

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых
производств»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б.1.3.7.2. Способы и средства энерго- и ресурсосбережения»

направление: 21.03.01 – «Нефтегазовое дело» (НФГД)

Профиль: Эксплуатация и обслуживание технологических
объектов нефтегазового производства

форма обучения – очно-заочная

курс – 5

семестр – 9

зачетных единиц – 4

всего часов – 144

в том числе:

лекции – 10

коллоквиумы – нет

практические занятия – 16

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 118

зачет – нет

экзамен – 9 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП

20.06.2022 года, протокол №10

Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена

на заседании УМКН направления НФГД

27.06.2022 года, протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Саратов 2022

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цель преподавания дисциплины: обучение студентов современным приемам, способам и средствам энерго- и ресурсосбережения в промышленных технологиях и в энергопреобразующих системах, формировании умений применять приобретенную совокупность знаний при выполнении расчетов энергоиспользования в технологических процессах и в оборудовании, а также при анализе теплотехнологических промышленных систем.

1.2. Задачи изучения дисциплины: сформировать умение на основании полученных знаний участвовать в разработке энергоэффективных и конкурентоспособных технологий и оборудования и осуществлять технологический процесс в соответствии с требованиями и задачами энерго-и ресурсосбережения.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Курс «Способы и средства энерго-и ресурсосбережения» входит в перечень дисциплин вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Дисциплина базируется на предварительном изучении следующих курсов: Б.1.1.5 Математика, Б.1.1.6 Физика, Б.1.2.18 Механика жидкости и газа, Б.1.2.7 Информатика, Б.1.2.11 Процессы и аппараты химических производств, Б.1.3.6.1. Основы энерго- и ресурсосбережения. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основных законов физики, умения строить модели и решать конкретные задачи определенной степени сложности, владение целостной системой знаний, формирующей физическую картину окружающего мира. Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин: Б.1.2.12 Оборудование химических и нефтехимических производств.

Перечень разделов и тем учебных дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

1. Математика (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, методы исследования функций на экстремум, степенные и другие специальные функции);
2. Информатика (основы микропроцессорной и компьютерной техники, программирование, практические навыки пользователя персонального компьютера, Windows, Microsoft Word, Microsoft Excel)
3. Физика (механика, теплота, молекулярно-кинетическая теория);
4. Процессы и аппараты химической технологии (уравнения и режимы движения жидкости, число Re, гидравлические потери, формула Дарси-Вейсбаха, формула Альтшуля, гидравлический расчет трубопроводных систем и аппаратов);
5. Теплотехника (газовые законы, свойства газовых смесей, основные термодинамические процессы, расчет процессов с помощью диаграмм состояния рабочих тел, основные принципы и закономерности тепломассообмена)
6. Прикладные программные средства для расчета процессов и аппаратов (типы, принципы и способы создания математических моделей, особенности методов решения).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональных компетенций ОПК-1,5, ПК-1:

- ОПК-1 - Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания. ();
- ОПК-5 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
- ПК-1 - способность внедрять новую технику и передовые технологии.

3.2. Студент должен знать:

- способы и средства совершенствования технологических процессов, мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства, к исследованию причин брака в производстве и разработке предложений по его предупреждению и устранению;
- способы определения оптимальных решений при создании продукции с учетом требований энерго-и ресурсосбережения, качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

3.3. Студент должен уметь:

- пользоваться справочными данными по теплофизическим свойствам теплоносителей и рабочих тел;
- рассчитывать основные характеристики процессов переноса импульса, тепла и массы;
- самостоятельно работать с научной, нормативной и технической литературой, анализировать информацию и обосновывать рациональность предлагаемых решений.

3.4. Студент должен владеть:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК -1);
- способностью использовать физико – математический аппарат для решения расчетно – аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК – 26);
- приемами определения правильности полученных численных результатов выполняемых расчетов;
- методиками расчета основных режимных, конструктивных, гидравлических и теплообменных характеристик установок, отвечающих условиям оптимальности.

