

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.1.3.8.2. Способы и средства энерго- и ресурсосбережения»

направление подготовки

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль 2: «Оборудование химических и нефтегазовых производств»

форма обучения – заочная

курс – 4

семестр – 9

зачетных единиц – 5

всего часов – 180

в том числе:

лекции – 8

коллоквиумы – нет

практические занятия – 12

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 160

зачет – нет

экзамен – 9 семестр

контрольная работа – 9 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП

19 июня 2023 г., протокол №13

Зав. кафедрой Левкина Н.Л. Левкина

Рабочая программа утверждена на заседании
УМКН направления НФГД

23 июня 2023 г., протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л. Левкина

Энгельс 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 15.03.03 «Технологические машины и оборудование».

Дисциплина базируется на предварительном изучении следующих курсов: Математика, Физика, Механика жидкости и газа, Процессы и аппараты химических производств, Информатика, 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 дисциплины Оборудование химических и нефтехимических производств.

Перечень разделов, тем 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. Информационные технологии (основы микропроцессорной и компьютерной техники, программирование, практические навыки пользователя персонального компьютера, Windows, Microsoft Word, Microsoft Excel)
3. Физика (механика, теплота, молекулярно-кинетическая теория);
4. Механика жидкости и газа (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. Физико-химические свойства веществ и прикладные расчеты (определение физических свойств веществ и их расчет для смесей веществ, типы, принципы и способы создания математических моделей, особенности методов и способов прикладных расчетов).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональных компетенций ПК-1, ПК-6:

ПК-1 - способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.

ПК-6 - способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

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 ;
- умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;
- способностью использовать физико – математический аппарат для решения расчетно – аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности ;
- приемами определения правильности полученных численных результатов выполняемых расчетов;
- методиками расчета основных режимных, конструктивных, гидравлических и теплообменных характеристик установок, отвечающих условиям оптимальности.

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

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1		1	Энерготехнологический баланс	56	2		-	4	50
1		2	Вторичные энергоресурсы	56	2		-	4	50
2		3	Утилизация низкопотенциальных тепловых отходов Энергосбережение в установках промышленных технологий	68	4		-	4	60
			ИТОГО:	180	8		-	12	160

4. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Ученo-методическое обеспечение
1	2	1	<p>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.</p> <p>Балансовая энерготехнологическая схема химического производства.</p> <p>Источники вторичных энергоресурсов химических производств. Утилизация горючих отходов химических производств. Горелки для сжигания горючих отходов.</p> <p>Пути использования высокотемпературных тепловых отходов. Котлы-утилизаторы, их конструкции и работа. Оборудование для использования тепла уходящих газов теплотехнологических печей. [12, 13]</p>	1-7

2	2	2	<p>Низкопотенциальные тепловые отходы. Утилизация тепла загрязненных стоков и агрессивных жидкостей. Аппараты мгновенного вскипания.</p> <p>Утилизационные установки рекуперативного и регенеративного типов, с промежуточным теплоносителем, с тепловыми трубами, с кипящим слоем. [Утилизация тепла отработанного пара. Схемы установок утилизации тепла мягкого пара. Использование отработанного пара для целей теплоснабжения и выработки электроэнергии]</p> <p>Использование вторичных энергоресурсов для получения искусственного холода в бромистолитиевых и водоаммиачных абсорбционных холодильных машинах. Устройство и работа абсорбционных холодильных машин.</p> <p>Использование вторичных энергоресурсов в тепловых насосах. Принцип действия тепловых насосов. Абсорбционные тепловые насосы.</p> <p>Опыт экономии энергоресурсов в зарубежных странах</p>	1-7
3	4	2,3	<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> <p>Принципы энергосбережения при сушке. Способы и средства энергосбережения при сушке.</p> <p>Способы и средства энергосбережения в выпарных аппаратах. Выпарные установки с кипяtilьными аппаратами поверхностного типа. Выпарные аппараты с погружными горелками.</p> <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> <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

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учено-методическое обеспечение
1	4	1,2	Составление балансовой теплотехнологической схемы производства.	1-7
2	4	3,4	Экономическая эффективность использования тепла отработавшего пара	1-7
3	4	5,6	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	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учено-методическое обеспечение
1	25	Назначение и состав топливно-энергетического баланса промышленного производства. Методы определения общей эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.	1-7
	25	Структура теплоснабжения промышленных предприятий	1-7
2	50	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	60	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. Получение холода на базе низкопотенциальных тепловых отходов. Тепловые насосы.	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 ПК-1, ПК-6.

