



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДЕНО

Ученым советом МГТУ им. Г.И. Носова
Протокол № 2 от « 27 » февраля 2019 г.

Ректор МГТУ им. Г.И. Носова,
председатель ученого совета

М.В. Чукин

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки
13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность (профиль) программы
**Технология производства электрической и тепловой
энергии**

Магнитогорск, 2019

ОП-АТм-19

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий		
<i>Методология и методы научного исследования</i>		
УК-1.1	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<p>Вопросы для проведения зачета</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как формулируется научно-техническая проблема? 2. Что представляет из себя модель производственной системы? Сформулируйте общие принципы моделирования. 3. Как осуществляется разработка рабочей гипотезы? Какими чертами она характеризуется?
УК-1.2	Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	<p>Практические задания</p> <p>Практическое задание №1</p> <p>Необходимо зарегистрироваться в следующих наукометрических база данных и электронных библиотеках:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. РИНЦ (e-library). 2. ORCID. 3. Mendeley. 4. КиберЛенинка. 5. Web of Science ResearcherID. <p>Практическое задание №2</p> <p>Найти в библиотеках eLibrary.ru и КиберЛенинка не менее 25 источников по теме магистерской диссертации. Найти в библиотеках ieeexplore, eLibrary.ru не менее 15 англоязычных источников по теме магистерской диссертации. Оформить список литературы.</p> <p>Вопросы для проведения зачета</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературных источников: принципы построения, назначение.
УК-1.3	Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной	<p>Вопросы для проведения зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое проблемная ситуация и научная проблема? 2. Какими особенностями характеризуется научная проблема? 3. Перечислите типы проблемных ситуаций, характерных для научного исследования?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения	<p>4. Какие этапы можно выделить в научном исследовании?</p> <p>5. Что такое декомпозиция проблемы? Как она осуществляется?</p> <p>6. Какие уровни сложности принято выделять при классификации исследовательских задач?</p> <p>7. Охарактеризуйте в общем виде процесс научного решения практической проблемы.</p>
<i>Производственная - технологическая практика</i>		
УК-1.1	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<p>Задание на практику при прохождении на промышленном предприятии.</p> <p>В период практики студенты должны изучать следующие вопросы:</p> <p>По предприятию в целом:</p> <p>Вид выпускаемой заводом продукции, источники получаемого исходного материала, топлива, электроэнергии, водоснабжения. Технологическая связь основных производственных цехов. Внутризаводской транспорт. Организация управления заводом. Перспективы развития завода и его значение для народного хозяйства и для данного промышленного района.</p>
УК-1.2	Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	<p>По изучаемому цеху: характеристика агломерационного, доменного и сталеплавильных цехов (количество и производительность металлургических агрегатов, план цеха, схему технологического процесса, основные отделения цеха, схему грузопотоков); характеристика выпускаемой продукции, энергетические свойства продукции и сырья. Технические условия и стандарты на выпускаемую продукцию. Связь с другими цехами, отпуск энергоносителей. Схема управления цехом. Техничко-экономические, энергетические показатели цеха. Пути улучшения технико-экономических показателей. Перспективы развития энергетического хозяйства цеха. Плановый отдел и бухгалтерия цеха. Изучение материалов по планированию, техническому нормированию и организации труда в цехе. Ознакомление с работой планово-экономической группы, с методами учета выполнения плана отдельными производственными участками и агрегатами. Мероприятия по повышению производительности труда. Техничко-экономические показатели.</p> <p>Лекции и экскурсии в период практики должны способствовать расширению технического кругозора студентов в области технологии, организации и управления производством. Организация лекций и экскурсий осуществляется руководителями практики от предприятия и кафедры. Для чтения лекций приглашаются ведущие специалисты. Цель отчета – сформировать и закрепить компетенции, приобретенные обучающимся в результате освоения теоретических курсов и полученные им при прохождении практики. Отчеты обучающихся по практикам</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УК-1.3	Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения	<p>позволяют руководителям образовательных программ создавать механизмы обратной связи для внесения корректив в образовательный процесс.</p> <p>Подготовка отчета выполняется обучающимся самостоятельно под руководством руководителя практики. При написании отчета обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.</p> <p>Содержание отчета определяется индивидуальным заданием, выданным руководителем практики. В процессе написания отчета обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.</p> <p>Задание на практику при прохождении в ФГБОУ ВО МГТУ им. Г.И. Носова:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознакомиться с учебными аудиториями и лабораториями кафедры. 2. Ознакомиться с реализуемыми экспериментальными исследованиями, проводимыми сотрудниками кафедры. Разработать схему лабораторной установки и/или разработать основы математической модели технической системы или теплофизического объекта. 3. Провести вычислительный эксперимент на основе разработанных моделей. Приготовить отчет о производственно-технологической практике (25-30 стр.). 4. Публично защитить отчет по практике и сдать руководителю практики.
УК-1.2	Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	
УК-1.3	Разрабатывает и содержательно	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения	
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		
<i>Инновационное предпринимательство</i>		
УК-2.1	Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	<p>Примерный перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность и свойства инноваций. 2. Модели инновационного процесса. 3. Роль предпринимателя в инновационном процессе. 4. Классификация инноваций. 5. Особенность маркетинговых исследований для высокотехнологичных стартапов. 6. Особенности продаж инновационных продуктов. 7. Жизненный цикл продукта. 8. Теория решения изобретательских задач. 9. Теория ограничений
УК-2.2	Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость,	<p>Примерный перечень практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Проанализируйте влияние факторов макро и микро среды на компанию 2) Спланируйте решения и мероприятия по комплексу маркетинг-микс (товарная, ценовая, сбытовая и коммуникационная политики). <p>Проанализируйте основные преимущества вашего продукта, а также укажите основные производственные и инвестиционные затраты на его разработку.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	
УК-2.3	Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы	<p>Задания из профессиональной области:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Смоделируйте потребности потребителей. 2) Составьте модель потребительского поведения. 3) Правовые инструменты приобретения и коммерциализации интеллектуальной собственности. 4) Средства индивидуализации юридических лиц
УК-2.4	Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	<p>Примерный перечень практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Составьте бюджет мероприятий по выводу продукта на рынок. 2) Методы разработки продукта. 3) Оценка уровня готовности технологии. 4) Провести патентный поиск
УК-2.5	Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта	<p>Пример тестового задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выберите правильный ответ. Стартап – это <ol style="list-style-type: none"> а. недавно появившаяся компания б маленькая компания в.новая компания в сфере IT г . временная организация, созданная для поиска бизнес-модели д. все ответы верные 2. Выберите правильный ответ. Что понимается под нормой дохода, приемлемой для инвестора? <ol style="list-style-type: none"> а. соотношение прибыли и средств, инвестируемых в проект;

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		б. соотношение инвестиционных затрат и прибыли в. соотношение чистого дохода и средств, инвестируемых в проект
<i>Экономика и управление производством</i>		
УК-2.1	Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	Перечень теоретических вопросов: 1. Проект. Программа. Проект и программы как объекты управления, их характеристики. 2. Цели и стратегии проекта. Взаимосвязь целей и задач проекта. 3. Структуры проекта. Принципы структурной декомпозиции проекта. 4. Жизненный цикл и фазы проекта. Разновидности и примеры жизненных циклов проектов. 5. Состав и содержание работ основных фаз жизненного цикла проекта. 6. Окружение проекта. Внутренняя среда проекта. Влияние окружения на разные типы проектов. 7. Участники проекта. Роль и функции основных участников.
УК-2.2	Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	8. Команда проекта. Основные задачи команды проекта. Формирование и развитие команды проекта. 9. Управляющий проектом. Современные требования к менеджеру проекта. Квалификация и сертификация менеджера проекта. 10. Руководство и лидерство. Стили руководства. Стили лидерства. Различие между управлением и лидерством. 11. Организационные структуры проекта. Виды организационных структур: функциональная, проектная, матричная, смешанная. 12. Стандарты и нормы. Стандарты и нормы, как основа взаимодействия участников проекта. Примеры действующих стандартов в УП. 13. Информационные технологии в проекте. Программные средства для управления проектами. 14. Проектно-ориентированное управление. Типы и виды организаций, применяющих проектно-ориентированное управление. 15. Применение управления проектами. Освоение и использование управления проектами в организации.
УК-2.3	Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы	Особенности Управления проектами в современных условиях России. 16. Стадии процесса Управления проектами. Основные задачи, решаемые на разных стадиях управления проектом. 17. Управление предметной областью проекта. 18. Управление проектом по временным параметрам. 19. Управление стоимостью и финансами проекта. 20. Управление качеством в проекте. Стандарты качества управления проектом семейства ИСО-9000. 21. Управление риском в проекте. 22. Управление персоналом в проекте. 23. Управление безопасностью в проекте. 24. Управление поставками и контрактами в проекте.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		25. Управление изменениями в проекте. 26. Предварительная оценка вариантов проекта 27. Техничко-экономическое обоснование целесообразности и финансовой реализуемости проекта. 28. Интегральные показатели эффективности проекта: срок окупаемости и дисконтированный срок окупаемости, чистый дисконтируемый доход, внутренняя норма доходности, индекс доходности. 29. Оценка рисков проекта и их страхование. 30. Управление проектами за рубежом. УП как специальная область профессиональной деятельности. Системы сертификации. 31. Управление проектами в России. Российская Ассоциация Управления проектами. Задачи и перспективы развития Управления проектами. 32. История и тенденции развития в управлении проектом
УК-2.4	Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	Практическое задание: 1. Определить жизненный цикл и фазы проекта 2. Разработать программу осуществления инновационной деятельности в организации и оценить её эффективность 3. Разработка концепции проекта 4. Планирование управляемых параметров проекта: продолжительности, стоимости, качества. Планирование ресурсного обеспечения проекта 5. Создать проект с помощью программы для планирования и управления проектами Project Libre 6. Оценить стоимость проекта 7. Оценить риски реализации проекта
УК-2.5	Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта	
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели		
<i>Инновационное предпринимательство</i>		

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УК-3.1	Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели	<p>Примерный перечень теоретических вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Распределение ролей в команде. 2. Развитие команды. 3. Создание бизнес-модели. 4. Формализация бизнес-модели. 5. Трансформация бизнес-модели в бизнес-план. 6. Методики развития стартапа. 7. Этапы развития стартапа
УК-3.2	Делегирует полномочия членам команды и распределяет поручения, организует и корректирует работу команды, дает обратную связь по результатам	<p>Примерный перечень практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нарисуйте дорожную карту развития Вашего проекта, указав основные вехи, которые необходимо пройти стартапу в процессе развития своего бизнеса, включая необходимость привлечения финансирования, процесс доработки продукта, расширение команды проекта, запуск маркетинговой кампании и т.д. 2. Как создать команду 3. Характеристики командного лидера. 4. Как мотивировать команду? 5. Командный дух. <p>Командный лидер</p>
УК-3.3	Организует обсуждение результатов работы, в т.ч. в рамках дискуссии с привлечением оппонентов	<p>Примерный перечень практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Умный жизненный цикл продукта. 2. Расчет цены лицензии и виды платежей 3. Проведение переговоров для заключения контракта с индустриальным заказчиком 4. Методы оценки эффективности проектов. 5. Оценка проектов на ранних стадиях инновационного развития. <p>Составьте карту рисков инновационного проекта</p>
<i>Экономика и управление производством</i>		
УК-3.1	Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для	<p>Перечень теоретических вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие управленческого решения, принципы, формы и методы их принятия 2. Понятие и виды организационной структуры предприятия 3. Правовые основы организации труда. Мотивация персонала.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	достижения поставленной цели	
УК-3.2	Делегирует полномочия членам команды и распределяет поручения, организует и корректирует работу команды, дает обратную связь по результатам	<p>Практическое задание: Определить :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Состав участников проекта, их основные функции 2. Менеджер проекта, его роль и функции в проекте 3. Разработка организационной структуры управления проектом
УК-3.3	Организует обсуждение результатов работы, в т.ч. в рамках дискуссии с привлечением оппонентов	<p>Практическое задание: Рассмотрите конкретные ситуации и напишите, как должен вести себя руководитель:</p> <p>Ситуация 1 Вы поручаете выполнение задания своему подчиненному, зная, что только он может хорошо его выполнить. Но вдруг вы узнаете, что тот перепоручил задание другому лицу, в результате чего задание к сроку не было выполнено. Вы вызываете к себе в кабинет обоих и говорите: _____</p> <p>Ситуация 2 Вы отдали распоряжение, касающееся решения проблемы. Ваш подчиненный не выполнил этого распоряжения, но решил проблему по-своему. Вы понимаете, что его решение лучше вашего. Вы говорите: _____</p> <p>Ситуация 3 Руководитель дает подчиненному задание приобрести оборудование определенной марки. Подчиненный пытается объяснить, что этот тип оборудования не стоит покупать и по какой причине. Но руководитель приводит внешне весомые аргументы в пользу своего решения. Через некоторое время мнение подчиненного подтверждается, и оборудование демонтируется. Руководитель вызывает к себе подчиненного, чтобы проанализировать причину неудачи. Что вы ответите на месте подчиненного?</p> <p>Ситуация 4 Ваш непосредственный начальник, минуя вас, дает срочное задание вашему подчиненному, который уже занят выполнением вашего ответственного задания. Вы и ваш начальник считаете свои задания неотложными.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Выберите наиболее приемлемый для вас вариант решения:</p> <p>а) не оспаривая задание начальника, буду строго придерживаться должностной субординации, предложу подчиненному отложить выполнение текущей работы;</p> <p>б) все зависит от того, насколько для меня авторитетен начальник;</p> <p>в) выражу подчиненному свое несогласие с заданием начальника, предупрежу его, что впредь в подобных случаях буду отменять задания, поручаемые ему без согласия со мной;</p> <p>г) в интересах дела предложу подчиненному выполнить начатую работу.</p>
<p>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>		
<p><i>Основы научной коммуникации</i></p>		
УК-4.1	<p>Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии</p>	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие научной коммуникации, специфика научной коммуникации. 2. Виды и средства научной коммуникации. 3. Функции научной коммуникации. 4. Классические и инновационные формы научной коммуникации. 5. Влияние НТР на научную коммуникацию. 6. Государственные стандарты в области составления и оформления научных текстов. <p>Практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Практическая работа №3 «Применение возможностей современного онлайн-пространства в процессе научных коммуникаций».
УК-4.2	<p>Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные тексты на русском и иностранном языках</p>	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Структура и стилистические особенности научного текста. 2. Особенности научного текста: цитирование, ссылки на литературные источники. 3. Особенности составления библиографического списка. 4. Письменная научная коммуникация 5. Научная статья: структура и этапы написания. 6. Структура и содержание отзыва на научную работу 7. Структура и содержание тезисов. 8. Этапы написания и содержание рецензии.
УК-4.3	<p>Представляет результаты</p>	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Устная научная коммуникация.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках	<p>2. Научный доклад. Принципы, особенности и этапы подготовки.</p> <p>3. Особенности подготовки стендового доклада.</p> <p>4. Основные особенности научного стиля</p> <p>5. Научная дискуссия как метод разрешения спорных проблем</p> <p>6. Основные характеристики научной полемики. Принципы и правила научной полемики.</p> <p>7. Научный спор: цели и подходы.</p> <p>Практические задания:</p> <p>1. Практическая работа №1 «Подготовка научного доклада».</p> <p>2. Практическая работа №2 «Подготовка тезисов научных докладов».</p>
<i>Иностранный язык в профессиональной деятельности</i>		
УК-4.1	Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии	<p>Перечень практических заданий</p> <p>1. Составьте диалог из следующих реплик.</p> <p>2. Исправьте ошибки в визитной карточке.</p> <p>3. Составьте по образцу свою автобиографию.</p> <p>4. Подготовьте презентацию о себе.</p>
УК-4.2	Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные тексты на русском и иностранном языках	<p>Перечень практических заданий</p> <p>1. Прочтите текст и дополните его предложенными словами.</p> <p>2. Прочитайте текст и определите, является высказывание истинным или ложным.</p> <p>3. Прочитайте диалог и дополните недостающими репликами.</p> <p>4. Выберите наилучший ответ для каждого вопроса</p> <p>5. Составьте по образцу заявление о приеме на работу.</p> <p>6. Подготовьте сообщение/презентацию по одной из пройденных тем, опираясь на соответствующие лексические выражения.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УК-4.3	Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках	<p>Перечень практических заданий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Составьте сообщение, опираясь на истинные утверждения из предложенного списка. 2. Расположите части письма в правильном порядке. 3. Подготовьте сообщение/презентацию по одной из пройденных тем, опираясь на соответствующие лексические выражения. 4. Прочитайте текст профессионально-ориентированного характера, переведите его основные идеи и ответьте на вопросы. 5. Составьте письменно аннотации к текстам профессиональной тематики.
<i>Производственная - педагогическая практика</i>		
УК-4.1	Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии	<p>Практика магистрантов проводится в рамках общей концепции магистерской подготовки. Основная идея практики, которую должно обеспечить ее содержание, заключается в формировании технологических умений, связанных с педагогической деятельностью, а также коммуникативных умений, отражающих взаимодействия с людьми. Виды деятельности магистранта в процессе прохождения практики предполагают формирование и развитие стратегического мышления, панорамного видения ситуации, умение руководить группой людей. Кроме того, она способствует процессу социализации личности магистранта, переключению на совершенный новый вид – педагогическую деятельность, усвоению общественных норм, ценностей профессии, а также формированию персональной деловой культуры будущих магистров.</p> <p>В процессе практики магистранты участвуют во всех видах научно-педагогической и организационной работы выпускающей кафедры (другого подразделения своего вуза). При этом в соответствии с индивидуальным планом, составленным научным руководителем и утвержденным заведующим кафедрой практиканты изучают:</p> <ul style="list-style-type: none"> - содержание, формы, направления деятельности кафедры: документы планирования и учета учебной нагрузки; протоколы заседания кафедры; планы и отчеты преподавателей; документы по аттестации студентов; - нормативные и регламентирующие документы кафедры; - учебно-методические материалы; - программы учебных дисциплин, курсы лекций, содержание лабораторных и практических занятий; - научно-методические материалы: научно-методические разработки, тематику научных направлений кафедры, научно-методическую литературу.
УК-4.2	Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные тексты на русском и иностранном языках	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УК-4.3	Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках	<p>По окончанию практики представляется отчет.</p> <p>Задание на практику:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вести дневник практики. Посещать занятия ведущего преподавателя и сотрудничать с ним. Изучать реализуемые образовательные программы по месту практики, нормативно-правовые документы и организацию образовательного процесса. 2. Изучить должностные инструкции лаборанта и ассистента. Выбрать учебную дисциплину ведущего преподавателя и тему занятия, по возможности с учетом индивидуальной темы диссертационного исследования. 3. Изучить современные педагогические технологии. Методически разработать учебное занятие. Подготовить план-конспект занятия, презентационные и раздаточные материалы. 4. Провести разработанное учебное занятие в присутствии ведущего преподавателя. Получить отзывы студентов и преподавателя о проведенном занятии. Оформить отчет по педагогической практике 25-30 стр. Публично защитить отчет по педагогической практике для получения итоговой оценки.
<i>Учебная - практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы</i>		
УК-4.1	Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии	<p>Примерные вопросы, подлежащие проработке в отчете по практике и при подготовке к промежуточной аттестации</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить объект исследования. 2. Изучить предмет исследования. 3. На основе литературного обзора установить актуальные проблемы, характерные для объекта и предмета исследования. 4. Изучить доступные базы научного цитирования. 5. Изучить доступные базы объектов интеллектуальной собственности. 6. Выявить научные работы, соответствующие заданной предметной области. 7. Выявить патенты и свидетельства, соответствующие заданной предметной области. 8. Проанализировать методы, использованные в найденных работах, для решения задач, схожих с заданной.
УК-4.2	Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные	<ol style="list-style-type: none"> 9. На основе анализа литературных источников выявить достоинства и недостатки использованных в них методов для решения интересующей вас задачи. 10. Выявить уже предложенные решения подобных задач. 11. Установить противоречия в найденных научных работах.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	тексты на русском и иностранном языках	Примерные вопросы, подлежащие проработке в отчете по практике и при подготовке к промежуточной аттестации
УК-4.3	Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках	<ol style="list-style-type: none"> 1. При использовании англоязычных баз данных и научных сетей найти ученых, занимающихся исследованиями в заданной предметной области. 2. Запросить полные тексты интересующих вас работ, если эти работы не представлены в открытом доступе. 3. Задавать авторам вопросы по содержанию их работы. Оставить отзыв как минимум на одну научную статью. 4. При использовании англоязычных баз данных и научных сетей найти ученых, занимающихся исследованиями в заданной предметной области. 5. Запросить полные тексты интересующих вас работ, если эти работы не представлены в открытом доступе. 6. Задавать авторам вопросы по содержанию их работы. 7. Оставить отзыв как минимум на одну научную статью. 8. Сформулировать цель исследования. 9. Выявить задачи, которые потребуются для достижения цели исследования. <p>Наметить методы, которые будут использованы для решения поставленных задач.</p>
УК-4.2	Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные тексты на русском и иностранном языках	
УК-4.3	Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках	
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия		
<i>Основы научной коммуникации</i>		
УК-5.1	Ориентируется в межкультурных коммуникациях на основе анализа смысловых связей современной поликультуры и полиязычия	Теоретические вопросы: 1. Ключевые принципы международной научной коммуникации. 2. Особенности современной информационной среды научной коммуникации. 3. Электронные библиотечные системы 4. Реферативные базы данных Web of Science и Scopus, РИНЦ. Поиск и анализ информации.
УК-5.2	Владеет навыками толерантного поведения при выполнении профессиональных задач	Теоретические вопросы: 1. Этика научной коммуникации. Нравственные основы научной коммуникации. 2. Правила делового этикета в научной коммуникации.
<i>Иностраный язык в профессиональной деятельности</i>		
УК-5.1	Ориентируется в межкультурных коммуникациях на основе анализа смысловых связей современной поликультуры и полиязычия	Перечень практических заданий 1. Прочитайте и проанализируйте текст (грамматические конструкции и клише, характерные для деловой корреспонденции). 2. Поставьте предложения в правильном порядке, чтобы составить диалоги. 3. Напишите деловое письмо по указанной теме.
УК-5.2	Владеет навыками толерантного поведения при выполнении	Перечень практических заданий 1. Составьте список слов и выражений по указанной теме. 2. Дополните диалог недостающими репликами, характерными для делового общения. 3. Составьте деловое письмо, используя грамматические конструкции и клише, характерные для речевого