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.	ИД-1 _{ОПК-1} Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов ИД-2 _{ОПК-1} Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем

	<p>и чертежей</p> <p>ИД-3_{ОПК-1} Владеет основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды.</p> <p>ИД-4_{ОПК-1} Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования.</p> <p>ИД-5_{ОПК-1} Владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия</p>
<p>ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ИД-1_{ОПК-5} Умеет использовать по назначению пакеты компьютерных программ.</p> <p>ИД-2_{ОПК-5} Умеет использовать компьютер для решения несложных инженерных расчетов.</p> <p>ИД-3_{ОПК-5} владеет методами оценки риска и управления качеством исполнения технологических операций</p> <p>ИД-4_{ОПК-5} Умеет использовать основные технологии поиска, разведки и организации нефтегазового производства в России и за рубежом, стандарты и ТУ, источники получения информации, массмедийные и мультимедийные технологии.</p> <p>ИД-5_{ОПК-5} Знает состав и свойства нефти и газа, основные положения метрологии, стандартизации, сертификации нефтегазового производства</p> <p>ИД-6_{ОПК-5} Умеет приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p> <p>ИД-7_{ОПК-5} Умеет ориентироваться в информационных потоках, выделяя в них главное и необходимое</p> <p>ИД-8_{ОПК-5} Умеет осознанно воспринимать информацию, самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения задач информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее.</p> <p>ИД-9_{ОПК-5} Умеет критически переосмысливать накопленную информацию, вырабатывать собственное мнение, преобразовывать информацию в знание, применять информацию в решении вопросов, с использованием различных приемов перера-</p>

	<p>ботки текста.</p> <p>ИД-10_{ОПК-5} Владеет методами сбора, обработки и интерпретации полученной информации, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства, методами защиты, хранения и подачи информации</p>
ПК-1 Способен внедрять новую технику и передовые технологии.	<p>ИД-1_{ПК-1} Знает методы оценки эффективности внедрения новой техники и технологии, организации труда, рационализаторских предложений и изобретений, а также требования федеральных, локальных нормативных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда.</p> <p>ИД-2_{ПК-1} Способен разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, технические задания на проектно-конструкторские работы, разбираться в нормативно-технической документации, читать чертежи, схемы и прочие нормативные документы.</p> <p>ИД-3_{ПК-1} Способен проводить технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования и организовывать проведение монтажа нового оборудования на технологических объектах.</p> <p>ИД-4_{ПК-1} Обладает знаниями по обеспечению выполнения работ, связанных с перевооружением, капитальным ремонтом и модернизацией технологических объектов, проведению монтажа нового оборудования на технологических объектах.</p> <p>ИД-5_{ПК-1} Обладает знаниями по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов.</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 _{ОПК-1} Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	Знание принципиальных особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
ИД-2 _{ОПК-1} Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей
ИД-3 _{ОПК-1} Владеет основными методами технико-экономического анализа,	Владение основными методами технико-экономического анализа,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды.	навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды.
ИД-4 _{ОПК-1} Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования.	Способен участвовать в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования.
ИД-5 _{ОПК-1} Владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Владение навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия
ИД-1 _{ОПК-5} Умеет использовать по назначению пакеты компьютерных программ.	Умение использовать по назначению пакеты компьютерных программ.
ИД-2 _{ОПК-5} Умеет использовать компьютер для решения несложных инженерных расчетов.	Умение использовать компьютер для решения несложных инженерных расчетов.
ИД-3 _{ОПК-5} Владеет методами оценки риска и управления качеством исполнения технологических операций	Владение методами оценки риска и управления качеством исполнения технологических операций
ИД-4 _{ОПК-5} Умеет использовать основные технологии поиска, разведки и организации нефтегазового производства в России и за рубежом, стандарты и ТУ, источники получения информации, массмедийные и мультимедийные технологии.	Умение использовать основные технологии поиска, разведки и организации нефтегазового производства в России и за рубежом, стандарты и ТУ, источники получения информации, массмедийные и мультимедийные технологии
ИД-5 _{ОПК-5} Знает состав и свойства нефти и газа, основные положения метрологии, стандартизации, сертификации нефтегазового производства	Знание состава и свойства нефти и газа, основные положения метрологии, стандартизации, сертификации нефтегазового производства
ИД-6 _{ОПК-5} Умеет приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Умение приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ИД-7 _{ОПК-5} Умеет ориентироваться в информационных потоках, выделяя в них главное и необходимое	Умение ориентироваться в информационных потоках, выделяя в них главное и необходимое
ИД-8 _{ОПК-5} Умеет осознанно воспринимать информацию, самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения задач информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее.	Умение осознанно воспринимать информацию, самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения задач информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее.
ИД-9 _{ОПК-5} Умеет критически переосмысливать накопленную информацию, вырабатывать собственное мнение, преобразовывать информацию в знание, применять	Умение критически переосмысливать накопленную информацию, вырабатывать собственное мнение, преобразовывать информацию в знание, применять информа-