В процессе обучения студент должен полностью выполнить учебный план, предусмотренный вузовской рабочей учебной программой дисциплины, по всем видам учебных занятий и набрать 5 зачетных единиц 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). В конце семестра предусмотрено компьютерное тестирование как допуск к экзамену.

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 компетенции ПК-1, ПК-6:

- **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 непринципиальные 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 дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно 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 экзамене 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 экзамене и модулях, выполнении практических занятий) – на **продвинутом**, при освоении приведенных знаний, умений и навыков (оценка «удовлетворительно» на экзамене и модулях, выполнении практических занятий) - на **пороговом** уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной. Под компетенцией ПК-16 понимаются способности к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплотехнологического оборудования .

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
ПК-1,6	8 семестр	<p>Знать: основы энергоиспользования в производственных системах; закономерности преобразования видов энергии; основные уравнения термодинамических процессов; основные уравнения переноса импульса и тепла; методы анализа и расчета теплотехнологических процессов и оборудования; методы энерго- и ресурсосбережения в промышленных технологиях.</p> <p>Уметь: определять основные характеристики процессов энергообмена; использовать математические модели процессов при анализе энергопотребления; определять термодинамические параметры процессов в промышленных аппаратах.</p> <p>Владеть: методами определения энергоэффективных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p>	<p>Промежуточная аттестация</p> <p>Промежуточные отчеты о выполнении самостоятельных работ, и практических занятий. Оценки по модулям.</p>	<p>Типовые задания</p> <p>Вопросы к модулям и экзамену.</p>	<p>Шкала оценивания</p> <p>«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»</p>

Критерии оценки для контрольного тестирования (допуск к экзамену):

- 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 экзамена:

- 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, безупречно 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 про-

граммой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом непринципиальные 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 бромистолитеевых 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 экзамена

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.
7. Горючие отходы промышленных производств и пути их использования.
8. Требования к горелкам для сжигания горючих газообразных отходов.
9. Высокотемпературные тепловые отходы и их использование с помощью котлов-утилизаторов.
10. Оборудование для использования высокотемпературных отходов технологических печей.
11. Общая характеристика низкопотенциальных тепловых отходов химических производств.
13. Утилизация тепла загрязненных стоков.
14. Утилизация тепла агрессивных жидкостей.
15. Утилизация тепла вентиляционных выбросов.
16. Утилизация тепла отработанного пара.
17. Утилизация тепла низкотемпературных дымовых газов.
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
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 %.

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

энергетический

экстремальный

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 $t_{\text{cp}} = 0,5 (0 + t)$
 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

Вариант № 5

1. Доля отопительно-вентиляционного потребления тепловой энергии на химических предприятиях от общего годового теплопотребления составляет в среднем :

Ответы:

100 %

53 %

18 %

5 %

2. Что является основным источником первичной энергии в промышленных технологиях ?

Ответы:

ядерное топливо

органическое топливо

излучение солнца

гидроэнергия

3. Эффективным способом снижения нагрузки на гидросферу является:

Ответы:

использование артезианской воды

изменение структуры водопотребления

использование оборотных систем водоснабжения

использование опресненной морской воды

4. Какая из формул связывающая тепловые потоки в выпарном аппарате отвечает первому закону термодинамики ?

