

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 30 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.О.24 «Основы трансформации теплоты»

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль подготовки: «Энергообеспечение предприятий»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения - очная

Факультет – информационных технологий

Кафедра - разработчик рабочей программы: Электротехники и энергообеспечения предприятий

Курс 3, семестры 6

Наименование занятия	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Прак. занятия	36	1
Лабораторные занятия	-	-
Контроль самостоятельных работ	54	1,5
СРС	36	1
Форма аттестации (часы на контроль)	Зачет с оценкой	-
Всего часов	144	4

Нижекамск – 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№143_28.02.18 г.) по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» на основании учебного плана набора обучающихся 2022 г.

Разработчик программы:

Доцент

(должность)



(подпись)

Абдуллин А.М.

(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры ЭТЭОП, протокол № от 24.04.2022 г., № 8

Заве. кафедрой


(подпись)

Е.В. Тумаева

Ф.И.О.

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Основы трансформации теплоты» относится к базовой части дисциплин ООП ВО бакалавриата.

Трансформаторы теплоты это системы преобразования энергии, в работе которых существенное значение отводится тепловым потокам, проходящим через границы контрольной поверхности, охватывающей изучаемую систему. К ним относятся технические устройства, агрегаты, реализующие обратные циклы – холодильные, криогенные, теплонасосные, а также тепловые, комбинированные для одновременного получения тепла и холода.

На предприятиях нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств используются самые разнообразные холодильные установки и продукты разделения воздуха. Анализ современных трансформаторов теплоты затруднен тем, что каждый из них имеет большое число КПД, пригодных лишь для этого конкретного типа. Этот факт усложняет задачу выбора между отдельными альтернативными решениями технической задачи. Правомочность выбора необходимо обосновать, воспользовавшись теорией и существующими методиками, на базе которых построить технико-экономическое обоснование проекта.

Данная дисциплина изучается на четвертом курсе студентами, обучающихся по заочной форме по направлению подготовки – 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю подготовки «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с учебным планом направления 13.03.01 дисциплина изучается студентами в обязательном порядке. Индекс дисциплины по учебному плану Б1.О.24

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Объект изучения

Технические устройства, агрегаты, реализующие обратные циклы – холодильные, криогенные, теплонасосные установки, а также тепловые, комбинированные системы для одновременного получения тепла и холода.

1.2 Цели освоения дисциплины:

- творческое усвоение назначения, структуры, классификации систем трансформации теплоты нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий;
- изучение различных схем трансформации теплоты; освоение методов оценки эффективности обратных циклов;
- систематизация знаний об оценочных показателях действительных циклов;
- освоение методов совместного получения тепла и холода;
- изучение назначения и возможных схем термотрансформаторов;
- изучение схем выработки и транспортировки искусственного холода.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Основы трансформации теплоты» относится к базовой части Б1.О профессионального цикла дисциплин ОП ВО, служит общетехнической подготовкой студентов и создает теоретическую, практическую и прикладную базу для изучения дисциплин, связанных с контролем, управлением, мониторингом и автоматизацией технологических процессов нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий. Дисциплина формирует у бакалавров набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения расчетно-проектной и проектно-конструкторской; организационно-управленческой; производственно-технологической видов деятельности.

2.1 Предшествующие дисциплины

Для успешного освоения дисциплины «Основы трансформации теплоты» бакалавр по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин: Б1.О.12 - математика, Б1.О.13 - физика, Б1.О.16 - информационные технологии; Б1.О.18 - инженерная и компьютерная графика; Б1.О. 22 - техническая термодинамика; Б1.О.27 – общая энергетика; Б1. В.05 – Котельные установки и парогенераторы.

2.2. Последующие дисциплины

Дисциплина «Основы трансформации теплоты» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин: : Б1.В.11 - потребители теплоты; Б1.В.09 - системы газоснабжения; Б1.В.02 – основы промышленной безопасности; Б1.В.04 – тепло-массообменное оборудование; Б1.В.11 – энергосбережение в теплоэнергетике в теплотехнологиях; Б1.В.ДВ.01.01 - эксплуатация и ремонт теплоэнергетического оборудования; Б1.В.12 - снабжение предприятий технологическими энергоносителями; дисциплина изучается параллельно с некоторыми профессиональными дисциплинами и знания, полученные при изучении дисциплины «Вентиляция и кондиционирование помещений» могут быть использованы при расчетно-проектной и проектно-конструкторской работе, производственно-технологической видах деятельности, при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника».

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения дисциплины «Основы трансформации теплоты» у студента развиваются следующие компетенции:

ОПК-2 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

ОПК-2.1 - Знает базу физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования и исследования систем производства энергии и энергообеспечения объектов.

ОПК-2.2 - Умеет анализировать и моделировать системы производства пара, горячей воды и электрической энергии, а также системы энергоснабжения различных объектов.

ОПК-2.3 - Владеет методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования источников производства и распределения энергии.