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
информацию в решении вопросов, с использованием различных приемов переработки текста.	цию в решении вопросов, с использованием различных приемов переработки текста.
ИД-10 _{опк-5} Владеет методами сбора, обработки и интерпретации полученной информации, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства, методами защиты, хранения и подачи информации	Владение методами сбора, обработки и интерпретации полученной информации, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства, методами защиты, хранения и подачи информации
ИД-1 _{пк-1} Знает методы оценки эффективности внедрения новой техники и технологии, организации труда, рационализаторских предложений и изобретений, а также требования федеральных, локальных нормативных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда.	Знание методов оценки эффективности внедрения новой техники и технологии, организации труда, рационализаторских предложений и изобретений, а также требования федеральных, локальных нормативных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда.
ИД-2 _{пк-1} Способен разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, технические задания на проектно-конструкторские работы, разбираться в нормативно-технической документации, читать чертежи, схемы и прочие нормативные документы.	Способность к разработке проектной и рабочей документации, технического задания на проектно-конструкторские работы, разбираться в нормативно-технической документации, читать чертежи, схемы и прочие нормативные документы.
ИД-3 _{пк-1} Способен проводить технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования и организовывать проведение монтажа нового оборудования на технологических объектах.	Способность проводить технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования и организовывать проведение монтажа нового оборудования на технологических объектах.
ИД-4 _{пк-1} Обладает знаниями по обеспечению выполнения работ, связанных с перевооружением, капитальным ремонтом и модернизацией технологических объектов, проведению монтажа нового оборудования на технологических объектах.	Владение знаниями по обеспечению выполнения работ, связанных с перевооружением, капитальным ремонтом и модернизацией технологических объектов, проведению монтажа нового оборудования на технологических объектах.
ИД-5 _{пк-1} Обладает знаниями по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов.	Владение знаниями по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ мод.	№ нед.	№ темы	Наименование темы	Всего часов	Лекц.	Лабор. занятия	Прак. зан.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,2	1	Энерготехнологический баланс	22	2	-	4	18
	3,4	2	Вторичные энергоресурсы	31	2	-	4	25
2	5÷9	3	Утилизация низкопотенциальных тепловых отходов	31	2	-	2	25
3	10÷15	4	Энергосбережение в установках промышленных технологий	29	2	-	2	25
4	16	5	Малоотходные и безотходные технологические процессы	31	2	-	4	25
			ИТОГО:	144	10	-	16	118

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции.	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3	4	
1	1	1	Вводная лекция. Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса .Связь с другими дисциплинами. Формы учебных занятий и отчетность по курсу. Литература для изучения курса. Балансовая энерготехнологическая схема химического производства.	1-7
1	1	3	Источники вторичных энергоресурсов химических производств. Утилизация горючих отходов химических производств. Горелки для сжигания горючих отходов.	1-7
2	1	3	Пути использования высокотемпературных тепловых отходов. Котлы-утилизаторы, их конструкции и работа. Оборудование для использования тепла уходящих газов теплотехнологических печей	1-7
3	1	4	Низкопотенциальные тепловые отходы. Утилизация тепла загрязненных стоков и агрессивных жидкостей. Аппараты мгновенного вскипания. Утилизационные установки рекуперативного и регенеративного типов, с промежуточным теплоносителем, с тепловыми трубами, с кипящим слоем.	1-7
	1	4	Утилизация тепла отработанного пара. Схемы установок утилизации тепла мягкого пара. Ис-	1-7