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	профессиональных задач	этикета делового общения.
УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		
<i>Методология и методы научного исследования</i>		
УК-6.1	Определяет образовательные потребности и способы совершенствования собственной (в том числе профессиональной) деятельности на основе самооценки	<p>Практические задания Практическое задание №7 Выбрать из результатов выполнения 1 и 2 заданий 4-5 статей, наиболее близко подходящих по тематике к вашему научному исследованию. Выделить, какую новую информацию об объекте и предмете исследования, а также используемых методах вы из них узнали, что, по вашему мнению, вам необходимо будет изучить, в процессе выполнения научного исследования.</p> <p>Вопросы для проведения зачета</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация научных конференций. 2. Как найти информацию о научных конференциях? По каким критериям выбрать конференцию для участия? 3. Как подать материалы для участия в конференции? 4. Виды изданий.
УК-6.2	Выбирает и реализует с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков	<p>Как классифицируются издания по принадлежности к системам научного цитирования?</p> <p>Практические задания Практическое задание №8 Охарактеризуйте значимость выполняемого вами научного исследования на ваше саморазвитие, текущую и будущую профессиональную деятельность, повышение квалификации и профессиональный рост.</p>
УК-6.3	Выстраивает гибкую профессиональную траекторию с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	требований рынка труда и стратегии личного развития	
ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки		
<i>Методология и методы научного исследования</i>		
ОПК-1.1	Использует методы научного исследования для решения проблем современной энергетики	<p>Вопросы для проведения зачета</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое наука и какие функции она выполняет? 2. Что понимается под научной деятельностью и какие этапы можно выделить в научном исследовании? 3. Что такое проблема и задача научного исследования? 4. Что такое объект и предмет научного исследования? 5. Общенаучные методы исследования. 6. Конкретно-научные методы исследования. 7. Какие методы исследования относятся к эмпирическому уровню?
ОПК-1.2	Способен формулировать критерии оценки эффективности путей решения поставленных задач	<p>Практические задания Практическое задание №4 На основе результатов, полученных в задании 3, составить симплексный план эксперимента для определения такого значения расходов в горелках 3 и 4 (факторы X_1 и X_2), при которых температура в контролируемой точке достигает оптимального значения $X_{\text{опт}}$.</p> <p>Вопросы для проведения зачета</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего используется симплексное планирование эксперимента? 2. Как составляется симплексный план эксперимента? 3. Как, используя симплексное планирование, найти оптимальное значение функции отклика?
<i>Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий</i>		
ОПК-1.1	Использует методы научного исследования для решения проблем современной энергетики	<p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить количество пара, вырабатываемого котлом-утилизатором, установленным за мартеновской печью, а также рассчитать годовую экономию топлива (природного газа). Исходные данные: начальная температура газов $t_{r1} = 700$ °С; конечная температура газов $t_{r2} = 160$ °С; объемный расход газов $V_{r1} = 12000$ м³/ч; давление пара, вырабатываемого котлом-утилизатором $P_{п} = 40 \cdot 10^5$ Па (40 ата). 2. Определить экономическую эффективность применения тепловой изоляции паропровода. Исходные данные: внутренний диаметр паропровода $d_1 = 200$ мм; наружный диаметр паропровода $d_2 = 210$ мм; толщина изоляции

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>(шлаковаты) $d_{из} = 50$ мм; диаметр трубопровода в изоляции $d_3 = 310$ мм; длина паропровода $l = 100$ м; коэффициент теплоотдачи от пара к стенке $\alpha_1 = 80$ Вт/(м² °С); коэффициент теплоотдачи от поверхности паропровода к окружающему воздуху $\alpha_2 = 8$ Вт/(м² °С); давление пара в паропроводе $P_p = 10 \cdot 10^5$ Па (10 ата); температура перегретого пара $t_{pe} = 400$ °С.</p> <p>3. Составить тепловой баланс и рассчитать КПД печной установки б тилизации теплоты уходящих газов и с утилизацией теплоты уходящих газов за счет применения теплофикационного экономайзера. Исходные данные: производительность коэффициент избытка воздуха в рабочей камере $\alpha = 1,1$; температура дутьевого воздуха $t_{в} = 30$ °С теоретический расход воздуха для горения $V_B = 8,5$ м³/м начальная температура заготовок $t_m = 20$ °С; конечная температура нагретых заготовок $t''_m = 700$ °С; объем продуктов сгорания (уходящих газов) $V_{г} = 10$ м³/м³; температура топлива $t_t = 20$ °С; теплоемкость топлива $C_t = 1,26$ кДж/(кг ° температура уходящих газов: без утилизации теплоты с утилизацией теплоты $t''_{ух} = 150$ °С.</p> <p>4. Определить количество образующихся водяных паров вскипания в сепараторе. Исходные данные: давление конденсата, поступающего в сепаратор $P_1 = 0,6$ МПа (6 ата) при $t_{нп1} = 158,1$ °С; давление в сепараторе $P_2 = 0,2$ МПа (2 ата) при $t_{нп2} = 120$ °С; энтальпия пара $i'' = 2706,9$ кДж/кг; расход конденсата $G_k = 10000$ кг/ч (2,8 кг/с).</p> <p>5. Теплотехнологическая установка снабжается паром из паропровода, имеющего давление P_1. С помощью редукционного 34 клапана давление снижается до P_2. Расход пара $D_p = 10$ т/ч. Определить потерю энергии и топлива в результате дросселирования пара. Исходные данные: Параметры пара в паропроводе: давление $P_1 = 1,2$ МПа, температура пара $t_{pe} = 216$ °С, энтальпия пара $i_{pe} = 2913$ кДж/кг. Параметры пара в теплотехнологической установке: давление пара $P_2 = 0,2$ МПа; энтальпия пара $i'' = 2708$ кДж/кг.</p>
ОПК-1.2	Способен формулировать критерии оценки эффективности путей решения поставленных задач	<p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <p>1. Энергоэффективность использования природного газа. Природный газ как ресурс и энергоноситель. Транспортные и энергетические свойства природного газа. Состав природных газов и особенности его применения. Газовые потребители на промышленном предприятии. Возможные заменители природного газа. Вторичные топливные газы, их свойства и возможности замены природного газа. Теплотехнологические потребители природного газа и их характеристики. Обоснованность норм потребления природного газа. Обоснованность применения природного газа в технологических и энергетических процессах. Оценки эффективности применения природного газа. Основные научные проблемы и задачи в использовании природного газа.</p> <p>2. Энергоэффективность использования углей. Энергетические угли и их применение в теплоэнергетике. Ресурсы и составы энергетических углей. Особенности применения углей разных составов и свойств. Способы и методы подготовки и сжигания топлива. Оценки эффективности использования углей. Коксующиеся угли и особенности их применения. Роль коксующихся углей в топливно-энергетическом балансе предприятия черной металлургии. Подготовка коксующихся углей к использованию в черной металлургии. Экологические проблемы</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>применения углей в промышленности. Безотходные технологии сжигания углей. Основные проблемы и научные задачи применения углей в промышленности.</p> <p>3. Тепловые электрические станции промышленных предприятий и проблемы когенерации электрической энергии. Место и роль промышленных ТЭС в теплоэнергетическом комплексе промышленного предприятия. Типы тепловых электрических станций. Паротурбинные станции и их структура. Основные технические системы ТЭС. Анализ эффективности циклов ТЭС. Проблемы когенерации электрической энергии в промышленности. Направления повышения эффективности ТЭС. Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования электрических станций и технологических схем. Основные проблемы и научные задачи промышленного производства электроэнергии.</p> <p>4. Перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергоснабжения объединенных и автономных потребителей. Определение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основные характеристики источников энергии. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и топливно-энергетические балансы промышленных предприятий. Оценки возможности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности. Оценки эффективности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности. Основные проблемы и научные задачи использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности.</p> <p>5. Энергоснабжение, энергосбережение и энергоэффективность промышленного комплекса. Определение энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности промышленного комплекса. Основные задачи и проблемы промышленного энергоснабжения. Анализ энергетических балансов предприятия. Основные задачи и проблемы энергосбережения в промышленности. Основные задачи и проблемы повышения энергоэффективности теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования. Взаимосвязи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности. Основные проблемы и научные задачи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности в промышленности.</p> <p>6. Энергетика, экология и экономика в промышленности. Промышленное производство и его энергетические, экологические и экономические аспекты. Взаимосвязь энергетических, экологических и экономических характеристик промышленного производства. Критерии эффективности энергетические, экологические и экономические и их взаимосвязь. Экологические проблемы теплоэнергетики. Задачи разработки безотходных, энергоэффективных и экологически чистых технологий. Задачи энергообеспечения безотходных технологий и критерии минимума энергопотребления. Задачи переработки накопленных отходов. Основные проблемы и научные задачи совершенствования энергетических, экологических и экономических аспектов промышленного производства.</p> <p>7. Системы производства и распределения теплоты. Структура систем промышленного и коммунального теплоснабжения. Тепловые станции производства теплоты. Типы источников тепловой энергии в</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>промышленности. Эффективность производства тепловой энергии. Тепловые сети и транспорт теплоты в промышленности и коммунальном хозяйстве. Потребители тепловой энергии в промышленности и коммунальном хозяйстве. Проблемы эффективности производства и потребления тепловой энергии. Централизованное теплоснабжение. Основные проблемы и научные задачи теплоснабжения в промышленности и коммунальном хозяйстве.</p> <p>8. Системы производства и распределения сжатого воздуха и продуктов его разделения. Сжатый воздух как промышленный энергоноситель, его основные характеристики. Масштабы производства сжатого воздуха в промышленности. Системы производства сжатого воздуха. Компрессорные и воздуходувные станции. Основное оборудование производства сжатого воздуха и продуктов его разделения. Оценки эффективности производства сжатого воздуха. Резервы энергосбережения в производстве сжатого воздуха. Основные проблемы и научные задачи производства сжатого воздуха.</p> <p>9. Оценки эффективности использования технической воды. Основные проблемы и научные задачи промышленного водоснабжения.</p>
<i>История науки</i>		
ОПК-1.1	Использует методы научного исследования для решения проблем современной энергетики	<p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <p>1 Предпосылки возникновения и развития науки. Состав и структура современной науки. Проблемы состояния и развития науки. Провести поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>2 Наука в античном мире. Математика, физика, техника и философия Древнего Мира. Провести поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>3 Наука в Средние века. Наука в арабском мире. Византийская наука. Западноевропейская наука средних веков. Провести поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>4 Наука эпохи Возрождения. Зарождение современной науки. Изобретение книгопечатания. Астрономия. Географические открытия. Провести поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>5. Наука эпохи Просвещения. Научная революция в естествознании. Развитие математики и естествознания. Зарождение российской науки. Провести поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>6. Промышленная революция. Развитие техники. Современная наука. Провести поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>7. История науки как способ познания основные этапы развития науки и техники от первых паровых машин до современных силовых установок; роль парового двигателя в развитии науки и техники; взаимное влияние достижений в области науки и техники на изменение и развитие методологии науки. Провести поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>8. Формы и способы научного познания; структурирование научных знаний и теорий; современные методы сбора научной информации и проведения научных исследований. Эксперимент как основа научных исследований; методы теоретических и экспериментальных исследований; планирование эксперимента. Роль научной информации в развитии науки; цели и задачи научных исследований; основные этапы научно-исследовательской работы; взаимосвязь науки и практики; роль компьютерного моделирования в современных исследованиях; методы анализа результатов исследований и их влияние на достоверность полученных результатов; проблемы и тенденции развития методологии научных знаний на современном этапе. Основные научные задачи теплоэнергетики и методы их решения; современные научные технологии в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Провести поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p>
ОПК-1.2	Способен формулировать критерии оценки эффективности путей решения поставленных задач	<p>Примерные тестовые задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ученый, который открыл и строго научно описал новую звезду в созвездии Кассиопеи: <ol style="list-style-type: none"> а) Т. Браге; в) Г. Галилей. б) И. Кеплер; 2. Новая модель мира, построенная на трех законах движения планет, была разработана: <ol style="list-style-type: none"> а) Т. Браге; в) Г. Галилеем. б) И. Кеплером; 3. Ученый - изготовитель очков и телескопа: <ol style="list-style-type: none"> а) Г. Галилей; в) И. Ньютон. б) Х. Липперсхей; 4. Создателем новой механики считают: <ol style="list-style-type: none"> а) И. Ньютона; в) И. Кеплера. б) Г. Галилея; 5. Провозглашение главенства метода индукции принадлежит: <ol style="list-style-type: none"> а) Ф. Бэкону; б) Р. Декарту; в) И. Ньютону. 6. Направление в естествознании, рассматривавшее живую природу с позиции физики, называется:

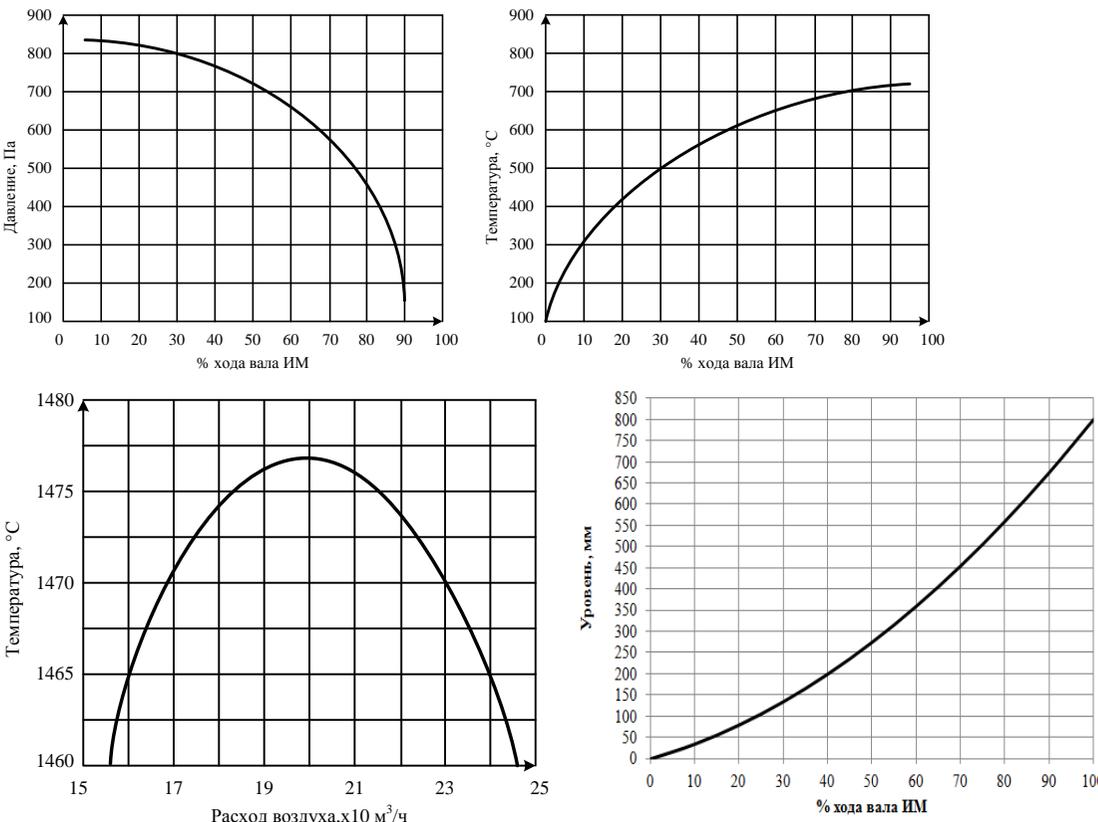
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>а) ятрофизика; в) философия. б) социальная физика; 7. Ученый, который ввел новое понятие инерции и др.: а) И. Ньютон; в) Г. Лейбниц. б) Ф. Бэкон; 8. Понятие «дифференциал» как общенаучный термин ввел: а) И. Ньютон; в) Г. Лейбниц. б) Ф. Бэкон; 9. Ученый, который разрабатывал науку о движении тел под действием приложенных сил (динамика), сформулировал первые законы свободного падения тел, дал строгую формулировку понятий скорости и ускорения, осознал решающее значение свойства движения тел (инерцию): а) И. Ньютон; в) Ф.Бэкон. б) Г. Галилей; 10. Ученый, который доказал существование тяготения как универсальной силы, соединил механическую философию Р. Декарта, законы Кеплера о движении планет и законы Г. Галилея о земном движении, сведя их в единую всеобъемлющую теорию: а) И. Ньютон; в) Ф. Бэкон. б) Г. Галилей; 11. Идея самодостаточности природы, управляющей естественными, объективными законами. Это: а) механицизм; в) квантитативизм. б) натурализм; 12. Универсальный метод количественного сопоставления и оценки всех предметов и явлений мира, отказ от качественного мышления античности и Средневековья. Это: а) механицизм; в) квантитативизм. б) натурализм; 13. Жесткая детерминация всех явлений и процессов в мире естественными причинами, описываемыми с помощью законов механики: а) механицизм; б) причинно-следственный автоматизм; в) аналитизм. 14. Природа есть совершенным образом упорядоченный механизм, подчиняющийся математическим законам и постижимый наукой, как считал: а) Р. Декарт; в) И. Ньютон.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>б) Н. Коперник;</p> <p>15. Промышленный переворот начался с прогресса:</p> <p>а) в текстильной промышленности;</p> <p>б) в крупном производстве;</p> <p>в) в ремесленном производстве.</p> <p>16. Для производства узорчатых тканей (1805) был изобретен:</p> <p>а) прядильный станок «Дженни»;</p> <p>б) мюль-машина;</p> <p>в) станок Жаккарда.</p> <p>17. В 1785 г. была использована первая паровая машина. Ее создатель:</p> <p>а) Дж. Уайт; в) Т. Браге.</p> <p>б) Р. Бойль;</p> <p>18. В 1807 г. в США был сконструирован и испытан на реке Гудзон первый в мире паровой пароход; принцип паровой машины в нем использовал:</p> <p>а) Р. Фултон; в) Р. Бойль.</p> <p>б) Дж. Уайт;</p> <p>19. Переход материального производства с мануфактурной ступени на машинную называется:</p> <p>а) промышленной революцией;</p> <p>б) политической революцией;</p> <p>в) паровой революцией.</p> <p>20. Применение в доменном деле цилиндрических воздухоуводов, приводимых в действие паровыми машинами, произошло впервые:</p> <p>а) во Франции; в) в России.</p> <p>б) в Англии;</p> <p>21. Печь, получившая название пудментовой (от англ. to puddle - перемешивать), была изобретена:</p> <p>а) Г. Кортон; в) Ж. Ленуаром.</p> <p>б) Б. Якоби;</p> <p>22. В 1785 г. Ж-П. Бланшар изобрел:</p> <p>а) парашют; в) велосипед.</p> <p>б) воздушный шар;</p> <p>23. Цех и мануфактура различались:</p> <p>а) характером производственного процесса и формами собственности;</p> <p>б) ручным трудом, инструментальным производством;</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>в) наличием машин парового типа.</p> <p>24. В Россию систему светского образования и профессиональную деятельность принесла эпоха: а) Петра I; в) Николая И. б) Екатерины I;</p> <p>25. В 1760 г. ректором Московского университета стал: а) А.К. Нартов; в) К.Г. Разумовский. б) М.В. Ломоносов;</p> <p>26. Французский ученый П. Лаплас назвал учителем математики второй половины XVIII в.: а) М.В. Ломоносова; в) К.Г. Разумовского. б) Л. Эйлера;</p> <p>27. Научное приборостроение в России связано с именами: а) А.К. Нартова, М.В. Ломоносова; б) К.Г. Разумовского, А.С. Попова; в) В.Н. Татищева, С.П. Крашениникова.</p> <p>28. Анемомет (прибор для автоматического измерения скорости ветра и изменения его направления) изобрел: а) М.В. Ломоносов; в) А.К. Нартов. б) И.П. Кулибин;</p> <p>29. В конце 1890-х гг. изобретатель Г. Модсин сконструировал станок, который привел к созданию новых типов металлообрабатывающих станков, т.е. к развитию машиностроения. Этот станок назывался: а) токарно-винторезный с самоходным суппортом; б) фрезерный; в) строгальный.</p>
ОПК-2 – Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы		
<i>Автоматизированные системы управления технологическими процессами в теплоэнергетике</i>		
ОПК-2.1	Выбирает и применяет современные методы теоретических и экспериментальных исследований с учетом автоматизированных и компьютерных	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип настройки регуляторов на процесс. Метод оптимума по модулю передаточной функции. 2. Инженерные методы настройки регуляторов. 3. Решение оптимизационных задач для настройки регуляторов. 4. Понятия контролируемых, неконтролируемых и регулируемых параметров в системе. 5. Виды контуров управления. Реализация управляющих воздействий в контурах управления различных видов 6. Структурные и функциональные схемы автоматизации

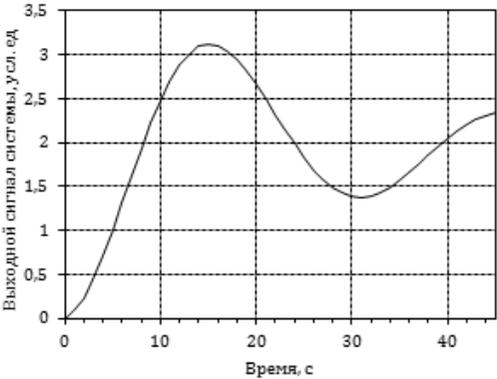
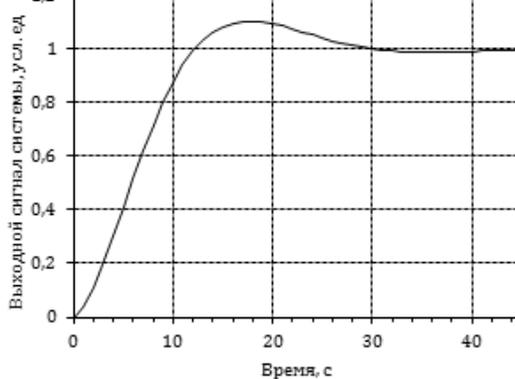
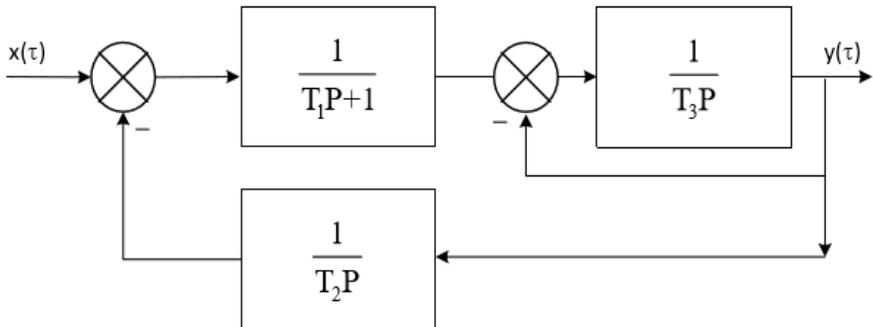
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	средств	<p>7. Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации (ГОСТ 21.208-2013).</p> <p>8. Условные цифровые обозначения трубопроводов (ГОСТ 2.784).</p> <p>9. Буквенные обозначения измеряемых физических величин и функциональных признаков средств измерений, регулирующих и исполнительных устройств (ГОСТ 21.208-2013).</p> <p>10. Структура замкнутого контура управления. Элементы, входящие в замкнутый контур.</p> <p>11. Понятие статических и динамических характеристик объектов и систем управления. Экспериментальное их определение</p> <p>12. Понятие регулятора. Пример расчета управляющего воздействия.</p> <p>13. Основные виды математических моделей систем. Понятие детерминированных моделей.</p> <p>14. Динамические модели. Математическое описание динамических моделей.</p> <p>15. Пример построения модели динамической модели нагрева массивного тела</p> <p>16. Методы расчетов систем автоматического управления.</p> <p>17. Специализированные программные средства построения моделей динамических систем.</p> <p>18. Численные методы решения дифференциальных уравнений.</p> <p>19. Иерархическая структура АСУ ТП промышленного производства. Уровни АСУ ТП. Назначение каждого уровня.</p> <p>20. Уровень управления. Технические средства уровня управления.</p> <p>21. Организация связи между уровнями управления АСУ ТП</p> <p>22. Примеры построения АСУ ТП теплотехническими объектами.</p> <p>23. Особенности построения контуров управления теплотехническими объектами, как объектами с запаздыванием.</p> <p>24. Типы схем автоматизации.</p> <p>25. Методика составления функциональной схемы автоматизации.</p> <p>26. Изображение технологических объектов на схемах автоматизации.</p> <p>27. Расположение приборов в прямоугольнике средств автоматизации на функциональной схеме.</p> <p>28. Структурные и функциональные схемы АСУ ТП реальных теплотехнических объектов: нагревательные устройства, парогенераторы, промышленные печи</p> <p>29. Понятие типового звена. Назначение типовых звеньев при построении математических моделей систем.</p> <p>30. Математическое описание элементарных и типовых звеньев.</p> <p>31. Переходные характеристики типовых звеньев.</p> <p>32. Понятие передаточной функции. Переход от дифференциального уравнения к передаточной функции.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>33. Использование передаточных функций для решения обыкновенных дифференциальных уравнений динамических моделей систем.</p> <p>34. Структура стандартного регулятора. Математическое описание ПИД-закона регулирования.</p> <p>35. Понятие переходного процесса в САР. Виды переходных процессов.</p> <p>36. Прямые и косвенные показатели переходных процессов. Определение прямых показателей качества переходных процессов.</p> <p>37. Расчет характеристик систем управления по математической модели процесса.</p> <p>38. Построение и адаптация математической модели динамического процесса по экспериментальным характеристикам</p> <p>Перечень практических заданий для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расшифровать графическое и буквенное обозначение функциональных признаков заданных приборов. 2. Расшифровать цифровое обозначение трубопроводов. 3. Нарисовать структурную схему типовой системы автоматического регулирования и пояснить назначение ее основных элементов. 4. Построить структурную схему замкнутой системы автоматического регулирования с одной регулируемой величиной. 5. Построить структурную схему разомкнутой системы автоматического регулирования с одной регулируемой величиной. 6. Построить структурную схему САР по каналу возмущающего воздействия 7. Произвести численное решение дифференциального уравнения. Построить график частного решения, сделать вывод о точности численного решения. $y'' + 2y' + y = 0 \text{ при } y(0) = 0, y'(0) = 2$ 8. Для системы численных уравнений, заданных в рекуррентной форме, разработайте алгоритм вычислений. Реализуйте алгоритм и получите решения в виде графика функции $\begin{cases} y_{2(i+1)} = \frac{h}{2} \cdot (x_{i+1} - y_{1(i)} - 2y_{2(i)}) + y_{2(i)} \\ y_{1(i+1)} = h \cdot y_{2(i+1)} + y_{1(i)} \end{cases}$