Ответы:

$$Q_{\text{вход}} = Q_{\text{выход}} + Q_{\text{потерь}}$$

$$Q_{\text{выход}} = Q_{\text{вход}} + Q_{\text{потерь}}$$

$$Q_{\text{потерь}} = Q_{\text{вход}} + Q_{\text{выход}}$$

$$Q_{\text{вход}} = Q_{\text{потерь}}$$

5. Как изменяется эксергия вещества с ростом его температуры ? Ответы:
 эксергия не изменяется
 уменьшается
 при высокой температуре приближается к эксергии окружающей среды
 увеличивается

6. Какое из выражений для эксергетического КПД является правильным?
 Ответы:
 $\eta_e = \Sigma S_{\text{выхода}} / \Sigma S_{\text{входа}}$
 $\eta_e = \Sigma E_{\text{выхода}} / \Sigma E_{\text{входа}}$
 $\eta_e = \Sigma S_{\text{выхода}} / \Sigma S_{\text{входа}}$
 $\eta_e = \Sigma E_{\text{входа}} / \Sigma E_{\text{выхода}}$

7. Вторичные энергоресурсы могут использоваться:
 Ответы:
 в самом агрегате, откуда они выходят
 частично или полностью для энергоснабжения других агрегатов
 как в агрегате, где они получены, так и в других агрегатах
 только вне пределов предприятия

8. Чему равна эксергия электроэнергии затраченной на привод компрессора ?
 Ответы:
 величине затраченной электроэнергии
 величине затраченной электроэнергии за вычетом потерь в компрессоре
 мощности привода компрессора
 величине затраченной электроэнергии за вычетом потерь в приводе

9. Какой вид топлива характеризуется параметром – выход летучих ?
 Ответы:
 природный газ
 попутный нефтяной газ
 жидкое топливо
 твердое топливо

10. Как изменяется потеря эксергии в теплообменном аппарате с ростом расхода горячего теплоносителя при прочих равных условиях ?
 Ответы:
 снижается
 увеличивается
 не изменяется
 увеличивается, если площадь поверхности теплопередачи достаточно велика

11. Какое из приведенных выражений может быть уравнением теплового баланса энерготехнологического агрегата, использующего органическое топливо ?
 Ответы:
 $Q_n^p + Q_{\text{физ.топл.}} + Q_{\text{физ.в-ха}} = Q_{\text{полезн.}} + Q_{\text{ух.газ}} + Q_{\text{ст}} + Q_{\text{хим.недож.}} + Q_{\text{мех.недож.}}$
 $Q_v^p = Q_{\text{полезн.}} + Q_n^p + Q_{\text{потерь}}$
 $Q_{\text{полезн.}} = Q_v^p - Q_n^p + Q_{\text{ух.газ}} + Q_{\text{ст}} + Q_{\text{хим.недож.}}$
 $Q_{\text{полезн.}} = Q_{\text{физ.топл.}} + Q_{\text{физ.в-ха}} + Q_{\text{хим.недож.}}$

12. Какие конструкции котлов исторически были первыми ?

Ответы:
 прямоточные
 водотрубные
 газотрубные
 емкостного типа

13. Что такое низшая теплота сгорания топлива ?

Ответы:
 теплота, выделяющаяся при горении единицы количества топлива при условии, что содержащиеся в дымовых газах водяные пары не конденсируются;
 теплота выделяющаяся при сжигании топлива без учета его влажности;
 теплота выделяющаяся при сжигании влажного топлива;
 теплоотводная способность топлива при которой еще возможно самостоятельное горение

14. Какой элемент может отсутствовать в котлах-утилизаторах ?

Ответы:
 барабан
 экономайзер
 топочная камера и горелочное устройство
 пароперегреватель

15. Каково значение КПД современных тепловых электростанций оснащенных конденсационными паровыми турбинами?

Ответы:
 около 80 %
 не выше 40 %
 не выше 20 %
 около 60 %

Вариант № 6

1. Доля технологического потребления тепловой энергии на химических предприятиях от общего годового теплопотребления составляет в среднем: Ответы:

100 %
 77 %
 33 %
 10 %

2. На какой стадии создания химико-технологического производства возможно с наибольшей степенью влиять на энергетические показатели ? Ответы:

на стадии НИР и ОКР
 на стадии наладочных работ
 на стадии проектирования
 на стадии эксплуатации оборудования

3. Расход хозяйственно-питьевой в сутки на одного человека в среднем составляет:

Ответы:
 50 л
 260 л

330 л

480 л

4. Какой вид энергии, используемой в химико-технологических системах является основным ?