			<p>пользование отработанного пара для целей теплоснабжения и выработки электроэнергии.</p> <p>Использование вторичных энергоресурсов в тепловых насосах. Принцип действия тепловых насосов. Абсорбционные тепловые насосы.</p> <p>Опыт экономии энергоресурсов в зарубежных странах.</p>	
4	2	5	<p>Энергосбережение в абсорбционных и ректификационных установках. Потери эксергии на различных стадиях абсорбционно-дисорбционного цикла. Методы снижения энергетических затрат в абсорбционных процессах. Пути снижения энергозатрат при ректификации жидких смесей.</p>	1-7
			<p>Принципы энергосбережения при сушке. Способы и средства энергосбережения при сушке.</p>	1-7
			<p>Способы и средства энергосбережения в выпарных аппаратах. Выпарные установки с кипятельными аппаратами поверхностного типа. Выпарные аппараты с погружными горелками.</p>	1-7
			<p>Способы и средства энергосбережения в топливоиспользующих установках и в компрессорных установках. Резонансный наддув воздуха в компрессор. Использование теплоты охлаждения воздуха в компрессоре для целей теплоснабжения.</p>	1-7
			<p>Способы и средства энергосбережения в пароконденсатных системах. Общая характеристика пароконденсатных систем. Открытые и закрытые системы. Сбор и возврат конденсата. Экономическая эффективность возврата конденсата.</p>	1-7
			<p>Пароконденсатный баланс промышленного предприятия. Оптимизация графика потребления пара. Расчет элементов систем пароснабжения. Контроль и регулирование систем пароснабжения.</p>	1-7
			<p>Отвод конденсата от пароиспользующих установок. Конденсатоотводчики, их классификация, устройство и работа.</p> <p>Достоинство и недостатки различных типов конденсатоотводчиков. Выбор, монтаж и контроль работы конденсатоотводчиков.</p>	1-7
			<p>Малоотходные и безотходные технологические процессы в химической технологии. Водоборотные циклы. Переработка отходов производства и потребления. Комплексная переработка исходного технологического сырья.</p>	1-7

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.	Учебно – методическое обеспечение
1	4	1,2	Составление балансовой теплотехнологической схемы производства.	1-7
2	4	3,4	Расчет рекуператоров технологических печей.	1-7
	2	5	Расчет аппаратов для утилизации тепла вентиляционных выбросов.	1-7
3	2	6	Экономическая эффективность использования тепла отработавшего пара.	1-7
4	4	7,8	Расчет схем и оборудования энергоэффективных сушильных установок.	1-7

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторный практикум не предусмотрен.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	18	Назначение и состав топливно-энергетического баланса промышленного производства. Методы определения общей эффективности использования топливно-энергетических ресурсов. Структура теплоснабжения промышленных предприятий	1-7
2	25	Энергетические и эксергетические характеристики производственных высокотемпературных процессов и агрегатов. Эффективность комбинированных теплоиспользующих установок. Использование вторичных энергоресурсов в замкнутых и разомкнутых схемах энергоиспользования.	1-7
3	25	Использование физического тепла технологических продуктов и отходов. Использование низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Тепловые аккумуляторы, типы, схемы включения и основы расчета. Утилизаторы низкопотенциальной теплоты. Теплоутилизаторы с применением тепловых труб. Контактные и контактно-поверхностные теплоутилизаторы. Особенности применения контактных теплоутилизаторов.	1-7

		Получение холода на базе низкопотенциальных тепловых отходов. Тепловые насосы.	
4	25	Энергоэффективные схемы и оборудование для: - абсорбционных установок; - ректификационных установок; - сушильных установок - выпарных установок поверхностного типа; - выпарных аппаратов с погружными горелками; - топливоиспользующих установок - компрессорных установок - пароконденсатных систем	1-7
5	25	Цикличность материальных и энергетических потоков в химической технологии. Цикличность производства и потребления продукции. Экологическая безопасность промышленных производств.	1-7

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена

11. Курсовая работа

Не предусмотрена

12. Курсовой проект

Не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональных компетенций ОПК-1,5 и ПК-1.

В процессе обучения студент должен полностью выполнить учебный план, предусмотренный вузовской рабочей учебной программой дисциплины, по всем видам учебных занятий и набрать 4 зачетные единицы трудоемкости. В частности, он должен выполнить все предусмотренные программой практические занятия в виде установленных практикумов, самостоятельных видов работы.