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>9. По заданной статической характеристике объекта управления определить зависимость коэффициента передачи объекта управления от входного воздействия.</p>  <p>10. По заданной кривой разгона статического объекта управления определить динамические параметры объекта управления.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div data-bbox="654 343 1187 662" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="654 678 1792 710">11. По передаточным функциям типовых звеньев получить дифференциальные уравнения:</p> $W(P) = \frac{K_1}{P} \quad W(P) = \frac{K_2}{T_1 P + 1} \quad W(P) = \frac{K_3}{T_2^2 P^2 + 2T_2 \xi P + 1}$ $W(P) = K_4(T_3 P + 1) \quad W(P) = K_5 \frac{T_4 P}{T_5 P + 1}$ <p data-bbox="654 981 2049 1045">Произвести численный расчет динамических (переходной и импульсной) характеристик представленных выше типовых звеньев при следующих параметрах:</p> $K_1 = 1, \quad K_2 = 2, \quad K_3 = 1,4, \quad K_5 = 2,3$ $T_1 = 10c, \quad T_2 = 7c, \quad T_3 = 12c, \quad T_4 = 8c, \quad T_5 = 10c$ $\xi = 1,2$ <p data-bbox="654 1268 1993 1332">12. Сформируйте алгоритм численного моделирование процесса для инерционного звена 1-ого порядка со структурной схемой</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div data-bbox="689 368 1099 552" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="651 579 2051 643">13. Численным методом произвести расчет динамических (переходной и импульсной) характеристик объектов управления, функционирование которых описывается уравнениями видов:</p> <p data-bbox="689 651 1133 722">(1) $a_2^1 \frac{d^2 y}{d\tau^2} + a_1^1 \frac{dy}{d\tau} + a_0^1 y = k_1 \cdot x$</p> <p data-bbox="689 754 1021 826">(2) $a_1^2 \frac{dy}{d\tau} + a_0^2 y = k_2 \cdot x$</p> <p data-bbox="689 842 1059 914">(3) $a_2^3 \frac{d^2 y}{d\tau^2} + a_1^3 \frac{dy}{d\tau} = k_3 \cdot x$</p> <p data-bbox="651 930 1402 962">Постоянные коэффициенты дифференциальных уравнений:</p> <p data-bbox="674 986 1088 1026">$a_2^1 = 30, a_1^1 = 20, a_0^1 = 1, k_1 = 3$</p> <p data-bbox="674 1058 987 1098">$a_1^2 = 100, a_0^2 = 3, k_2 = 3$</p> <p data-bbox="674 1137 1003 1177">$a_2^3 = 100, a_1^3 = 10, k_3 = 2$</p> <p data-bbox="651 1201 2074 1265">По полученным переходным характеристикам определить параметры объекта управления: время запаздывания – τ_3, Постоянную времени объекта – T_0, коэффициент передачи объекта управления – K_{Oy}.</p> <p data-bbox="651 1305 2074 1369">14. По заданному переходному процессу в системе управления определить прямые показатели качества системы управления.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p data-bbox="651 788 2042 852">15. Получить передаточную функцию для заданной схемы соединения звеньев. Для полученной передаточной функции получить дифференциального уравнение системы.</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div> <p data-bbox="651 1241 2063 1337">16. Для заданных ниже структурных схем объекта управления произвести последовательный численный расчет кривой разгона при изменении входного сигнала на 10%. По рассчитанной кривой разгона определить параметры объекта управления.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;"> </div> <p>Параметры элементов заданных объектов управления приведены ниже:</p> <ul style="list-style-type: none"> • для объекта с самовыравниванием: $K=2$, $T_1=10\text{с}$, $T_2=3\text{с}$ • для объекта без самовыравнивания: $K=2$, $T_1=5\text{с}$, $T_2=3\text{с}$ <p>17. Произвести синтез и реализацию контуров регулирования с ПИ-регулятором для приведенных выше (задание №16) объектов управления: с самовыравниванием и без самовыравнивания. Произвести расчет настроек ПИ-регуляторов методом модального и симметричного оптимума. Произвести расчет переходных процессов в контуре регулирования. Определить прямые показатели качества переходных процессов.</p>
ОПК-2.2	Оценивает и представляет результаты выполненной работы в виде отчетов и презентаций	<p>Примерное задание для теоретического и экспериментального исследования:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снять экспериментальную статическую характеристику заданного объекта управления. 2. Снять экспериментальную кривую разгона заданного объекта управления (при $\Delta X=10$). 3. По полученным экспериментальным кривой разгона и статической характеристике определить параметры

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>объекта управления: постоянную времени объекта T_0, время запаздывания τ_3, коэффициент передачи объекта $K_{об}$.</p> <p>4. Произвести настройку ПИ-регулятора, используя экспериментально определенные параметры заданного объекта управления. Параметры настройки регулятора определить по методу Циглера-Николса. Используя полученные результаты, произвести синтез контура регулирования, построить модель контура и произвести расчет переходных процессов в контуре.</p> <p>5. Для полученной модели контура регулирования, используя поисковый метод, определить параметры настройки регулятора, используя интегральные критерии качества:</p> <p>– квадратичный интегральный критерий</p> $\min J = \int_0^{\infty} e^2(\tau) d\tau$ <p>– модульный интегральный критерий</p> $\min J = \int_0^{\infty} \tau e(\tau) d\tau$ <p>6. Составить отчет по проведенным экспериментальным и теоретическим исследованиям.</p> <p>7. Подготовить презентацию, в которой представить все основные этапы проведенного экспериментального и теоретического исследования</p>

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

ПК-1 Способен к проведению анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний

Специальные вопросы теплообмена

ПК-1.1	Проводит анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний и формирует программы проведения исследований в	<p>Примерное задание для подготовки к аттестации:</p> <p>1. При каких значениях числа Био тело является термически тонким:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $Bi \rightarrow 0$; 2) $Bi \rightarrow \infty$; 3) $Bi < 0$; 4) $Bi = 25$. <p>2. Процесс теплоотдачи - это:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) перенос теплоты в движущейся среде молярными объемами;
--------	---	---

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	новых направлениях	<p>2) передача теплоты через стенку; 3) молекулярный перенос теплоты; 4) передача теплоты на границе раздела среда – твердое тело. 3. Размерность коэффициента теплоотдачи:</p> <p>1) $\frac{Вт}{м^2 \cdot град}$; 2) $\frac{Вт}{м^2}$; 3) $\frac{Вт}{м \cdot град}$; 4) $\frac{Вт}{м}$</p> <p>4. Свободная конвекция - это перенос теплоты при: 1) движении жидкости от одного тела к другому; 2) движении жидкости под действием нагнетателя; 3) движении газов, вызванном ветром; 4) движении жидкости под действием разности плотностей, вызванной разностью температур. 5. Числа подобия – это: 1. комплекс величин, имеющих одинаковую размерность; 2. комплекс теплофизических величин среды; 3. величины, определяющие геометрическое подобие процессов; 4. безразмерные комплексы, составленные из размерных разнородных величин. 6. Какое число подобия является определяемым при расчетах конвективного теплообмена? 1) Pr ; 2) Nu ; 3) Re ; 4) Gr . 7. Каким уравнением подобия характеризуется вынужденная конвекция? 1) $N = f(G, Pr)$;</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2) $N \neq f(R, \rho, \mu);$ 3) $N \neq f(F, \rho);$ 4) $N \neq f(B, \rho);$</p> <p>8. Какое из уравнений (в общем виде) используется для расчета коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции?</p> <p>1) $Nu = c (Gr \cdot Pr)^m$ 2) $Nu = c Re^n \cdot Pr^m$ 3) $Nu = c (Re \cdot Pr)^n (Gr \cdot Pr)^m$ 4) $Nu = c (Gr)^m$</p> <p>ЗАДАЧА 1. Проводит анализ тепловой эффективности. Оконный стеклопакет состоит из трех слоев стекла толщиной по 4 мм каждый. Между стеклами находятся слои сухого неподвижного воздуха толщиной 10 мм. Площадь поверхности окна 3 м². Разность температур на внешних поверхностях стекол 30 0С. Определить потери теплоты через окно, если коэффициенты теплопроводности стекла $\lambda_{ст} = 0,74$ Вт/м. К, воздуха $\lambda_{возд} = 2,45 \cdot 10^{-2}$ Вт/ м.К.</p> <p>ЗАДАЧА 2. Проводит анализ тепловой эффективности. Определить плотность теплового потока (q, Вт/м²) в процессе теплопередачи от дымовых газов к кипящей пароводяной смеси через стальную стенку толщиной $\delta = 8$ мм. Температура газов $t_1 = 1000$ 0С, температура смеси $t_2 = 200$ 0С. Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке $\alpha_1 = 40$ Вт/м².К, от стенки к пароводяной смеси $\alpha_2 = 4000$ Вт/м².К, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 40$ Вт/м.К. Рассчитать также температуры стенки с обеих сторон t_{c1} и t_{c2}.</p> <p>ЗАДАЧА 3. Проводит анализ тепловой эффективности. Какую толщину должна иметь изоляция, если ее наложить на плоскую стальную стенку толщиной 20 мм, чтобы тепловые потери уменьшились в два раза. Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_m = 40$ Вт/м К, а материала изоляции $\lambda_i = 0,125$ Вт/м К, коэффициент теплоотдачи с одной стороны стенки $\alpha_1 = 500$ Вт/м² К, а с другой $\alpha_2 = 80$ Вт/м² К.</p> <p>ЗАДАЧА 4. Проводит анализ тепловой эффективности. По чугунному трубопроводу диаметром $d_2 = 50$ мм, $d_1 = 44$ мм движется пар с температурой 315 0С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе $\alpha_1 = 120$ Вт/м² .К. Температура окружающего воздуха 20 0С, коэффициент теплоотдачи $\alpha_2 = 12$ Вт/м² .К. Найти тепловые потери, если трубопровод изолирован слоем пеношамота $\delta = 50$ мм. λ пеношамота= 0,3 Вт/м К, λ чугуна = 90 Вт/м .К.</p> <p>ЗАДАЧА 5. Проводит анализ тепловой эффективности. Для уменьшения потерь теплоты от паропровода диаметром $d_2 = 25$ мм предлагаются изоляционные материалы: асбест $\lambda = 0,151$ Вт/м.К, стекловата $\lambda = 0,047$ Вт/м.К. Какой материал целесообразнее принять в качестве изоляции, если коэффициент теплоотдачи к окружающей среде $\alpha_2 = 8$ Вт/м².К.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Перечень лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лабораторная работа « Исследование аэродинамики плотного зернистого слоя сыпучего материала» 2. Лабораторная работа « Исследование теплообмена плотного зернистого слоя сыпучего материала» 3. Лабораторная работа « Исследование тепловых потерь при реализации технологических процессов» <p>Лабораторная работа « Исследование аэродинамики плотного зернистого слоя сыпучего материала с учетом порозности материала»</p>
<i>Учебная - научно-исследовательская работа</i>		
ПК-1.1	Проводит анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний и формирует программы проведения исследований в новых направлениях	<p>Задание: отбор источников для проведения научного исследования. Оформление черного варианта библиографического списка.</p> <p>Задание: Определение теоретико-методологической основы исследования, методов исследования.</p> <p>Задание: определение содержания (формулировка названий разделов и подразделов исследовательской работы).</p> <p>Задание: определение предмета, проблемы, методологического аппарата исследования.</p> <p>Определение этапов исследования. Разработка плана решения задач на начальном этапе исследовательской деятельности (ИД)</p> <p>Задание: Обоснование актуальности темы магистерской диссертации (в индивидуальном плане магистра)</p> <p>Задание: Разработать перспективный план ИД (в индивидуальном плане магистра)</p> <p>Задание: оформление отчета по учебной практике –НИР; выступление с отчетом по учебной практике –НИР на спецсеминаре.</p> <p>Вопросы для собеседования:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем обоснован выбор темы исследования?- 2. В чем заключается проблема исследования? 3. Каков путь решения проблемы? 4. Какова цель исследования? <p>Задание: участие в научно-практических конференциях различного уровня; публикация статей по теме исследования.</p> <p>Задание:</p> <p>Изучение литературы по теме научного исследования.</p> <p>Создание в электронной папке файлов (документов) для каждого элемента научного исследования.</p> <p>Задание: реализация теоретических методов исследования. Написание черного варианта теоретической главы.</p> <p>Задание: Разработка основного понятия исследования.</p> <p>Задание: Разработка плана решения задач на базовом этапе исследовательской деятельности (ИД).</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-2 Способен к разработке мероприятий по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов		
<i>Физические основы генерации электроэнергии и теплоты</i>		
ПК-2.1	Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов	<p>Перечень теоретических вопросов:</p> <p>Провести анализ литературных источников по заданной теме.</p> <p>Современная теория строения вещества.</p> <p>Виды энергетических связей вещества.</p> <p>Молекулярные, атомные, ядерные связи, силы, свободные электроны.</p> <p>Понятие об электрическом токе и способе передачи теплоты в веществе, магнитное поле.</p> <p>Химическая энергия.</p> <p>Разрушение и образование молекулярных связей. Выделение и поглощение энергии.</p> <p>Основные энергетические ресурсы химические реакции энергетики.</p> <p>Основные устройства генерации и использования химической энергии.</p> <p>Топливные элементы.</p> <p>Атомная энергия.</p> <p>Разрушение и образование атомных связей.</p> <p>Выделение и поглощение энергии.</p> <p>Основные энергетические ресурсы атомных реакций энергетики.</p> <p>Основные устройства генерации и использования атомной энергии.</p> <p>Ядерная энергия.</p> <p>Разрушение и образование ядерных связей.</p> <p>Выделение и поглощение энергии.</p> <p>Основные энергетические ресурсы ядерных реакций энергетики.</p> <p>Основные устройства генерации и использования ядерной энергии.</p> <p>Солнечное излучение. Характеристика. Аккумуляция тепла. Типы аккумуляторов.</p> <p>Солнечные электростанции.</p> <p>Солнечные фотоэлектрические преобразователи, их применение.</p> <p>Тепловая энергия окружающей среды.</p> <p>Термоэлектричество.</p> <p>Термоэлектрические преобразователи.</p> <p>Эффект Пельтье, Зеебека. Применение термоэлектрических преобразователей.</p> <p>Основы магнитной динамики. Принцип получения электрического тока в проводнике.</p> <p>Механические генераторы электрического тока.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Магнитогидродинамические преобразователи движения электрических проводников в магнитном поле. Новые и перспективные источники тепловой и электрической энергии.</p> <p>Примерное практическое задание: Определить цель поиска. Выделить поэтапно решаемые задачи для достижения поставленной цели. №1. Бытовой компьютер потребляет в среднем мощность 100 Вт. Если сократить время его работы на 1 час в день, то сколько при этом экономится энергии? Сколько энергии можно сэкономить при этом в месяц? №2. Сколько энергии требуется для работы телевизора в течение 8 часов, если он потребляет в среднем мощность 200 Вт? Если сократить время его работы на 1 час в день, то сколько при этом экономится энергии? Сколько энергии можно сэкономить при этом в месяц? №3. Пылесос потребляет в среднем мощность 1200 Вт. Если уборку квартиры сократить на 20 мин, то сколько энергии при этом экономится? Сколько экономится энергии в месяц, если в среднем убираться 3 раза в неделю? №4. Иногда мы несвоевременно выключаем свет в прихожих наших квартир. Сколько электроэнергии можно сэкономить в день, если своевременно выключать свет в коридоре, зная, что мощность 1 лампочки 60 Вт и она светит ежедневно на 1 – 2 часа дольше? Сколько энергии можно сэкономить при этом в месяц?</p> <p>Пример задания на решение задач из профессиональной области: Владеть и применять не менее двух методов подбора и обработки информации. Привести результат решение задачи с помощью специализированных программных пакетов. Определить экономию ресурсов и времени в случае, если исходная температура шара в двух случаях равна 20°C и 50°C. Условие: полый стальной шар радиусом 100 мм с внутренней полостью радиусом 20 мм имеет температуру внутренней поверхности 100°C, внешней поверхности 20°C. Определить одномерное температурное поле для стального полого шара при граничных условиях первого рода (ГУ 1). Дано: 1. Геометрические размеры (рис. 1) – радиус внутренней поверхности $R_1 = 20$ мм; – радиус внешней поверхности $R_2 = 100$ мм. 2. Свойства материала: – материал шара сталь; – теплопроводность $\lambda = 45$ Вт/(м·К). 3. Граничные условия: – температура внутренней поверхности $T_1 = 100^\circ\text{C}$; – температура внешней поверхности $T_2 = 20^\circ\text{C}$. Найти картину одномерного температурного поля сферической стенки для случая, когда температура зависит только от одной координаты. Теплопроводность λ – постоянная величина. Граничные условия соответствуют ГУ 1 рода. Предложить объект приложения результатов вычислений для формирования предпроектного задания.</p>
<i>Системы и средства распределения тепловой энергии</i>		
ПК-2.1	Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает	Примерное практическое задание к аттестации: Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	<p>мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов</p>	<p>студента. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.</p> <p>а. Домашние задания: Домашнее задание №1 Расчет энергетического баланса промышленного предприятия. Домашнее задание №2 Расчет горения коксо доменной смеси. Домашнее задание №3 Расчет теплового насоса для системы утилизации тепла. Домашнее задание №4, 5 Расчет абсорбционной установки. Домашнее задание №6 Расчет схемы аккумулирования энергии сжатого воздуха.</p> <p>б. Аудиторные контрольные работы: Аудиторная контрольная работа №1 – Промышленные энергоносители и их свойства. Аудиторная контрольная работа №2 – Промышленные системы сжатого воздуха.</p> <p>Пример задачи для аттестации. 1. Провести расчет системы воздухообеспечения промышленного объекта и спроектировать компрессорную станцию для снабжения силовых и технологических потребителей сжатого воздуха. Обосновать схему прокладки воздухопроводов: кольцевую или тупиковую, оценить технико-экономические показатели процесса выработки сжатого воздуха. Для этого: составить схему системы воздухообеспечения с указанием местных сопротивлений. Принять расстояния: от КС до цеха №1 – 1800 м; от цеха №1 до цеха №2 – 1100 м; от цеха №2 до цеха №3 – 1500 м; отводы от магистрали к цехам – 150 м. Определить расчетные нагрузки на КС: максимальный и максимально длительный расходы, расчетное давление. Подобрать компрессоры по типу, расчетному давлению и производительности. Произвести гидравлический расчет системы.</p>
<i>Специальные вопросы высокотемпературных теплотехнологических процессов</i>		
ПК-2.1	<p>Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа</p>	<p>Вопросы и задачи: 1. При каких значениях числа Био тело является термически тонким: 5) $Bi \rightarrow 0$; 6) $Bi \rightarrow \infty$; 7) $Bi < 0$;</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов	<p>8) $Bi = 25$.</p> <p>2. Процесс теплоотдачи - это:</p> <p>5) перенос теплоты в движущейся среде молярными объемами;</p> <p>6) передача теплоты через стенку;</p> <p>7) молекулярный перенос теплоты;</p> <p>8) передача теплоты на границе раздела среда – твердое тело.</p> <p>3. Размерность коэффициента теплоотдачи:</p> <p>5) $\frac{Вт}{м^2 \cdot град}$;</p> <p>6) $\frac{Вт}{м^2}$;</p> <p>7) $\frac{Вт}{м \cdot град}$;</p> <p>8) $\frac{Вт}{м}$</p> <p>4. Свободная конвекция - это перенос теплоты при:</p> <p>5) движении жидкости от одного тела к другому;</p> <p>6) движении жидкости под действием нагнетателя;</p> <p>7) движении газов, вызванном ветром;</p> <p>8) движении жидкости под действием разности плотностей, вызванной разностью температур.</p> <p>5. Числа подобия – это:</p> <p>5. комплекс величин, имеющих одинаковую размерность;</p> <p>6. комплекс теплофизических величин среды;</p> <p>7. величины, определяющие геометрическое подобие процессов;</p> <p>8. безразмерные комплексы, составленные из размерных разнородных величин.</p> <p>6. Какое число подобия является определяемым при расчетах конвективного теплообмена?</p> <p>5) Pr ;</p> <p>6) Nu ;</p> <p>7) Re ;</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>8) Gr.</p> <p>7. Каким уравнением подобия характеризуется вынужденная конвекция?</p> <p>5) $N = f(G, P)$;</p> <p>6) $N = f(R, P)$;</p> <p>7) $N = f(F, P)$;</p> <p>8) $N = f(B, P)$.</p> <p>8. Какое из уравнений (в общем виде) используется для расчета коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции?</p> <p>5) $Nu = c (Gr \cdot Pr)^m$</p> <p>6) $Nu = c Re^n \cdot Pr^m$</p> <p>7) $Nu = c (Re \cdot Pr)^n (Gr \cdot Pr)^m$</p> <p>8) $Nu = c (Gr)^m$</p> <p>ЗАДАЧА 1. Оконный стеклопакет состоит из трех слоев стекла толщиной по 4 мм каждый. Между стеклами находятся слои сухого неподвижного воздуха толщиной 10 мм. Площадь поверхности окна 3 м². Разность температур на внешних поверхностях стекол 30 0С. Определить потери теплоты через окно, если коэффициенты теплопроводности стекла $\lambda_{ст} = 0,74$ Вт/м. К, воздуха $\lambda_{возд} = 2,45 \cdot 10^{-2}$ Вт/ м.К.</p> <p>ЗАДАЧА 2. Определить плотность теплового потока (q, Вт/м²) в процессе теплопередачи от дымовых газов к кипящей пароводяной смеси через стальную стенку толщиной $\delta = 8$ мм. Температура газов $t_1 = 1000$ 0С, температура смеси $t_2 = 200$ 0С. Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке $\alpha_1 = 40$ Вт/м².К, от стенки к пароводяной смеси $\alpha_2 = 4000$ Вт/м².К, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 40$ Вт/м.К. Рассчитать также температуры стенки с обеих сторон t_{c1} и t_{c2}.</p> <p>ЗАДАЧА 3. Какую толщину должна иметь изоляция, если ее наложить на плоскую стальную стенку толщиной 20 мм, чтобы тепловые потери уменьшились в два раза. Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_m = 40$ Вт/м К, а материала изоляции $\lambda_i = 0,125$ Вт/м К, коэффициент теплоотдачи с одной стороны стенки $\alpha_1 = 500$ Вт/м² К, а с другой $\alpha_2 = 80$ Вт/м² К.</p> <p>ЗАДАЧА 4. По чугунному трубопроводу диаметром $d_2 = 50$ мм, $d_1 = 44$ мм движется пар с температурой 315 0С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе $\alpha_1 = 120$ Вт/м² .К. Температура окружающего воздуха 20 0С,</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>коэффициент теплоотдачи $\alpha_2 = 12 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$. Найти тепловые потери, если трубопровод изолирован слоем пеношамота $\delta = 50 \text{ мм}$. λ пеношамота = $0,3 \text{ Вт/м К}$, λ чугуна = $90 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$.</p> <p>ЗАДАЧА 5. Для уменьшения потерь теплоты от паропровода диаметром $d_2 = 25 \text{ мм}$ предлагаются изоляционные материалы: асбест $\lambda = 0,151 \text{ Вт/м.К}$, стекловата $\lambda = 0,047 \text{ Вт/м.К}$. Какой материал целесообразнее принять в качестве изоляции, если коэффициент теплоотдачи к окружающей среде $\alpha_2 = 8 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.</p> <p>Примеры комплексных задач:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нестационарная теплопроводность; 2. Конвективный теплообмен при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности; 3. Теплообмен излучением между газом и твердой поверхностью; 4. Тепловой расчет экономайзера; 5. Тепловой расчет воздухоподогревателя; 6. Тепловой расчет пароперегревателя. <p>Пример темы №1 (задания по вариантам утверждаются на заседании кафедры) Нестационарная теплопроводность Металлическая заготовка, имеющая форму пластины (цилиндра) неограниченной длины, толщиной 2δ (или диаметром $2r_0$), с начальной температурой t_0, нагревается в печи, температура которой $t_{ж}$ поддерживается постоянной, до конечной температуры по оси заготовки $t_{ц \text{ кон.}}$. Считая длину заготовки большой по сравнению с толщиной (или диаметром), определить: Время нагревания заготовки до заданной конечной температуры; Температуры на оси и поверхности заготовки для различных моментов времени (с использованием номограмм Будрина); Распределение температуры по толщине заготовки для четырех моментов времени (с использованием аналитических формул); Количество теплоты, подведенное к телу в течение всего периода нагревания (на 1 м^2 поверхности пластины или на 1 м длины цилиндра); По результатам расчетов 3 построить графики.</p>
<i>Использование источников энергии в металлургии</i>		
ПК-2.1	Анализирует данные по использованию	<p>Вопросы и задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теплотехнические характеристики природного твердого топлива (торфа, бурого и каменного углей).