Ответы:

электрическая

тепловая

атомная

химическая

5. Что является основной причиной появления побочных (вторичных) энергоресурсов в промышленных технологиях ?

Ответы:

несовершенство технологий с точки зрения энергоиспользования

использование органического топлива в качестве источника энергии

неполадки в работе технологического оборудования

ошибочные действия обслуживающего персонала

6. Какое выражение отражает уравнение Гюн-Стодолы ?

Ответы:

$$\Delta S = - T_0 - \Delta E$$

$$T = \Delta E / \Delta S$$

$$Q = \Delta E + \Delta S$$

$$\Delta E = - T_0 \Delta S \leq 0$$

7. Какая величина является предельной для эксергетической тепловой функции в процессе передачи теплоты от источника в окружающую среду, когда температура источника растет ?

Ответы:

100

10

1

0

8. При прочих равных условиях потери эксергии при теплопередаче больше для схемы:

Ответы:

противотока

+прямотока

смешенного тока

перекрестного тока

9. Из каких компонентов состоят газообразные продукты полного сгорания топлива при коэффициенте избытка воздуха больше единицы ? Ответы:

CO, H₂, CH₄, SO₂, N₂

CO₂, H₂O, SO₂, N₂, O₂

CO₂, CO, H₂O, H₂, SO₂

O₂, CO₂, H₂O, C₂H₆, H₂

10. Эксергетический баланс системы или отдельного элемента системы записывается так:

Ответы:

$$\Sigma E_{\text{вх},i} = \Sigma E_{\text{вых},i} + \Sigma E_{\text{пот},i} + \Delta E_v$$

$$\Sigma E_{\text{вых},i} = \Sigma E_{\text{вх},i} + \Sigma E_{\text{пот},i} + \Delta E_v$$

$$\Delta E_v = \Sigma E_{\text{вых},i} + \Sigma E_{\text{вх},i} + \Sigma E_{\text{пот},i}$$

$$\Sigma E_{\text{вых}} + \Sigma E_{\text{вх},i} = \Sigma E_{\text{пот},i} + \Delta E_v$$

11. Какие элементы органического топлива составляют горючую его массу ?

Ответы:

C, H, O, N, S

A, H, O, N, S

W, A, C, O, H, S

N, C, W, H, O

12. Какие компоненты, содержащиеся в газообразных продуктах сгорания топлива представляют наибольшую опасность как загрязнители окружающей среды?

Ответы:

водяной пар и диоксид углерода

оксиды азота и оксиды серы

углеводороды

метилмеркаптан и бутан

13. Какой элемент отсутствует в газотурбинной установке ?

Ответы:

компрессор

камера сгорания

пароперегреватель

горелочное устройство

14. Что является главной движущей силой циркуляции воды в экранных поверхностях нагрева котлов с естественной циркуляцией ?

Ответы:

разность гидростатических напоров в подъемных и опускных трубах контура циркуляции

кинетическая энергия потока питательной воды

наличие циркуляционного насоса

различие площади поперечного сечения подъемных и опускных труб контура циркуляции

15. По какой формуле можно пересчитать расход любого топлива (В) на расход условного топлива (В_{усл}) ?