Рекомендуемая балльно-рейтинговая система оценки

Степень успешности освоения дисциплины в системе зачетных единиц оценивается суммой баллов, исходя из 10 максимально возможных, и включает две составляющие:

Первая составляющая – оценка преподавателем итогов учебной деятельности студента по изучению каждого модуля дисциплины в течение предусмотренного учебным планом временного отрезка (в сумме не более, чем 8 баллов). Структура баллов, составляющих балльную оценку преподавателя, включает отдельные доли в баллах, начисляемые студенту за успешность рубежных контролей по каждому учебно-образовательному модулю.

Вторая составляющая - за посещаемость аудиторных лекционных и практических занятий (пропорционально числу посещенных занятий).

Методика рубежного контроля по первой составляющей балльнорейтинговой оценки.

Максимальное количество баллов по каждому учебно-образовательному модулю – 10 баллов. Оценочное средство представляет собой билет, состоящий из 4 вопросов, сформированных на основе дидактического минимума содержания и содержания учебно-образовательного модуля, представленного в рабочей учебной программе. Оценка ответов на билет осуществляется по следующей схеме:

правильный и полный ответ на вопрос - +2 балла;

в целом правильный, но не полный ответ, наличие несущественных ошибок - +1 балл; отсутствие ответа – 0 баллов;

принципиально неверный ответ - 2 балла;

за пропуск каждой лекции и семинара по модулю - 0,05 балла.

Для оценки текущего уровня формирования компетенций проводятся письменные опросы по теории (модули) и практике (контрольные работы).

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов);
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;

- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;

- высокий уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для компетенций ОПК-1,5 и ПК-1:

- **Пороговый уровень освоения компетенции:** имеет студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
- **Продвинутый уровень освоения компетенции:** имеет студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.
- **Высокий уровень освоения компетенции:** имеет студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дис-

циплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безусловно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

При достаточном качестве освоения приведенных знаний, умений и навыков (оценка «отлично» на зачете и модулях, выполнении практических занятий) преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на **высоком** уровне, при освоении приведенных знаний, умений и навыков (оценка «хорошо» на зачете и модулях, выполнении практических занятий) – на **продвинутом**, при освоении приведенных знаний, умений и навыков (оценка «удовлетворительно» на модулях, выполнении практических занятий) - на **пороговом** уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Критерии оценки для контрольного тестирования:

- Контрольное тестирование зачтено, если студент дал правильные ответы на контрольные вопросы от 60 и более процентов.
- Контрольное тестирование не зачтено, если студент дал правильные ответы в промежутке от 0 до 59%.

Критерии оценки для зачета:

- Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безусловно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

- Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

- Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

- Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.)

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины.

Текущий контроль

Модуль 1.

1. Анализ энергоиспользования в технологических процессах.
2. Балансовая теплотехнологическая схема промышленного производства.
3. Источники вторичных энергоресурсов химических производств.
4. Классификация вторичных энергоресурсов.
5. Нормирование расхода теплоты на производство промышленной продукции.

Модуль 2.

1. Горючие отходы промышленных производств и пути их использования.
2. Высокотемпературные тепловые отходы и их использование с помощью котлов-утилизаторов.
3. Оборудование для использования высокотемпературных отходов технологических печей.
4. Общая характеристика низкопотенциальных тепловых отходов химических производств.
5. Утилизация тепла загрязненных стоков, агрессивных жидкостей, вентиляционных выбросов, отработанного пара, низкотемпературных дымовых газов.

Модуль 3.

1. Использование вторичных энергоресурсов для получения искусственного холода в бромистолитиевых абсорбционных холодильных машинах и в водоаммиачных абсорбционных холодильных машинах.
2. Принцип действия теплового насоса и его применение в химических технологиях.
3. Абсорбционные тепловые насосы.
4. Опыт экономии энергоресурсов в зарубежных странах.
5. Энергосбережение в абсорбционных установках и в ректификационных установках.
6. Экономия энергии при сушке. Способы и средства энергосбережения при сушке.
7. Способы и средства энергосбережения в компрессорных установках.
8. Способы и средства энергосбережения в пароконденсатных системах.
9. Способы и средства энергосбережения в выпарных аппаратах поверхностного типа и в выпарных аппаратах с погружными горелками.
10. Способы и средства энергосбережения в топливоиспользующих установках.