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов	<p>2. Теплота сгорания топлива (высшая, низшая), формула Д.И.Менделеева, методика экспериментального определения Q_v;</p> <p>3. Условное топливо.</p> <p>4. Теплотехнические характеристики природного жидкого топлива (нефти).</p> <p>5. Теплотехнические характеристики мазута, к/у и б/у смол. Марки мазута.</p> <p>6. Теплотехнические характеристики искусственного жидкого топлива (моторное топливо, октановое и цетановое число).</p> <p>7. Коэффициент расхода воздуха, методика его расчета и определения исходя из состава топлива и продуктов горения.</p> <p>8. Методика расчета горения жидкого (твердого) топлива; определение L_0, V_0 и состава продуктов горения.</p> <p>9. Газификация твердого топлива; теоретические генераторные газы (воздушный, водяной); состав и выход генераторных газов,</p> <p>10. Теплотехнические характеристики природных газов; транспортировка, магистральные и распределительные газопроводы, ГРС; одоризация; хранение газов; сжиженные горючие газы.</p> <p>11. Температура горения топлива (жаропроизводительность, калориметрическая, теоретическая); методика расчета; зависимость от различных факторов.</p> <p>12. Основные месторождения газообразного топлива в России.</p> <p>13. Геологические запасы углей России; месторождения каменного и бурого угля.</p> <p>14. Пиролиз твердого топлива; коксование, свойства кокса, коксовый газ.</p> <p>15. Методика расчета калориметрической температуры горения топлива</p> <p>Задача 1. Произвести расчет топливно-кислородной горелки при следующих исходных условиях. Горелки включают сразу после завалки. Суммарная продолжительность работы горелок зависит от физических свойств загруженного скрапа, и колеблется от 15 до 20 минут, что обычно составляет 20-35% времени плавки. Считается, что средний термический КПД горелок равен 50-60%. Шихта расплавляется одновременно во всем рабочем пространстве печи. Топливо - природный газ. Теплота сгорания природного газа 10 кВт*ч/т.</p> <p>Задача 2. Провести расчет горения вторичного газа металлургического процесса производства стали в кислородном конвертере. Найти температуру горения с воздухом, обогащенным кислородом до 28% с учетом коэффициента избытка воздуха 1,2.</p> <p>Задача 3. Провести расчет реакции пароводяной конверсии метана при параметрах водяного пара 350°C, 1,3 МПа.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Провести расчет горения топлива продуктов реакции паровой конверсии метана при сжигании с чистым кислородом и с воздухом. Сравнить результаты.
<i>Энергосбережение при транспорте и распределении теплоты</i>		
ПК-2.1	Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов	<p>Перечень контрольных вопросов для подготовки к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Традиционные источники тепловой энергии. Их состояние в настоящее время и перспективы их использования. 2. Основные термодинамические показатели эффективности работы тепловых утилизаторов. 3. Утилизаторы тепла с промежуточным теплоносителем с теплообменниками рекуперативного типа. 4. Регенеративные утилизаторы тепла. 5. Теплотехнический расчет рекуперативных утилизаторов. 6. Пластинчатые воздуховоздушные теплоутилизаторы. Конструкции и основные свойства. 7. Повышение эффективности энергосбережения за счет совершенствования систем ТГСВ. 8. Тепловые насосы. Общие положения. Классификация. 9. Утилизация тепловой энергии от ВЭР. Основные понятия. Общие принципы работы и классификация аппаратов утилизации тепла. 9. Повышение эффективности работы теплового насоса с помощью газовых двигателей. 10. Основные технико-экономические показатели эффективности работы утилизаторов теплоты. 11. Основные недостатки и достоинства компрессионных тепловых насосов. Меры по борьбе с недостатками. 12. Рекуперативные утилизаторы теплоты. Общие положения. Характеристика процесса рекуперативного теплообмена. 13. Утилизаторы тепла с промежуточным теплоносителем с теплообменниками из тепловых трубок. 14. Трубчатые рекуперативные теплообменники. 15. Утилизаторы теплоты с промежуточным теплоносителем. Общие положения. 16. Определение коэффициента теплопередачи рекуперативного теплообменника. 17. Компрессионные тепловые насосы. Принцип действия и основные схемы применения. 18. Утилизаторы тепла с промежуточным теплоносителем с теплообменниками контактного типа. 19. Снижение теплотерь при производстве тепловой энергии с помощью газообразного топлива. 20. Снижение теплотерь при производстве тепловой энергии с помощью твердого топлива. 21. Снижение теплотерь при транспорте тепловой энергии. 22. Основные положения программы модернизации тепловых пунктов зданий. <p>Примерное практическое задание к аттестации:</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>АПР №1 «Составление схемы утилизации теплоты вытяжного воздуха с использованием рекуперативного теплообменника». Определить место установки и основные параметры потоков воздуха , входящих в теплообменник, согласно индивидуального задания. Определить коэффициент термодинамической эффективности теплообменника.</p> <p>АПР №2 «Расчет экономического эффекта использования теплообменника» Определить количество теплоты утилизированной в теплообменнике, рассчитать экономический эффект утилизации . определить срок окупаемости мероприятия. В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся тему расчетно-графической работы (РГР№1; РГР№2) с прилагаемым перечнем индивидуальных заданий для выбора исходных данных. Совпадение индивидуальных заданий к расчетно-графической работе у студентов одной учебной группы не допускается.</p> <p>После выбора темы и задания к расчетно-графической работе преподаватель рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более актуально обработать материал по выбранной им теме. В процессе выполнения расчетно-графической работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.</p> <p>Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.</p>
<i>Исследование энергоэффективности работы теплообменного оборудования</i>		
ПК-2.1	Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов	<p>Перечень контрольных вопросов для подготовки к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Традиционные источники тепловой энергии. Их состояние в настоящее время и перспективы их использования. 2. Основные термодинамические показатели эффективности работы тепловых утилизаторов. 3. Утилизаторы тепла с промежуточным теплоносителем с теплообменниками рекуперативного типа. 4. Регенеративные утилизаторы тепла. 5. Теплотехнический расчет рекуперативных утилизаторов. 6. Пластинчатые воздуховоздушные теплоутилизаторы. Конструкции и основные свойства. 7. Повышение эффективности энергосбережения за счет совершенствования систем ТГСВ. 8. Тепловые насосы. Общие положения. Классификация. 9. Утилизация тепловой энергии от ВЭР. Основные понятия. Общие принципы работы и классификация аппаратов утилизации тепла.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>9. Повышение эффективности работы теплового насоса с помощью газовых двигателей.</p> <p>10. Основные технико-экономические показатели эффективности работы утилизаторов теплоты.</p> <p>11. Основные недостатки и достоинства компрессионных тепловых насосов. Меры по борьбе с недостатками.</p> <p>12. Рекуперативные утилизаторы теплоты. Общие положения. Характеристика процесса рекуперативного теплообмена.</p> <p>13. Утилизаторы тепла с промежуточным теплоносителем с теплообменниками из тепловых трубок.</p> <p>14. Трубчатые рекуперативные теплообменники.</p> <p>15. Утилизаторы теплоты с промежуточным теплоносителем. Общие положения.</p> <p>16. Определение коэффициента теплопередачи рекуперативного теплообменника. 17. Компрессионные тепловые насосы. Принцип действия и основные схемы применения.</p> <p>18. Утилизаторы тепла с промежуточным теплоносителем с теплообменниками контактного типа.</p> <p>19. Снижение теплотерь при производстве тепловой энергии с помощью газообразного топлива.</p> <p>20. Снижение теплотерь при производстве тепловой энергии с помощью твердого топлива.</p> <p>21. Снижение теплотерь при транспорте тепловой энергии.</p> <p>22. Основные положения программы модернизации тепловых пунктов зданий.</p> <p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <p>АПР №1 «Составление схемы и оценка энергетической эффективности утилизации теплоты вытяжного воздуха с использованием рекуперативного теплообменника». Определить место установки и основные параметры потоков воздуха, входящих в теплообменник, согласно индивидуального задания. Определить коэффициент термодинамической эффективности теплообменника.</p> <p>АПР №2 «Расчет экономического эффекта и оценка энергетической эффективности использования теплообменника» Определить количество теплоты утилизированной в теплообменнике, рассчитать экономический эффект утилизации. определить срок окупаемости мероприятия. В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся тему расчетно-графической работы (РГР№1; РГР№2) с прилагаемым перечнем индивидуальных заданий для выбора исходных данных. Совпадение индивидуальных заданий к расчетно-графической работе у студентов одной учебной группы не допускается.</p> <p>После выбора темы и задания к расчетно-графической работе преподаватель рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более актуально обработать материал по выбранной им теме. В процессе выполнения расчетно-графической работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Преподаватель, проверив работу, может возвратить ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.</p>
<i>Производственная - научно-исследовательская работа</i>		
ПК-2.1	<p>Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов</p>	<p>В конце каждого семестра магистрант по результатам научно-исследовательской работы готовит отчет, включающий разделы, выполненные студентом согласно индивидуальному плану. По результатам собеседования и выполненной работы руководитель магистранта выставляет ему аттестационную оценку. Промежуточная аттестация по научно-исследовательской работе имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения и проводится в форме зачета с оценкой. Обязательной формой отчетности обучающегося по НИР является письменный отчет. Цель отчета – сформировать и закрепить компетенции, приобретенные обучающимся в результате освоения теоретических курсов и полученные им при выполнении НИР.</p> <p>В работу специализированного научно-исследовательского семинара вовлечены магистры, обучающиеся по направлению магистратуры 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Специализированный научно-исследовательский семинар включает в себя публичную защиту магистерской работы.</p> <p>Структура и содержание научно-исследовательской работы магистра Содержание научно-исследовательской работы определяется тематикой выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации), выбранной студентом и согласованной с научным руководителем, исходя из специфики изучаемой студентом программы.</p> <p>Перечень общих направлений научно-исследовательской работы магистров:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перспективные проблемы эффективного использования материальных ресурсов и энергии в промышленных теплотехнологических системах. 2. Интенсивное энергосбережение и экология в теплотехнологии. 3. Разработка энерго- и материалосберегающих технологий производства. 4. Отбор источников энергии и энергоносителей. 5. Разработка термодинамически идеальных и технически реализуемых тепловых схем. 6. Выбор эффективных теплотехнических принципов организации технологического процесса. 7. Энергоэкономическая и теплотехническая оптимизация высокотемпературных процессов. 8. Разработка и создание энергоматериалосберегающих и экологически безопасных моделей производственных систем и оборудования нового поколения.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>9. Разработка эффективных принципов построения схем технологических реакторов и элементов теплоиспользования.</p> <p>Примерные тематики специализированных научно-исследовательских семинаров: Примерный перечень тем (направлений) научно-исследовательской работы магистров:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование возможностей повышения эффективности сжигания природного газа путем химической регенерации. 2. Исследование энергоэффективности процессов сжатия промышленных газов. 3. Исследование возможностей использования теплоты жидкой стали в сталелитейных комплексах. 4. Изучение тепловыделяющих процессов черной металлургии с целью повышения ее энергетической эффективности. 5. Разработка эффективной схемы энергообеспечения электросталеплавильного производства. 6. Исследование возможностей модернизации систем охлаждения высокотемпературных процессов и установок черной металлургии. 7. Разработка эффективной схемы энергообеспечения процессов переработки металлических руд. 8. Разработка схемы комплексного использования конвертерных газов кислородно-конвертерного процесса. 9. Комплексная оценка эффективности использования источников энергии электросталеплавильного производства. 10. Разработка принципов энергоэффективного использования угля. 11. Повышение эффективности тепловой обработки материалов на основе современных газотурбинных технологий. 12. Исследование возможностей эффективного использования теплоты кокса. 13. Комплексная оценка энергетических и экологических свойств основных видов ископаемых топлив. 14. Энергосбережение в промышленных системах производства сжатого воздуха. 15. Разработка процессов тригенерации и полигенерации на электрических станциях
ПК-3 Способен к преподаванию по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации		
<i>Производственная - педагогическая практика</i>		
ПК-3.1	Проводит учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП,	В процессе практики магистранты участвуют во всех видах научно-педагогической и организационной работы выпускающей кафедры (другого подразделения своего вуза). При этом в соответствии с индивидуальным планом, составленным научным руководителем и утвержденным заведующим кафедрой практиканты:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	<p>организует самостоятельную работу обучающихся, контролирует и оценивает освоение обучающимися учебных курсов, дисциплин (модулей) программ бакалавриата и ДПП</p>	<p>изучают:</p> <ul style="list-style-type: none"> - содержание, формы, направления деятельности кафедры: документы планирования и учета учебной нагрузки; протоколы заседания кафедры; планы и отчеты преподавателей; документы по аттестации студентов; нормативные и регламентирующие документы кафедры; - учебно-методические материалы; - программы учебных дисциплин, курсы лекций, содержание лабораторных и практических занятий; - научно-методические материалы: научно-методические разработки, тематику научных направлений кафедры, научно-методическую литературу. <p>выполняют следующую педагогическую работу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - посещают занятия преподавателей кафедры по различным учебным дисциплинам (не менее трех посещений); - проводят наблюдение и анализ занятий по согласованию с преподавателем учебной дисциплины (не менее двух наблюдений) - самостоятельно проводят фрагменты (части) занятий по согласованию с научным руководителем и (или) преподавателем учебной дисциплины; - самостоятельно проводят занятия по плану учебной дисциплины (не менее двух занятий); - разрабатывают конспекты лекций по отдельным учебным дисциплинам (не менее одного конспекта); - участвуют в разработке учебно-методических изданий, лабораторных стендов или программ для ЭВМ по заданию кафедры. <p>По итогам прохождения практики студент оформляет письменный отчет с анализом всех видов его деятельности, который утверждается научным руководителем. Отчет сдается на кафедру не позднее 10 дней после окончания практики. Защита отчета проходит в виде собеседования, причем оценка учитывает как качество представленных магистрантом материалов, так и практические навыки и отзыв научного руководителя (прикрепленного преподавателя-наставника) о работе магистранта в период практики. Результаты аттестации практики фиксируются в экзаменационных ведомостях.</p>
ПК-4 Способен проводить диагностику состояния особо сложных технологических комплексов термического производства		
<i>Энергообеспечение промышленных теплотехнологических комплексов</i>		
ПК-4.1	Анализирует техническую и нормативную документацию по	<p>Примерное задание:</p> <p>Задача 1.</p> <p>Рассчитать методическую печь для нагрева заготовок при следующих условиях: количество отапливаемых зон 3, марка стали ЗСП, сечение заготовки 300200, длина заготовки 4,5 м, температура посяда 0 оС, температура</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	<p>конструкции термического оборудования и разрабатывает план диагностики особо сложного технологического комплекса термического производства.</p>	<p>выдачи 1245 оС, производительность печи 160 т/ч, температура нагрева газа 0 оС, температура нагрева воздуха 350 оС, топливо: смесь коксового и доменного газов, теплота сгорания топлива 8,793 МДж/м3, влажность коксового газа 21 г./м3, влажность доменного газа 27 г./м3, коэффициент расхода воздуха 1,1. Топливо на 95% состоит из метана, азот 5%.</p> <p>Задача 2. Провести расчет рекуператора для подогрева воздуха. Исходные данные для расчета: на входе в рекуператор =0оС, на выходе =300оС. Температура дыма на входе в рекуператор =1100оС. Расход газа на отопление печи =1,17 м3/с. Расход воздуха на горение топлива м3/с. Количество дымовых газов на входе в рекуператор м3/с. Состав дымовых газов 8,94% CO2; 17,1% H2O; 1,72% O2 и 71,9% N2.</p>
<i>Основы методологии интенсивного энергосбережения</i>		
ПК-4.1	<p>Анализирует техническую и нормативную документацию по конструкции термического оборудования и разрабатывает план диагностики особо сложного технологического комплекса термического производства.</p>	<p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Решить задачу и с применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант построения задачи с повышенными характеристиками энергосбережения. Определить количество пара, вырабатываемого котлом-утилизатором, установленным за мартеновской печью, а также рассчитать годовую экономию топлива (природного газа). Исходные данные: начальная температура газов $t_{r1} = 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$; конечная температура газов $t_{r2} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$; объемный расход газов $V_{r} = 12000 \text{ м}^3/\text{ч}$; давление пара, вырабатываемого котлом-утилизатором $P_p = 40 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (40 ата). 2. Решить задачу и с применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант построения задачи с повышенными характеристиками энергосбережения. Определить экономическую эффективность применения тепловой изоляции паропровода. Исходные данные: внутренний диаметр паропровода $d_1 = 200 \text{ мм}$; наружный диаметр паропровода $d_2 = 210 \text{ мм}$; толщина изоляции (шлаковаты) $\delta_{из} = 50 \text{ мм}$; диаметр трубопровода в изоляции $d_3 = 310 \text{ мм}$; длина паропровода $l = 100 \text{ м}$; коэффициент теплоотдачи от пара к стенке $\alpha_1 = 80 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$; коэффициент теплоотдачи от поверхности паропровода к окружающему воздуху $\alpha_2 = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$; давление пара в паропроводе $P_p = 10 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (10 ата); температура перегретого пара $t_{пе} = 400 \text{ }^{\circ}\text{C}$. 3. Решить задачу и с применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант построения задачи с повышенными характеристиками энергосбережения. Составить тепловой баланс и рассчитать КПД печной установки б тилизации теплоты уходящих газов и с утилизацией теплоты уходящих газов за счет применения теплофикационного экономайзера. Исходные данные производительность коэффициент избытка воздуха в рабочей камере $\alpha = 1,1$; температура дутьевого воздуха $t_{в} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ теоретический расход воздуха для горения $o VB = 8,5 \text{ м}^3/\text{м}$ начальная температура заготовок $m = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; конечная температура нагретых заготовок $t''_m = 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$; объем продуктов сгорания (уходящих газов) $V_{r} = 10 \text{ м}^3/\text{м}^3$; температура топлива $t_t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; теплоемкость топлива $C_t = 1,26 \text{ кДж}/(\text{кг} \text{ }^{\circ}\text{C})$ температура уходящих газов: без утилизации теплоты с утилизацией