ОПК-3 - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ОПК-3.1 - Знает способы производства пара, горячей воды. электрической и тепловой энергии;

ОПК-3.2 - Умеет. производить контроль качества монтажа котельного, основного и вспомогательного оборудования систем теплоснабжения.

ОПК-3.3 - Владеет методами обеспечения надежной работы источников производства теплоты и систем ее транспортировки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) знать:

- основные источники научно-технической информации по холодильным и теплонасосным установкам и критические оценки различных методов трансформации теплоты;
- базу физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования и исследования систем термотрансформаторов;
- способы производства пара, горячей воды, тепловой энергии; структуру и классификацию систем трансформации теплоты;

2) уметь:

- анализировать и моделировать системы трансформации теплоты, а также системы энерго-снабжения различных объектов, проводить расчеты по типовым методикам,
- производить контроль качества монтажа оборудования систем трансформации теплоты.

3) владеть:

- методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования систем трансформации и распределения энергии
- методами обеспечения надежной работы источников производства и трансформации теплоты и систем ее транспортировки;
- методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования обратных циклов, применяемых в трансформаторах теплоты..

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы трансформации теплоты» составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Структура дисциплины представлена в таблице 1.

Таблица 1

Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
		Лекция	Прак. зан.	КСР	СРС	
1	Парокомпрессионные трансформаторы теплоты	6	12	12	6	Тест 1; РГР
2	Струйные и абсорбционные трансформаторы теплоты	4	8	12	6	Тест 2; РГР
3	Газовые и газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты	4	8	12	6	Тест 3; РГР
4	Системы ожижения и разделения газовых смесей	4	8	18	18	Тест 4; РГР
Форма аттестации			Зачет с оценкой		4	
Всего		18	36	54	36	144

5 СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ТЕМАМ

с указанием формируемых компетенций представлено в таблице 2

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Парокомпрессионные трансформаторы теплоты	6	Циклы термотрансформаторов	Назначение и область использования. Классификация циклов. Оценка эффективности циклов. Методика расчета одноступенчатого парокомпрессионного термотрансформатора Схемы многоступенчатых термотрансформаторов. Методика расчета двухступенчатой холодильной установки.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
2	Струйные и абсорбционные трансформаторы теплоты	4	Термотрансформаторы струйные и абсорбционные	Типы, схемы и принцип работы струйного аппарата. Водоаммиачный и бромистолитиевые термотрансформаторы. Абсорбционный тепловой трансформатор теплоты.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
3	Газовые и газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты	4	Газовые и газожидкостные термотрансформаторы	Особенности газовых термотрансформаторов. Идеальный и компрессионный термотрансформатор с регенерацией. Газожидкостные термотрансформаторы. Криорефрижераторы с дроссельной и с детандерной ступенью.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
4	Системы ожижения и разделения газовых смесей	4	Процессы ожижения газов Разделение газовых смесей	Схемы систем ожижения и замораживания газов. С дроссельной ступенью, ожижитель Линде, Клода, Капицы. Низкотемпературное разделение газовых смесей. Низкотемпературное разделение воздуха и использование продуктов разделения.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3

6 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Чтобы теоретические знания, полученные студентами в вузе, максимально полно могли быть использованы в его практической деятельности, учебным планом специальности 13.03.01 предусмотрены практические занятия, которые преследуют следующие цели:

- 1) углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекции;
- 2) научиться проводить анализ совокупности физических явлений происходящих системах трансформации теплоты; идеализировать реальные явления;
- 3) научиться произвести расчеты обратных циклов, используемых в термотрансформаторах;
- 4) приобрести навыки расчета потребления предприятий холода для технологических нужд, вентиляции и кондиционирования воздуха;
- 5) научиться рассчитать систем разделения воздуха;

б) приобрести навыки работы со справочной и научной литературой.

Содержание практических занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3

Темы и распределение количества часов на практические занятия по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Парокомпрессионные трансформаторы теплоты	6	Циклы термотрансформаторов	Второе начало термодинамики для анализа термотрансформаторов Анализ образцовых циклов процессов термостатирования	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
		6	Одноступеньчатые и многоступеньчатые установки	Энергетических показателей парокомпрессионных термотрансформаторов. Расчет двухступеньчатой холодильной установки. Методы регулирования термотрансформаторов	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
2	Струйные и абсорбционные трансформаторы теплоты	4	Струйные термотрансформаторы	Расчет парожеткорных холодильных установок. Расчет вихревых термотрансформаторов.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
		4	Абсорбционные термотрансформаторы	Определение энергетических показателей водоаммиачного и бромистолитиевых термотрансформаторов.	
4	Газовые и газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты	4	Газовые термотрансформаторы	Расчет параметров идеальных газовых термотрансформаторов. Расчет компрессионного термотрансформатора с регенерацией.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
		4	Газожидкостные термотрансформаторы	Расчет параметров криорефрижераторов с дроссельной и с детандерной ступенью окончательного охлаждения.	
5	Системы ожижения и разделения газовых смесей	4	Процессы ожижения газов	Основные параметров процессов ожижения и замораживания газов.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
		4	Разделение газовых смесей	Определение параметров низкотемпературного разделения газовых смесей	

7 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Учебным планом направления 13.03.01 не предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Основы трансформации теплоты»

8 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

8.1 Характеристика самостоятельной работы студентов

Общая продолжительность СРС, предусмотренная учебным планом направления 13.03.01 по дисциплине «Основы трансформации теплоты» для разных форм обучения, а также распределение учебного времени по отдельным темам представлены в таблице 1.