Вопросы для зачета

1. Назначение и состав топливо-энергетического баланса
2. Балансовая теплотехнологическая схема промышленного производства.
3. Анализ энергоиспользования в технологических процессах..
4. Нормы расхода теплоты на производство промышленной продукции при использовании низкопотенциальной теплоты.
5. Классификация вторичных энергоресурсов.
6. Источники вторичных энергоресурсов химических производств.

18. Использование вторичных энергоресурсов для получения искусственного холода в бромистолитиевых абсорбционных холодильных машинах.
19. Использование вторичных энергоресурсов для получения искусственного холода в водоаммиачных абсорбционных холодильных машинах.
20. Принцип действия теплового насоса и его применение в химических технологиях.
21. Абсорбционные тепловые насосы.
22. Опыт экономии энергоресурсов в зарубежных странах.
23. Энергосбережение в абсорбционных установках.
24. Энергосбережение в ректификационных установках.
25. Общие принципы экономии энергии при сушке
26. Способы и средства энергосбережения при сушке.
27. Способы и средства энергосбережения в выпарных аппаратах поверхностного типа.
28. Способы и средства энергосбережения в выпарных аппаратах с погружными горелками.
29. Способы и средства энергосбережения в топливоиспользующих установках.
30. Способы и средства энергосбережения в компрессорных установках.
31. Способы и средства энергосбережения в пароконденсатных системах.

Тестовые задания по дисциплине

для проверки знаний по курсу «Способы и средства энерго- и ресурсосбережения»

Вариант №1

1. В общем энергетическом балансе промышленного объекта учитываются

все виды потребляемых и вырабатываемых объектом энергоресурсов
 все входные и выходные потоки одного вида энергии
 потоки тепловой энергии на входе, выходе и полезно использованные
 только потери всех видов потребляемой энергии

2. Энергетические потери определяются

суммой потоков энергии на выходе объекта
 разностью между количеством подведенной и полезной энергии, полученной от установки
 разностью входных и выходных потоков энергии
 суммой потоков эксэргии на выходе объекта

3. По какому показателю производится сравнительная оценка расходования энергии на производство одинаковой продукции на разных предприятиях?

абсолютное значение величины потери энергии
 удельный расход энергии
 стоимость потребленной энергии
 суммарные затраты энергии на производство

4. В установленном за печью рекуператоре за счет теплоты уходящих газов выгоднее подогревать воздух, чем топливный газ, поступающие в горелочное устройство печи, по той причине, что

воздух имеет удельную теплоемкость большую, чем газ
 газ может воспламениться в рекуператоре
 расход газа больше, чем воздуха
 расход воздуха больше, чем газа

5. Оснащение пароиспользующего оборудования конденсатоотводчиками снижает потребление пара в среднем по предприятию на:

90 %
 50 %
 15 %
 0 %

6. Какой источник тепловой энергии используется в котлах-утилизаторах ?

продукты сгорания топлива, уходящие из высокотемпературных печей большой производительности
 высокотемпературные органические теплоносители (ВОТ)
 водяной пар
 органическое топливо

7. При увеличении толщины слоя тепловой изоляции на трубопроводе какая из названных ситуаций является нереальной ?

тепловые потери постоянно снижаются
 тепловые потери не изменяются
 тепловые потери сначала увеличиваются, а затем снижаются
 тепловые потери сначала снижаются, а затем увеличиваются

8. Самый простой и экономный способ утилизации тепла вентиляционных выбросов?

применение воздухо-воздушного рекуперативного теплообменника-утилизатора
 применение двух теплообменников с контуром циркуляции промежуточного теплоносителя
 применение теплообменника-утилизатора регенеративного типа с вращающейся насадкой
 применение теплового насоса

9. Тепловые насосы имеют одинаковый принцип действия

с двигателями внутреннего сгорания
 с паровыми турбинами
 с ректификационными установками
 с холодильными установками

10. В чем состоит назначение конденсатоотводчиков?