Ответы:

$$B_{\text{усл}} = B Q_{\text{н}}^{\text{р}}$$

$$B_{\text{усл}} = B Q_{\text{усл}}$$

$$B_{\text{усл}} = B Q_{\text{н}}^{\text{р}}$$

$$B_{\text{усл}} = B Q_{\text{н}}^{\text{р}} / Q_{\text{усл}}$$

Вариант №7

1. Главным загрязнителем воздуха в России является :

Ответы:

черная металлургия
химическая промышленность
автомобильный транспорт
тепловые электростанции

2. Величина потенциала энергосбережения в России составляет в % от внутреннего энергопотребления:

Ответы:

10 %
30 %
50 %
80 %
90 %

3. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) могут быть:

Ответы:

горючие, тепловые, избыточного давления
гидравлические
атмосферные
энергетические

4. Доля тепловой энергии на хозяйственно-бытовое горячее водоснабжение на химических предприятиях от общего годового теплопотребления составляет в среднем :

Ответы:

100 %
53 %
18 %
5 %

5. От каких параметров зависит термическая эксергия вещества с постоянной температурой ?

Ответы:

от температуры окружающей среды
от компонентного состава окружающей среды
от фазового состояния и наличия фазовых переходов в окружающей среде
от теплоемкости вещества окружающей среды

6. Равновесные (обратимые) процессы передачи тепла от одного вещества другому:

Ответы:

протекают в аппаратах с интенсифицированным теплообменом
протекают при температурах близких к температуре окружающей среды
протекают при постоянной температуре одного из теплоносителей
являются научной абстракцией и в технических устройствах не встречаются

7. В смесительных теплообменниках потери эксергии минимальны: Ответы:

когда расходы смешивающихся теплоносителей равны
когда теплоемкости смешивающихся теплоносителей равны

когда расходы смешивающихся теплоносителей обратно пропорциональны их температурам
 когда расход холодного теплоносителя минимален

8. Потери эксергии в теплообменном аппарате тем больше, чем :

Ответы:

больше теплоемкость теплоносителей
 больше температура горячего теплоносителя
 больше разность температур теплоносителей
 больше плотность теплового потока

9. При изменении температуры вещества от T_0 до T и постоянном давлении его удельная физическая эксергия изменяется на величину:

Ответы:

$$\Delta I_T = I_T - I_{T_0} = \Delta S [T - T_0 \ln T / T_0]$$

$$\Delta I_T = C_p [\Delta S - T \ln T / T]$$

$$\Delta I_T = C_p [T_0 - T \ln T / T]$$

$$\Delta I_T = C_p [(T - T_0) - T_0 \ln T / T_0]$$

10. Какое свойство топлива зависит от выхода летучих ?

Ответы:

способность топлива к зажиганию и стабильному горению
 температура горения
 теплота сгорания
 способность получения шлака в жидком состоянии

11. При каких условиях возможно горение газообразного топлива ?

Ответы:

коэффициент избытка воздуха должен быть больше единицы;
 концентрация топлива в воздухе должна быть выше нижнего концентрационного предела и ниже верхнего концентрационного предела, а температура топливно-воздушной смеси должна быть выше температуры самовоспламенения;
 теплота сгорания топлива не должна быть меньше 1 МДж/м^3 ;
 теплота сгорания топлива не должна быть меньше 57 МДж/м^3

12. Что такое высшая теплота сгорания топлива ?

Ответы:

теплота сгорания при коэффициенте избытка воздуха равном единице;
 теплота включающая не только теплотворную способность единицы количества топлива, но и теплоту полной конденсации водяных паров, содержащихся в дымовых газах;
 теплота сгорания при коэффициенте избытка воздуха больше единицы;
 теплота сгорания топлива в среде кислорода

13. В каком элементе котла передается наибольшее количество тепла от продуктов сгорания топлива?

Ответы:

в барабане котла
 в экономайзере
 в воздухоподогревателе

в экранных поверхностях

14. Турбиной называется лопаточный двигатель, в котором:

Ответы:

кинетическая энергия струи рабочего тела преобразуется в механическую энергию вращения ротора;
рабочее тело нагревается;
вырабатывается перегретый водяной пар;
сжигается газообразное топливо

15. Как соотносятся между собой температуры пара и котловой воды в верхнем барабане котла ?