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>теплоты $t''_{ух} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$.</p> <p>4. Решить задачу и с применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант построения задачи с повышенными характеристиками энергосбережения. Определить количество образующихся водяных паров вскипания в сепараторе. Исходные данные: давление конденсата, поступающего в сепаратор $P1 = 0,6 \text{ МПа}$ (6 ата) при $t_{нп1} = 158,1 \text{ }^\circ\text{C}$; давление в сепараторе $P2 = 0,2 \text{ МПа}$ (2 ата) при $t_{нп2} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$; энтальпия пара $i'' = 2706,9 \text{ кДж/кг}$; расход конденсата $G_k = 10000 \text{ кг/ч}$ (2,8 кг/с).</p> <p>5. Решить задачу и с применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант построения задачи с повышенными характеристиками энергосбережения. Теплотехнологическая установка снабжается паром из паропровода, имеющего давление $P1$. С помощью редукционного 34 клапана давление снижается до $P2$. Расход пара $D_{п} = 10 \text{ т/ч}$. Определить потерю энергии и топлива в результате дросселирования пара. Исходные данные: Параметры пара в паропроводе: давление $P1 = 1,2 \text{ МПа}$, температура пара $t_{пe} = 216 \text{ }^\circ\text{C}$, энтальпия пара $i_{пe} = 2913 \text{ кДж/кг}$. Параметры пара в теплотехнологической установке: давление пара $P2 = 0,2 \text{ МПа}$; энтальпия пара $i'' = 2708 \text{ кДж/кг}$.</p>
<i>Учебная - научно-исследовательская работа</i>		
ПК-4.1	Анализирует техническую и нормативную документацию по конструкции термического оборудования и разрабатывает план диагностики особо сложного технологического комплекса термического производства.	<p>Задание: уточнение источников для проведения научного исследования. Оформление библиографического списка.</p> <p>Задание: Изучение педагогического опыта и эксперимента по проблеме научного исследования. Написание чернового варианта экспериментального исследования.</p> <p>Задание: Проведение констатирующего эксперимента, диагностических процедур.</p> <p>Задание: Разработка исследовательского продукта и методики его реализации.</p> <p>Задание: оформление отчета по учебной практике –НИР; выступление с отчетом по учебной практике –НИР на спецсеминаре.</p> <p>Вопросы для собеседования:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы результаты диагностического исследования? 2. Какой продукт разработан Вами? 3. Как возможно осуществить внедрение Вашего продукта исследований? 4. Каковы результаты внедрения? <p>Задание: участие в научно-практических конференциях различного уровня; публикация статей по теме исследования.</p> <p>Задание на практику:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разработать действующую схему объекта и исследовать её эффективность.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		2. Разработать направления повышения эффективности действующей схемы. 3. Разработать перспективную схему объекта и исследовать её эффективность. 4. Выполнить сравнительный анализ эффективности и дать диагностическое заключение.
ПК-5 Способен к определению направлений реконструкции и технического перевооружения действующего термического производства, уровня специализации и диверсификации производства на перспективу		
<i>Основы методологии интенсивного энергосбережения</i>		
ПК-5.1	Определяет направление реконструкции и технического перевооружения действующего термического производства, уровня специализации и диверсификации производства на перспективу, эффективность действующего термического производства и путей повышения производительности труда	1. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых систем: Энергоэффективность использования природного газа. Природный газ как ресурс и энергоноситель. Транспортные и энергетические свойства природного газа. Состав природных газов и особенности его применения. Газовые потребители на промышленном предприятии. Возможные заменители природного газа. Вторичные топливные газы, их свойства и возможности замены природного газа. Теплотехнологические потребители природного газа и их характеристики. Обоснованность норм потребления природного газа. Обоснованность применения природного газа в технологических и энергетических процессах. Оценки эффективности применения природного газа. Основные научные проблемы и задачи в использовании природного газа. 2. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых систем: Энергоэффективность использования углей. Энергетические угли и их применение в теплоэнергетике. Ресурсы и составы энергетических углей. Особенности применения углей разных составов и свойств. Способы и методы подготовки и сжигания топлива. Оценки эффективности использования углей. Коксующиеся угли и особенности их применения. Роль коксующихся углей в топливно-энергетическом балансе предприятия черной металлургии. Подготовка коксующихся углей к использованию в черной металлургии. Экологические проблемы применения углей в промышленности. Безотходные технологии сжигания углей. Основные проблемы и научные задачи применения углей в промышленности. 3. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых систем: Тепловые электрические станции промышленных предприятий и проблемы когенерации электрической энергии. Место и роль промышленных ТЭС в теплоэнергетическом комплексе промышленного предприятия. Типы тепловых электрических станций. Паротурбинные станции и их структура. Основные технические системы ТЭС. Анализ эффективности циклов ТЭС. Проблемы когенерации электрической энергии в промышленности. Направления повышения эффективности ТЭС. Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования электрических станций и технологических схем. Основные проблемы и научные задачи промышленного производства электроэнергии. 4. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>систем: Перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергоснабжения объединенных и автономных потребителей. Определение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основные характеристики источников энергии. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и топливно-энергетические балансы промышленных предприятий. Оценки возможности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности. Оценки эффективности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности. Основные проблемы и научные задачи использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности.</p> <p>5. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых систем: Энергоснабжение, энергосбережение и энергоэффективность промышленного комплекса. Определение энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности промышленного комплекса. Основные задачи и проблемы промышленного энергоснабжения. Анализ энергетических балансов предприятия. Основные задачи и проблемы энергосбережения в промышленности. Основные задачи и проблемы повышения энергоэффективности теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования. Взаимосвязи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности. Основные проблемы и научные задачи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности в промышленности.</p> <p>6. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых систем: Энергетика, экология и экономика в промышленности. Промышленное производство и его энергетические, экологические и экономические аспекты. Взаимосвязь энергетических, экологических и экономических характеристик промышленного производства. Критерии эффективности энергетические, экологические и экономические и их взаимосвязь. Экологические проблемы теплоэнергетики. Задачи разработки безотходных, энергоэффективных и экологически чистых технологий. Задачи энергообеспечения безотходных технологий и критерии минимума энергопотребления. Задачи переработки накопленных отходов. Основные проблемы и научные задачи совершенствования энергетических, экологических и экономических аспектов промышленного производства.</p> <p>7. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых систем: Системы производства и распределения теплоты. Структура систем промышленного и коммунального теплоснабжения. Тепловые станции производства теплоты. Типы источников тепловой энергии в промышленности. Эффективность производства тепловой энергии. Тепловые сети и транспорт теплоты в промышленности и коммунальном хозяйстве. Потребители тепловой энергии в промышленности и коммунальном хозяйстве. Проблемы эффективности производства и потребления тепловой энергии. Централизованное теплоснабжение. Основные проблемы и научные задачи теплоснабжения в промышленности и коммунальном хозяйстве.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>8. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых систем: Системы производства и распределения сжатого воздуха и продуктов его разделения. Сжатый воздух как промышленный энергоноситель, его основные характеристики. Масштабы производства сжатого воздуха в промышленности. Системы производства сжатого воздуха. Компрессорные и воздуходувные станции. Основное оборудование производства сжатого воздуха и продуктов его разделения. Оценки эффективности производства сжатого воздуха. Резервы энергосбережения в производстве сжатого воздуха. Основные проблемы и научные задачи производства сжатого воздуха.</p> <p>9. С применением теории интенсивного энергосбережения предложить вариант развития рассматриваемых систем: Оценки эффективности использования технической воды. Основные проблемы и научные задачи промышленного водоснабжения.</p>
<i>Математическое моделирование объектов и систем теплоэнергетики</i>		
ПК-5.1	<p>Определяет направление реконструкции и технического перевооружения действующего термического производства, уровня специализации и диверсификации производства на перспективу, эффективность действующего термического производства и путей повышения производительности труда</p>	<p>Пример тестов для контроля.</p> <p>Тест 1: Основной метод для решения начально-граничных задач для уравнений в частных производных называется: Варианты ответов: 1. Сеточный метод 2. Метод касательных 3. Метод секущих 4. Метод средней точки</p> <p>Тест 2: Какие матрицы можно перемножить? Варианты ответов: 1. Матрицы с равным числом строк. 2. Матрицы с равным числом столбцов. 3. Сцепленные матрицы, у которых число столбцов первой матрицы равно числу строк второй матрицы.</p> <p>Тест 3: Что такое ранг матрицы $r(A)$? Варианты ответов: 1. Число строк матрицы. 2. Число столбцов матрицы.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>3. Максимальное число линейно-независимых столбцов (или строк) матрицы.</p> <p>Тест 4: Для каких матриц можно вычислить обратную матрицу? Варианты ответов: 1. Для диагональных. 2. Для квадратных. 3. Для прямоугольных. 4. Для разреженных.</p> <p>Тест 5: Какие задачи называются обратными? Варианты ответов: 1. Определение причины по следствию. 2. Определение следствия по причине.</p> <p>Тест 6: Условия корректно поставленной вычислительной задачи? Варианты ответов: 1. Решение существует + решение единственное (однозначное)+решение устойчивое. 2. Решение существует + решение единственное (однозначное)+решение состоятельное. 3. Решение существует + решение множественное + решение состоятельное.</p> <p>Тест 7: Условие существования и единственности решения СЛАУ? Варианты ответов: 1. Свободные члены уравнений равны нулю. 2. Ранг матрицы коэффициентов равен рангу расширенной матрицы системы. 3. Число уравнений равно числу неизвестных.</p> <p>Тест 8: Какой метод решения СЛАУ позволяет найти решение СЛАУ даже в случае неполного ранга системы? Варианты ответов:</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. Метод Гаусса (треугольное разложение). 2. Метод ортогонального разложения. 3. Метод сингулярного разложения.</p> <p>Тест 9: Подмена одной функции другой называется: 1) Интерполяция 2) Экстраполяция 3) Аппроксимация 4) Сплайн.</p> <p>Тест 10: Многочлен называется: 1. Интерполяционный многочлен Лагранжа 2. Интерполяционный многочлен Ньютона 3. Интерполяционный многочлен Чебышева 4. Интерполяционный многочлен Лежандра</p> <p>Тест 11: Функция, дифференцируемая k раз, и на каждом из заданных отрезков являющаяся многочленом степени m, называется: Варианты ответов: 1. Интерполяция 2. Экстраполяция 3. Аппроксимация 4. Сплайн.</p> <p>Тест 12: Явно-неявный метод Эйлера решения задачи Коши эквивалентен методу Варианты ответов: 1. Трапеций 2. Предиктор-корректорному методу Адамса первого порядка 3. Предиктор-корректорному методу Адамса второго порядка</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>4. Милна</p> <p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить потери тепла через стенку длиной 5 м, высотой 3 м, толщиной $d = 0,25$ м, если на поверхностях стенки поддерживаются температуры $t_1 = +20$ °С, $t_2 = -5$ °С, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 0,6$ Вт/(м·град). 2. Стенки топки парового котла выполнены из огнеупорного кирпича толщиной $d = 0,25$ м. Температуры на внутренней и внешней поверхностях $t_1 = 1350$°С, $t_2 = 50$°С. Теплопроводность кирпича зависит от температуры $\lambda = 0,93(1+0,00075t)$. Вычислить и изобразить в масштабе распределение температур внутри стенки на расстояниях $x_1 = 0,05$ м, $x_2 = 0,1$ м, $x_3 = 0,15$ м, $x_4 = 0,2$ м. 3. В резервуар, содержащий 125 м³ жидкости плотностью 1760 кг/м³, закачано 224 м³ жидкости плотностью 1848 кг/м³. Определить плотность получившейся смеси. 4. Полый стальной шар радиусом 100 мм с внутренней полостью радиусом 20 мм имеет температуру внутренней поверхности 100 °С, внешней поверхности 20 °С. Определить одномерное температурное поле для стального полого шара при граничных условиях первого рода (ГУ 1). Дано: 1. Геометрические размеры (рис. 1) – радиус внутренней поверхности $R_1 = 20$ мм; – радиус внешней поверхности $R_2 = 100$ мм. 2. Свойства материала: – материал шара сталь; – теплопроводность $\lambda = 45$ Вт/(м·К). 3. Граничные условия: – температура внутренней поверхности $T_1 = 100$ °С; – температура внешней поверхности $T_2 = 20$ °С. Найти картину одномерного температурного поля сферической стенки для случая, когда температура зависит только от одной координаты. Теплопроводность λ – постоянная величина. Граничные условия соответствуют ГУ 1 рода. 5. Предложить объект применения результатов вычислений для формирования предпроектного задания. Жидкость движется по трубопроводу, состоящему из двух участков труб разного диаметра. На первом участке трубы диаметром 100 мм, скорость течения 50 см/с, на втором участке скорость течения 20 см/с. Каков диаметр трубы на втором участке? 6. Предложить объект применения результатов вычислений для формирования предпроектного задания. Из открытого резервуара через круглое отверстие диаметром $d = 4,5$ см в его стенке требуется пропустить расход воды $V = 6$ л/с. Определить: а) какой напор H обеспечит заданный расход; б) как изменится расход, если к отверстию присоединить внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 4,5$ см при вычисленном напоре H. 7. Предложить объект применения результатов вычислений для формирования предпроектного задания. Как изменится расход, если к отверстию диаметром 5 см присоединить внешний цилиндрический насадок того же диаметра? Напор над центром отверстия 1,2 м. Каким должен быть напор, чтобы расход, проходящий через насадок остался таким же, что и через отверстие?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<i>Производственная - технологическая практика</i>		
ПК-5.1	<p>Определяет направление реконструкции и технического перевооружения действующего термического производства, уровня специализации и диверсификации производства на перспективу, эффективность действующего термического производства и путей повышения производительности труда</p>	<p>В период практики студенты должны изучать следующие вопросы: По предприятию в целом определяет направление реконструкции и технического перевооружения действующего производства. Вид выпускаемой заводом продукции, источники получаемого исходного материала, топлива, электроэнергии, водоснабжения. Технологическая связь основных производственных цехов. Внутривозвальной транспорт. Организация управления заводом. Перспективы развития завода и его значение для народного хозяйства и для данного промышленного района. По изучаемому цеху в целом определяет направление реконструкции и технического перевооружения действующего производства: характеристика печей и теплового оборудования агломерационного, доменного и сталеплавильных цехов; энергетические свойства продукции и сырья. Связь с другими цехами, отпуск энергоносителей. Схема управления цехом. Техничко-экономические, энергетические показатели цеха. Пути улучшения технико-экономических показателей. Перспективы развития энергетического хозяйства цеха.</p>
<p>ПК-6 Способен к анализу вариантов экономии энергии за счет теплоты уходящих газов от термического оборудования с учетом составления температурных графиков технологических операций термической обработки</p>		
<i>Энергетические установки высокой эффективности (ИГУ и ГТУ ТЭС)</i>		
ПК-6.1	<p>Разрабатывает и анализирует варианты экономии тепла за счет тепла уходящих газов от термического оборудования, за счет замены футеровочных и теплоизоляционных</p>	<p>Примерное практическое задание к аттестации: 1. Рассчитать значения внутреннего КПД теоретического цикла газотурбинной установки с изобарным подводом тепла (без регенерации) с целью оценки влияния температуры газов перед турбиной на внутренний КПД ГТУ, для двух случаев : 1) при температуре газов перед турбиной $t_3=600^{\circ}\text{C}$. при температуре газов перед турбиной $t_3=800^{\circ}\text{C}$. остальные параметры принять следующие: начальная температура рабочего тела $t_1=20^{\circ}\text{C}$ степень повышения давления $\beta=7$ внутренний КПД компрессора и турбины $\eta_{\text{т}}= \eta_{\text{к}}=0,85$ Принять показатель адиабаты равным $\kappa=1,4$. Теплоемкость считать постоянной. 2. Для цикла состоящего из процессов 1-2 при $T=\text{const}$ (изотерма); 2-3 при $V=\text{const}$ (изохора); 3-4 при $T=\text{const}$ (изотерма); 4-1 при $V=\text{const}$ (изохора), требуется: Рассчитать давление, удельный объем, температуру для основных точек цикла. Для каждого из процессов определить значения показателей политропы, теплоемкости,</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	материалов на современные высокоэффективные материалы	<p>вычислить изменение внутренней энергии, энтальпии, теплоту и работу процесса. Определить суммарные количества подведенной и отведенной теплоты, работу цикла и термической КПД. Построить цикл PV и TS на диаграммах состояния. Принять газовую постоянную воздуха $R=287 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $p_1=0,3 \text{ МПа}$, $T_1=300 \text{ К}$, $p_2=0,8 \text{ МПа}$, $T_3=473 \text{ К}$</p> <p>3. Определить: Параметры точек идеального цикла ГТУ, термический кпд, мощность турбины и компрессора; Параметры всех точек действительного цикла ГТУ, приняв внутренние кпд турбины и компрессора соответственно : $\eta_{it}=0,87$; $\eta_{ik}=0,85$. Начальные параметры воздуха, поступающего в компрессор ГТУ, работающего при $p=\text{const}$, составляют: $p_1=0,1 \text{ МПа}$; $t_1=20^\circ\text{C}$. Степень повышения давления в компрессоре ГТУ – $\beta=6$, температура газов перед соплами турбины – $t_3=700^\circ\text{C}$. Рабочее тело обладает свойствами воздуха, теплоемкость рассчитывать по молекулярно-кинетической теории. Расход воздуха $G=2\cdot 10^5 \text{ кг/ч}$.</p> <p>4. Рассчитать значения внутреннего КПД теоретического цикла газотурбинной установки с изобарным подводом тепла (без регенерации) с целью оценки влияния температуры газов перед турбиной на внутренний КПД ГТУ , для двух случаев: при температуре газов перед турбиной $t_3=600^\circ\text{C}$; при температуре газов перед турбиной $t_3=800^\circ\text{C}$. Остальные параметры принять следующие: начальная температура рабочего тела $t_1=20^\circ\text{C}$, степень повышения давления $\beta=7$, внутренний КПД компрессора и турбины $\eta_t = \eta_k = 0,85$. Принять показатель адиабаты равным- $k=1,4$. Теплоемкость считать постоянной.</p>
<i>Методы экспериментальных исследований в теплоэнергетике</i>		
ПК-6.1	Разрабатывает и анализирует варианты экономии тепла за счет тепла уходящих газов от термического оборудования, за счет замены футеровочных и теплоизоляционных материалов на современные высокоэффективные материалы	<p>Вопросы и задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные этапы эксперимента. 2. Дайте понятие фактора и отклика. 3. В каком случае эксперимент является воспроизводимым? 4. Чем характеризуется активный эксперимент? Каковы его достоинства и недостатки? 5. Перечислите основные задачи планирования активного эксперимента. 6. Чем характеризуется пассивный эксперимент? <p>Предложить объект приложения результатов вычислений для формирования плана эксперимента:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Жидкость движется по трубопроводу, состоящему из двух участков труб разного диаметра. На первом участке трубы диаметром 100 мм, скорость течения 50 см/с, на втором участке скорость течения 20 см/с. Каков диаметр трубы на втором участке? 2. Из открытого резервуара через круглое отверстие диаметром $d = 4,5 \text{ см}$ в его стенке требуется пропустить расход воды $V = 6 \text{ л/с}$. Определить: а) какой напор H обеспечит заданный расход; б) как изменится расход, если к отверстию присоединить внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 4,5 \text{ см}$ при вычисленном напоре H. 3. Как изменится расход, если к отверстию диаметром 5 см присоединить внешний цилиндрический насадок