не пропускать "пролетный" пар и пропускать конденсат
 не пропускать "вторичный" пар и пропускать конденсат
 не пропускать конденсат и пропускать "пролетный" пар
 не пропускать конденсат и пропускать "вторичный" пар

Вариант №2

1. В частном энергетическом балансе промышленного объекта учитываются

только потери энергии в отдельном элементе объекта
 все входные, выходные потоки и внутренние источники (стоки) одного вида энергии
 потоки всех видов энергии для этого объекта
 только потери всех видов потребленной энергии

2. Какая из единиц измерения не используется при составлении энергетических балансов ?

Дж
 кВт-час
 кг. у.т.
 Па

3. Влияет ли на расход топлива, используемого для обогрева реактора, наличие экзотермического теплового эффекта в реакционной смеси ?

расход топлива уменьшается по отношению к ситуации, когда тепловой эффект отсутствует
 расход топлива увеличивается
 не влияет
 влияет, если реакции идут в гомогенной фазе

4. В каких случаях применение многокорпусных выпарных установок дает экономию первичного греющего пара ?

при использовании экстра-пара
 если число корпусов в установке не менее трех
 при использовании вторичного пара в качестве греющего в последующих корпусах установки
 если корпуса установки работают под вакуумом

5. Оснащение тепловой изоляцией стенок обогреваемых ванн гальванических линий снижает тепловые потери

на 10 %
 на порядок
 не снижает
 на 20 %б.

6. Какой из названных типов котлов-утилизаторов является неверным ?

- газотрубные
- водотрубные
- с механизированной топкой
- двух барабанные

7. Какой из названных методов сушки является наиболее экономически выгодным в условиях массового производства

естественная сушка
 тепловая сушка
 механическое обезвоживание
 поглощение влаги сорбентами (физико-химическая сушка)

8. Какой из названных способов утилизации теплоты вентиляционных выбросов является нереальным

рециркуляция части вытяжного воздуха
 применением рекуперативных теплообменников-утилизаторов
 применением регенеративных теплообменников-утилизаторов
 применением котлов-утилизаторов

9. Какой из названных типов тепловых насосов назван неправильно

парокомпрессионные
 рекуперативные
 сорбционные
 термоэлектрические

10. Какие пароконденсатные системы в меньшей степени подвержены коррозионным повреждениям ?

закрытые
 открытые
 под высоким давлением
 с высокой скоростью движения в трубах пара и конденсата
 Вариант №3

1. Какое название энергетического баланса является неверным?

опытный
 инструментальный
 условный
 расчетный

2. Какой из названных балансов является исходной базой для составления энергетического баланса ?

материальный
 эксэргетический

экстропитный
силовой

3. Повлияет ли установка котла-утилизатора за печью на расход потребляемого его топлива?

расход топлива уменьшится
расход топлива увеличится
не повлияет
повлияет

4. Какой из названных показателей в наибольшей степени определяет возможности использования вторичного пара выпарных аппаратов в качестве теплоносителя ?

температура конденсации
скрытая теплота конденсации
коэффициент теплопроводности
кинематический коэффициент вязкости

5. Оснащение обогреваемых ванн гальванических линий крышками снижает тепловые потери

не снижает
на два - три порядка
на 10 %
на 20 %

6. Среди названных мероприятий по энергосбережению в сушильных установках укажите неверный:

сушка перегретым паром удаляемого вещества
рециркуляция сушильного агента
предварительный механический отжим влажного материала
уменьшение температуры сушильного агента

7. Что является вторичным энергетическим ресурсом в ректификационных установках подаваемая на разделение смесь
пары низкокипящих компонентов
флегма, подаваемая на орошение
греющий пар из котельной

8. Какой из названных способов утилизации теплоты вентиляционных выбросов является нереальным?

применением теплопередающих труб
применением двух рекуперативных теплообменников, использующих промежуточный теплоноситель
рециркуляция части вытяжного воздуха
компримирование части вытяжного воздуха

9. Чему обычно равно численное значение коэффициента преобразования (трансформации) тепла в тепловых насосах?

- 40 %
- 60 %
- 100 %
- 300 %

10. За какими устройствами должны устанавливаться конденсатоотводчики ?

- за паровыми теплообменниками
- за теплообменниками "вода-вода"
- за котлами-утилизаторами
- за нагревательными печами

Вариант №4

1. Какое название энергетического баланса является неверным?