Ответы:

температура пара выше температуры воды
температура воды выше температуры пара
температуры одинаковы
температура пара ниже температуры воды на величину депрессии

Вариант № 8

1. Суть энерготехнологических схем производства продукции состоит: Ответы:
в совместном производстве продуктов и энергии
в снижении затрат энергии
в исключении потребления энергии от внешних источников
в ресурсосбережении

2. Вода и водяной пар как греющие теплоносители используются обычно при температурах не выше 180°C что обусловлено:

Ответы:

отсутствием необходимости в более высоких температурах
перегревом продукта при более высоких температурах
перегревом продукта при более высоких температурах
невозможностью получить воду и пар с более высокой температурой
необходимостью устройства массивных и тяжелых теплообменников

3. Во сколько раз экономически выгоднее снижать энергозатратность производства по отношению к созданию новых источников энергии ? Ответы:

до 2-х раз
в 3-5 раз
в 5-7 раз
в 7-9 раз

4.С помощью какого параметра в термодинамическом анализе оценивается "качество" тепловой энергии?

Ответы:

тепловой поток
удельный тепловой поток
коэффициент теплообмена
эксергия

5. При изменении давления газа от P_0 до P его удельная механическая эксергия изменяется на величину:

Ответы:

$$\Delta I_p = I_p - I_{p0} = \Delta S \cdot C_p \cdot \ln P / P_0$$

$$\Delta I_p = I_p - I_{p0} = C_p \cdot T_0 \cdot \ln P / P_0$$

$$\Delta I_p = R \cdot T_0 \cdot \ln P / P_0$$

$$\Delta I_p = R \cdot \Delta S \cdot \ln P / P_0$$

6. Группа тепловых вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) содержит: Ответы: физическое тепло технологической основной и побочной продукции, а также вспомогательных потоков, участвующих в технологии ; химическую энергию горючих отходов производства; потенциальную энергию давления выходящих потоков; кинетическую энергию выходящих газовых струй

7. Потери эксергии в теплообменном аппарате тем меньше, чем:

Ответы:

меньше температура холодного теплоносителя

меньше площадь поверхности теплопередачи

+меньше разность температур теплоносителей

меньше теплоемкость горячего теплоносителя

8. Чему равно численное значение удельной эксергии окружающей среды, имеющей температуру плюс 20°C :

Ответы:

20 Дж/кг

20 КДж/кг

0 Дж/кг

84 КДж/кг

9. Что определяет величина коэффициента избытка воздуха при сжигании топлива ? Ответы:

отношение количества воздуха к количеству топлива подаваемых в топку;

отношение количества воздуха на входе в топку к количеству продуктов сгорания на выходе из топки;

отношение количества подаваемого в топку воздуха к теоретически необходимому по реакциям горения;

отношения количества воздуха необходимого по стехиометрии реакций к действительно подаваемому в топку

10. Термодинамическую эффективность процессов тепло- и массообмена целесообразно повышать за счет:

Ответы:

увеличения коэффициентов теплопередачи и массопередачи

увеличения движущей силы процессов (ΔT и Δy)

понижения гидравлического сопротивления движению теплоносителей

уменьшения площади контакта взаимодействующих потоков

11. Чему равна теплота сгорания условного топлива?

Ответы:

10 МДж/кг

100 МДж/кг

159,78 МДж/кг

29,35 МДж/кг

12. Скорость горения жидкого топлива определяется:

Ответы:

скоростью его испарения
 величиной теплоты сгорания
 теоретической температурой горения
 коэффициентом избытка воздуха

13. На теплоэлектростанциях устанавливаются паровые турбины: Ответы:

конденсационного типа
 с произвольным числом оборотов вала
 с противодавлением
 с регулируемым, переменным числом оборотов вала

14. Что является рабочим телом в газовой турбине?

Ответы:

водяной пар
 продукты сгорания топлива
 воздух
 природный газ

15. Какой элемент отсутствует в водогрейных котлах ?

Ответы:

воздухоподогреватель
 экономайзер
 экранные поверхности
 пароперегреватель

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

15.1. Основная литература

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.

15.2. Дополнительная литература

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.

17. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (методические рекомендации преподавателю):

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 ТМОБ

« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Председатель УМКН _____ / _____ /