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>того же диаметра? Напор над центром отверстия 1,2 м. Каким должен быть напор, чтобы расход, проходящий через насадок остался таким же, что и через отверстие?</p> <p>4. Призматическая прямоугольная емкость, заполненная водой, имеет в месте соединения боковой стенки с дном криволинейную цилиндрическую вставку радиусом 1 м, и шириной $b = 1,2$ м. Определить силу избыточного гидростатического давления, действующего на криволинейную цилиндрическую поверхность вставки, если нижняя точка криволинейной поверхности находится на глубине $h = 2,5$ м.</p> <p>5. Определить расход воды V, протекающей по горизонтальному трубопроводу, при следующих исходных данных: напор $H = 4$ м, длина трубопровода $l = 52$ м, диаметр трубопровода $d = 100$ мм, абсолютная шероховатость стенок трубопровода $\Delta = 1$ мм, температура воды $t = 20$ °С. Угол открытия пробкового крана 20°. Построить напорную и пьезометрическую линии.</p> <p>6. Определить потери тепла через стенку длиной 5 м, высотой 3 м, толщиной $d = 0,25$ м, если на поверхностях стенки поддерживаются температуры $t_1 = +20$ °С, $t_2 = -5$ °С, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 0,6$ Вт/(м·град).</p> <p>7. Стенки топки парового котла выполнены из огнеупорного кирпича толщиной $d = 0,25$ м. Температуры на внутренней и внешней поверхностях $t_1 = 1350^\circ\text{C}$, $t_2 = 50^\circ\text{C}$. Теплопроводность кирпича зависит от температуры $\lambda = 0,93(1+0,00075t)$. Вычислить и изобразить в масштабе распределение температур внутри стенки на расстояниях $x_1 = 0,05$ м, $x_2 = 0,1$ м, $x_3 = 0,15$ м, $x_4 = 0,2$ м.</p> <p>8. В резервуар, содержащий 125 м³ жидкости плотностью 1760 кг/м³, закачано 224 м³ жидкости плотностью 1848 кг/м³. Определить плотность получившейся смеси.</p>
<i>Низкотемпературные энергетические установки</i>		
ПК-6.1	Разрабатывает и анализирует варианты экономии тепла за счет тепла уходящих газов от термического оборудования, за счет замены футеровочных и теплоизоляционных материалов на современные высокоэффективные	<p>Вопросы для самостоятельной проработки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация криогенных и холодильных установок. Тепловая трансформация. 2. Области использования тепловых трансформаторов 3. Общий принцип охлаждения 4. Классификация тепловых трансформаторов 5. Циклические и нециклические процессы. Цикл Карно со стационарными процессами 6. Каскадные и регенеративные тепловые трансформаторы 7. Энергетический метод анализа работы тепловых трансформаторов 8. Схема идеального парожидкостного теплотрансформатора. Удельные затраты работы. 9. Характерные энергетические зоны в низкотемпературной области 10. Характеристики криоагентов и хладоагентов 11. Реальный парожидкостный тепловой трансформатор. Энергетические характеристики. Холодильный коэффициент