- синтетический
- аналитический
- тепловой
- материальный

2. В выражении для составляющей теплового баланса $Q = G C_p t$, Вт величина теплоемкости должна приниматься

- как средняя интегральная в интервале температур от 0°C до t
- истинное значение при t
- истинное значение при $t_{\text{ср}} = 0,5 (0 + t)$
- истинное значение при 0°C

3. Какая доля электроэнергии, затрачиваемой на привод компрессора переходит в потенциальную энергию сжатого воздуха ?

- 100 %
- 60 %
- 15 %
- 5%

4. Почему в России тепловые насосы имеют ограниченное применение по сравнению со странами Запада ?

- из-за сложившихся стереотипов у людей
- из-за значительного более высокой стоимости единицы электроэнергии по отношению к стоимости единицы тепловой энергии
- из-за высокой стоимости тепловых насосов
- из-за отсутствия серийного выпуска тепловых насосов

5. Рециркуляция продуктов сгорания топлива в печах и сушильных установках обеспечивает экономию топлива за счет

уменьшения потерь тепла с уходящими газами
 большей полноты сгорания топлива
 лучшего качества обработки продукта
 уменьшения вредных компонентов в продуктах сгорания

6. Назовите наиболее энергозатратный способ сушки

конвективная сушка
 в поле токов высокой частоты
 кондуктивная сушка
 центрифугирование влажного материала

7. При реализации каких мероприятий можно использовать пар низкокипящих компонентов в качестве греющего теплоносителя в кипятильниках ректификационных установок ?

за счет сжатия пара механическим или струйным эжектором
 за счет внешнего подогрева пара в пароперегревателе
 за счет смешения пара с продуктами сгорания топлива
 за счет сброса давления пара в редуцирующем устройстве

8. Тепловой насос представляет собой устройство:

для получения механической энергии от источника тепловой энергии
 для перекачивания теплоносителя с более высокого температурного уровня на более низкий температурный уровень
 насос с приводом от теплового двигателя
 для передачи теплоты от более холодного тела к более нагретому за счет использования дополнительной энергии

9. Чему равен эксергетический КПД теплонасосной установки ?

больше единицы
 меньше единицы
 единица
 если температурная функция больше единицы, то и КПД больше единицы

10. В каких установках для целей энергосбережения используется резонансный наддув?

в выпарных
 в ректификационных
 в абсорбционных
 в компрессорных

14. Образовательные технологии

В рамках учебного курса предусмотрено чтение проблемных лекций по теме «Энергосбережение в установках промышленных технологий». Не менее 30% лекций по всем темам читаются с применением мультимедийных технологий. Проведение

практикумов с разбором конкретных ситуаций по теме «Утилизация низкопотенциальных тепловых отходов». Такие занятия, в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой, должны формировать и развивать профессиональные навыки обучающегося.

Для достижения планируемых результатов обучения используются различные образовательные технологии, в том числе:

- информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации;

- личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при экспресс - опросе, при выполнении домашних индивидуальных заданий, решении задач повышенной сложности, на еженедельных консультациях.

При организации учебных занятий используются активные и интерактивные методы обучения: диалог, беседа, работа в команде.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов проводится с использованием ресурсов сети Интернет и локальных сетевых ресурсов института.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

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

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

3. Липин А. А. Расчет теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники : учеб. пособие / Липин А. А. - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т. , 2017. - 76 с. - ISBN -. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_003.html.

4. Кудинов, А. А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. / Кудинов А. А. , Зиганшина С. К. - Москва : Машиностроение, 2011. - 117 с. - ISBN 978-5-94275-558-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755584.html>.

5. Байтасов, Р. Р. Основы энергосбережения : учебное пособие для вузов / Р. Р. Байтасов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-8789-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180865>.

6. Ганжа В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов. Теория и практика энергосбережения : монография / Ганжа В.Л.. — Минск: Белорусская наука, 2007. — 451 с. — ISBN 978-985-08-0810-3. — Текст : электронный // Электронно-

библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12310.html>.

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

16. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением к сети с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением к сети с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Рабочую программу составил  (Ю.Я.Печенегов)

17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры
« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании
УМКН

« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Председатель УМКН _____ / _____ /