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																
	материалы	<p>12. Процесс дросселирования. Дифференциальный дроссель – эффект Джоуля – Томпсона. Инверсия. 13. Криорефрижератор Линде. Энергетический баланс криорефрижератора. 14. Идеальные процессы ожижения и замораживания газов 15. Блочная схема воздухоразделительной установки 16. Ожижитель Линде. 17. Квазицикл Клода, Гейландта, Капицы 18. Техничко – экономическое сопоставление ожижительных циклов 19. Бинарные смеси. Законы Рауля, Дальтона и Коновалова для бинарных смесей. 20. Испарение бинарной смеси 21. Дефлегмация бинарной смеси 22. Ректификация. Устройство ректификационной колонны 23. Работа колонны двукратной ректификации воздуха 24. Компановка воздухоразделительных установок низкого давления 25. Производство инертных газов 26. Системы транспорта и распределения продуктов разделения воздуха</p> <p>Примерное практическое задание к аттестации: 1. Рассчитать схему аммиачной одноступенной компрессионной холодильной установки для следующих условий: задана холодопроизводительность Q_0, температура хладоносителя на входе – выходе из испарителя</p> <table border="1" data-bbox="882 981 1850 1474"> <thead> <tr> <th data-bbox="882 981 949 1085">В</th> <th data-bbox="954 981 1099 1085">Q_0, кВт</th> <th data-bbox="1104 981 1447 1085">Температура хладоносителя (вход, выход в испаритель)</th> <th data-bbox="1451 981 1850 1085">Температура охлаждающей воды на входе – выходе из конденсатора</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td data-bbox="1249 1088 1312 1114">0С</td> <td data-bbox="1626 1088 1688 1114">0С</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1126 927 1152">1</td> <td data-bbox="1003 1126 1048 1152">18</td> <td data-bbox="1218 1126 1344 1152">(-16)-(-23)</td> <td data-bbox="1594 1126 1720 1152">(20)-(27)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1155 927 1181">2</td> <td data-bbox="1003 1155 1048 1181">25</td> <td data-bbox="1218 1155 1344 1181">(-15)-(-24)</td> <td data-bbox="1594 1155 1720 1181">(21)-(28)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1184 927 1209">3</td> <td data-bbox="1003 1184 1048 1209">20</td> <td data-bbox="1218 1184 1344 1209">(-16)-(-25)</td> <td data-bbox="1594 1184 1720 1209">(20)-(25)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1212 927 1238">4</td> <td data-bbox="1003 1212 1048 1238">19</td> <td data-bbox="1218 1212 1344 1238">(-17)-(-23)</td> <td data-bbox="1594 1212 1720 1238">(22)-(28)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1241 927 1267">5</td> <td data-bbox="1003 1241 1048 1267">40</td> <td data-bbox="1218 1241 1344 1267">(-15)-(-25)</td> <td data-bbox="1594 1241 1720 1267">(20)-(27)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1270 927 1295">6</td> <td data-bbox="1003 1270 1048 1295">55</td> <td data-bbox="1218 1270 1344 1295">(-16)-(-23)</td> <td data-bbox="1594 1270 1720 1295">(21)-(29)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1299 927 1324">7</td> <td data-bbox="1003 1299 1048 1324">60</td> <td data-bbox="1218 1299 1344 1324">(-15)-(-24)</td> <td data-bbox="1594 1299 1720 1324">(20)-(26)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1327 927 1353">8</td> <td data-bbox="1003 1327 1048 1353">75</td> <td data-bbox="1218 1327 1344 1353">(-16)-(-25)</td> <td data-bbox="1594 1327 1720 1353">(23)-(29)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1356 927 1382">9</td> <td data-bbox="1003 1356 1048 1382">80</td> <td data-bbox="1218 1356 1344 1382">(-17)-(-23)</td> <td data-bbox="1594 1356 1720 1382">(22)-(28)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="904 1385 927 1410">10</td> <td data-bbox="1003 1385 1048 1410">95</td> <td data-bbox="1218 1385 1344 1410">(-15)-(-25)</td> <td data-bbox="1594 1385 1720 1410">(20)-(27)</td> </tr> </tbody> </table>	В	Q_0 , кВт	Температура хладоносителя (вход, выход в испаритель)	Температура охлаждающей воды на входе – выходе из конденсатора			0С	0С	1	18	(-16)-(-23)	(20)-(27)	2	25	(-15)-(-24)	(21)-(28)	3	20	(-16)-(-25)	(20)-(25)	4	19	(-17)-(-23)	(22)-(28)	5	40	(-15)-(-25)	(20)-(27)	6	55	(-16)-(-23)	(21)-(29)	7	60	(-15)-(-24)	(20)-(26)	8	75	(-16)-(-25)	(23)-(29)	9	80	(-17)-(-23)	(22)-(28)	10	95	(-15)-(-25)	(20)-(27)
В	Q_0 , кВт	Температура хладоносителя (вход, выход в испаритель)	Температура охлаждающей воды на входе – выходе из конденсатора																																															
		0С	0С																																															
1	18	(-16)-(-23)	(20)-(27)																																															
2	25	(-15)-(-24)	(21)-(28)																																															
3	20	(-16)-(-25)	(20)-(25)																																															
4	19	(-17)-(-23)	(22)-(28)																																															
5	40	(-15)-(-25)	(20)-(27)																																															
6	55	(-16)-(-23)	(21)-(29)																																															
7	60	(-15)-(-24)	(20)-(26)																																															
8	75	(-16)-(-25)	(23)-(29)																																															
9	80	(-17)-(-23)	(22)-(28)																																															
10	95	(-15)-(-25)	(20)-(27)																																															

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																								
		<table border="1" data-bbox="882 336 1850 687"> <tr><td>11</td><td>90</td><td>(-16)-(-23)</td><td>(21)-(29)</td></tr> <tr><td>12</td><td>85</td><td>(-15)-(-24)</td><td>(20)-(26)</td></tr> <tr><td>13</td><td>80</td><td>(-16)-(-25)</td><td>(23)-(29)</td></tr> <tr><td>14</td><td>30</td><td>(-17)-(-23)</td><td>(20)-(26)</td></tr> <tr><td>15</td><td>45</td><td>(-15)-(-25)</td><td>(23)-(29)</td></tr> <tr><td>16</td><td>30</td><td>(-15)-(-24)</td><td>(22)-(28)</td></tr> <tr><td>17</td><td>20</td><td>(-16)-(-25)</td><td>(20)-(27)</td></tr> <tr><td>18</td><td>15</td><td>(-17)-(-23)</td><td>(21)-(29)</td></tr> <tr><td>19</td><td>90</td><td>(-15)-(-25)</td><td>(20)-(26)</td></tr> <tr><td>20</td><td>80</td><td>(-15)-(-24)</td><td>(20)-(27)</td></tr> </table> <p data-bbox="651 692 2069 927">2. Пар-фреон-12 при температуре $t_1 = -200^{\circ}\text{C}$ поступает в компрессор, где адиабатно сжимается до давления, при котором его температура становится равной $t_2 = 200^{\circ}\text{C}$, а степень сухости паров $x_1 = 1$. Из компрессора фреон поступает в конденсатор, где при постоянном давлении обращается в жидкость при температуре кипения, после чего адиабатно расширяется в дросселе до температуры $t_4 = t_1$. Определить холодильный коэффициент установки, массовый расход фреона, а также теоретическую мощность привода компрессора, если холодопроизводительность установки $Q = 280$ кВт. Изобразите схему установки и ее цикл в TS- и hS-диаграммах. Задачу решить с помощью таблицы параметров насыщенного пара фреона-12.</p> <p data-bbox="651 967 2069 1134">3. Воздушная холодильная машина производит лед при температуре -3°C из воды с температурой 10°C. Всасываемый в компрессор воздух имеет температуру $t_1 = -10^{\circ}\text{C}$, давление $p_1 = 0,098$ МПа и сжимается до давления $p_2 = 0,4$ МПа. Затем воздух поступает в холодильник и там охлаждается до температуры $t_3 = 20^{\circ}\text{C}$. Расход воздуха равен 1000 м³/ч при нормальных условиях. Определить холодильный коэффициент установки, теоретическую мощность привода компрессора и количество льда полученного в течение часа.</p> <p data-bbox="651 1174 2069 1342">4. Аммиачная холодильная установка при температуре кипения хладагента $t_1 = -20^{\circ}\text{C}$ и температуре его конденсации $t_2 = 25^{\circ}\text{C}$ имеет холодопроизводительность $Q_0 = 200$ кВт. Определить холодильный коэффициент установки, массовый расход хладагента, а также теоретическую мощность привода компрессора, если известно, что пар аммиака после компрессора становится сухим насыщенным. Изобразить схему установки и её цикл в T,s – диаграмме.</p> <p data-bbox="651 1382 2069 1471">5. Паровая компрессионная установка с дроссельным вентилем использует пары низкокипящих жидкостей. Компрессор всасывает влажный насыщенный пар со степенью сухости x_1 и сжимает его адиабатно. Превращая в сухой насыщенный пар при давлении, соответствующем температуре насыщения (конденсации) $t_2 = t_3 = 25^{\circ}\text{C}$. Из</p>	11	90	(-16)-(-23)	(21)-(29)	12	85	(-15)-(-24)	(20)-(26)	13	80	(-16)-(-25)	(23)-(29)	14	30	(-17)-(-23)	(20)-(26)	15	45	(-15)-(-25)	(23)-(29)	16	30	(-15)-(-24)	(22)-(28)	17	20	(-16)-(-25)	(20)-(27)	18	15	(-17)-(-23)	(21)-(29)	19	90	(-15)-(-25)	(20)-(26)	20	80	(-15)-(-24)	(20)-(27)
11	90	(-16)-(-23)	(21)-(29)																																							
12	85	(-15)-(-24)	(20)-(26)																																							
13	80	(-16)-(-25)	(23)-(29)																																							
14	30	(-17)-(-23)	(20)-(26)																																							
15	45	(-15)-(-25)	(23)-(29)																																							
16	30	(-15)-(-24)	(22)-(28)																																							
17	20	(-16)-(-25)	(20)-(27)																																							
18	15	(-17)-(-23)	(21)-(29)																																							
19	90	(-15)-(-25)	(20)-(26)																																							
20	80	(-15)-(-24)	(20)-(27)																																							

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>компрессора пар хладагента поступает в конденсатор, где он превращается в жидкость, которая проходит через дроссельный вентиль, вследствие чего жидкость частично испаряется, а ее температура понижается до $t_1=t_4=-5^{\circ}\text{C}$. При этой температуре хладагент поступает в охлаждаемое помещение (рефрижератор) где воспринимает тепло, и испаряется, образуя влажный насыщенный пар со степенью сухости x_1 и снова направляется в компрессор. Определить: удельную хладопроизводительность, q_0 (кДж/кг), часовой расход хладагента, $G_{\text{час}}$ (т/ч), теоретическую мощность компрессора, N_t (кВт); тепло, отданное в конденсаторе, q (кДж/кг), холодильный коэффициент, ϵ; холодильный коэффициент цикла Карно в интервале температур данного цикла, ϵ_K, если известны: наименование хладагента – NH₃ (аммиак) и хладопроизводительность – $Q=50$ кВт. Результаты расчета представить в таблице.</p>
<i>Производственная - научно-исследовательская работа</i>		
ПК-6.1	<p>Разрабатывает и анализирует варианты экономии тепла за счет тепла уходящих газов от термического оборудования, за счет замены футеровочных и теплоизоляционных материалов на современные высокоэффективные материалы</p>	<p>Содержание научно-исследовательской работы определяется тематикой выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации), выбранной студентом и согласованной с научным руководителем, исходя из специфики изучаемой студентом программы.</p> <p>Перечень общих направлений научно-исследовательской работы магистров:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перспективные проблемы эффективного использования материальных ресурсов и энергии в промышленных теплотехнологических системах. 2. Интенсивное энергосбережение и экология в теплотехнологии. 3. Разработка энерго- и материалосберегающих технологий производства. 4. Отбор источников энергии, энергоносителей, конструкционных материалов. 5. Разработка термодинамически идеальных и технически реализуемых тепловых схем. 6. Выбор эффективных теплотехнических принципов организации технологического процесса. 7. Энергоэкономическая и теплотехническая оптимизация высокотемпературных процессов. 8. Разработка и создание энергоматериалосберегающих и экологически безопасных моделей производственных систем и оборудования нового поколения. 9. Разработка эффективных принципов построения схем технологических реакторов и элементов теплоиспользования за счет тепла уходящих газов от термического оборудования, за счет замены футеровочных и теплоизоляционных материалов на современные высокоэффективные материалы.
<i>Расчеты параметров и схем тепловых электростанций</i>		
ПК-6.1	<p>Разрабатывает и анализирует варианты экономии</p>	<p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построить процесс расширения пара в турбине с использованием H-S-диаграммы влажного пара. Известно, что турбина состоит частей низкого, среднего и высокого давления, которые разделены дросселями.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	тепла за счет тепла уходящих газов от термического оборудования, за счет замены футеровочных и теплоизоляционных материалов на современные высокоэффективные материалы	<p>Относительный внутренний к.п.д. частей турбины 0,96, 0,84, 0,77 соответственно, к.п.д. дросселей 0,98, 0,94, 0,86. Давление перегретого пара на входе в турбину перед отсечным дросселем составляет 13 МПа, температура 550°С. Имеются два регулируемых отбора: первый – на выходе из части низкого давления при 1,3 МПа направляется потребителю на технологические нужды, второй – на выходе из части среднего давления при 0,2 МПа на теплофикационные нужды. Давление в конденсаторе за турбиной составляет 3,5 кПа.</p> <p>2. Рассчитать расход пара на подогреватель высокого давления, встроенный в систему регенеративного подогрева питательной воды (РППВ), работающего при заданных параметрах. Давление пара 1,3 МПа при температуре 250°С. Давление питательной воды на входе 15 МПа при температуре 160°С. Недогрев воды в подогревателе до температуры насыщения греющего пара принять равным 8°С. Охлаждение пара в подогревателе ниже температуры насыщения принять равным 2°С. Расход питательной воды 80 кг/с.</p> <p>3. Рассчитать трехступенчатую схему системы регенеративного подогрева питательной воды в подогревателях высокого давления с каскадной схемой слива конденсата пара. Рассчитать расход пара на каждый подогреватель. Давление пара в ПВД1, ПВД2, ПВД3 равно 4,8 МПа, 2,7 МПа, 1,5 МПа соответственно. Температура пара на входе в ПВД1, ПВД2, ПВД3 равна 350°С, 292°С, 258°С соответственно. Температура питательной воды на входе в ПВД3 составляет 160°С, на выходе из ПВД1 250°С. Распределение температур воды в системе РППВ принять равномерным (линейным). Охлаждение пара в подогревателе ниже температуры насыщения принять равным 1°С. Расход питательной воды 120 кг/с. Объяснить преимущества многоступенчатых схем.</p> <p>4. Рассчитать расход греющего пара на деаэратор если известны следующие данные: расход питательной воды $W = 120$ кг/с при температуре насыщения в деаэраторе; внутри станционные потери $D_{ут} = 1\%$ от суммарного расхода воды (условно приняты из деаэратора); возврат конденсата $D_{ПВД}$ из подогревателей высокого давления 21,67 кг/с с энтальпией $H_{ПВД}^{конд} = 848$ кДж/кг; восполнение утечек сети производится химически очищенной водой $D_{хов}$ с энтальпией $H_{хов} = 153$ кДж/кг; возврат конденсата от промышленного потребителя $D_{П}^{конд} = 30$ кг/с, с энтальпией $H_{П}^{конд} = 398$ кДж/кг, при этом потребитель не вернул 7% конденсата; продувка котла $D_{пр} = 1,2\%$ от расхода питательной воды. в деаэратор подают греющий пар $D_{д}^{пар}$ с давлением $P_{д}^{пар} = 0,6$ МПа при температуре $T_{д}^{пар} = 240^{\circ}C$ и конденсат после системы подогревателей низкого давления $D_{ПНД}$ с энтальпией $H_{ПНД}^{конд} = 605$ кДж/кг.</p> <p>5. Горячая вода на отопление подается от ТЭЦ к тепловому пункту жилого района и возвращается обратно по трубопроводам диаметром 426/400 мм и длиной 7 км каждый. Скорость движения воды в обратном трубопроводе 1,4 м/с. Температурный график 150/70. Для того, чтобы температура воды в трубопроводах не</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>снижалась больше, чем на 3 градуса, монтируют тепловую изоляцию. Рассчитать толщину слоя изоляции для двух случаев: изоляция из минеральной ваты и из базальтового волокна. Оценить экономическую эффективность изоляции (по затратам на топливо за период эксплуатации изоляции). Основные допущения: Считать, что тепловые потери компенсируются сжиганием топлива в котельной установке с к.п.д. 80%. Считать, что коэффициенты теплоотдачи $\alpha_{ос}$ в окружающую среду одинаковы для прямого и обратного изолированного и неизолированного трубопроводов и равны $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Термическим сопротивлением материала стенки трубы пренебречь, температуру стенки считать равной температуре теплоносителя. Теплопередачу рассчитывать в приближении плоской стенки.</p> <p>б. Определить суточную экономию топлива, полученную в результате замены турбоустановки, работающей при начальных параметрах пара $p_1=3,5 \text{ МПа}$, $t_1=450^\circ\text{C}$ на установку с начальными параметрами пара $p_1=30 \text{ МПа}$, $t_1=650^\circ\text{C}$. Давления пара в конденсаторах одинаковое $p_2=4 \text{ кПа}$ Мощность установки $N=50 \text{ МВт}$, теплота сгорания топлива $Q_{рн} = 30 \text{ МДж}/\text{кг}$, а КПД парогенераторов: старого $\eta_{пг}=0,8$ и нового $\eta_{пг}=0,9$. Потерями во всех остальных частях турбоустановки пренебречь.</p>