Самостоятельная работа студентов (СРС) - это совокупность самостоятельной деятельности студентов, направленная на глубокое изучение учебного материала и выработку навыков использования знаний в практической работе.

СРС следует разделить:

- на самостоятельную аудиторную работу студентов (СРС/А) под методическим руководством преподавателя во время аудиторных и индивидуальных занятий;
- на внеаудиторную самостоятельную работу студентов (СРС/В): чтение литературы, написание рефератов и докладов, выполнение домашних заданий, выполнение РГР и т.д.

СРС включает следующие виды работ:

- подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, коллоквиумам, к сдаче экзаменов;
- изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельное овладение;
- выполнение расчетно-графической работы (контрольной работы для заочников), анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме, написание рефератов;
- анализ статистических и фактических материалов по результатам лабораторных экспериментов, проведение расчетов, подготовка отчетов;
- ознакомление с литературными источниками, поиск информации, в том числе электронных источников информации, необходимой для выполнения курсового проекта и учебных научных исследований;
- подготовка докладов на студенческих практических конференциях и т.п.

Темы теоретических вопросов, выносимые на самостоятельную работу, представлены в таблице 5.

Таблица 5

Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу

№ п/п	Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу (СПТМ)	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Цикл Лоренца для трансформации теплоты	4	Конспект	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
2	Термодинамические основы процессов трансформации теплоты	8	РГР	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
3	Холодильные и теплонасосные установки	8	РГР	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
4	Абсорбционные трансформаторы теплоты	8	РГР	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
5	Расчет парожидкостного компрессионного термотрансформатора	8	РГР	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3
6	Низкотемпературное разделение газовых смесей	8	РГР	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3

При выполнении самостоятельной работы студенты имеют возможность пользоваться специализированными источниками, приведенными в разделе 9. «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и *Internet-ресурсами*.

По результатам осуществления СРС применяются следующие виды контроля:

- проверка качества ведения конспектов лекций, отчетов по поиску информации;
- проверка этапов выполнения расчетно-графической (контрольной) работы и её защита;
- промежуточный контроль знаний студентов во время проведения практических занятий, тестирований (коллоквиумов);
- выступление студентов на студенческих конференциях по результатам реферативных, научно-исследовательских работ;
- проверка степени освоения теоретического материала во время проведения, зачета и проверки остаточных знаний (тестирований).

Текущий контроль заключается в проверке подготовки студентов к занятиям разного вида, в оценке знаний и навыков, сформированных у студентов на лекционных, практических и лабораторных занятиях, при самостоятельной работе над РГР и при подготовке рефератов. Промежуточный контроль результатов изучения дисциплины проводится по окончании изучения определенного раздела дисциплины путем тестирования. Вопросы тестов по каждому разделу приведены в фонде оценочных средств.

8.2 Характеристика работы преподавателя по организации СРС

СРС в силу своих специфических особенностей может рассматриваться как особый вид работы в общей системе учебно-воспитательного процесса и может реализоваться как в формах индивидуальных занятий под руководством преподавателя (научного руководителя) так и в формах СРС/В.

Весь учебный процесс, в том числе СРС, должен быть организован так, чтобы студенты видели и чувствовали положительные результаты своего труда. Необходимо, чтобы студенты постоянно ощущали заинтересованность преподавателей и их учебных успехах, в стремлении помочь им стать образованными, высококвалифицированными специалистами.

В условиях индивидуализации и интенсификации СРС особое значение приобретают консультации и регулярный контроль успешности выполнения студентами самостоятельной работы этому должны быть посвящены контроль знаний при выполнении практических занятий, графика выполнения расчетно-графической работы, индивидуальных занятий.

Графики сдачи коллоквиумов, консультаций, выполнения отдельных этапов РГР и индивидуальных занятий должны быть известны каждому студенту.

Для успешной организации СРС преподаватель должен:

- 1) ознакомить студентов рабочей программой на текущий семестр;
- 2) подготовить список теоретических вопросов для самостоятельного изучения;
- 3) подготовить задания для РГР;
- 4) организовать подготовку рефератов;
- 5) во время выполнения практических занятий ввести элементы НИРС;
- 6) организовать индивидуальную работу со студентами (консультации) для обсуждения результатов выполнения заданий РГР, хода подготовки рефератов и т.п.;
- 7) провести студенческие конференции для обсуждения результатов НИРС, материалов рефератов и РГР.

8.3 Расчетно-графическая (контрольная) работа (РГР)

В течение семестра студенты выполняют РГР, представляющую собой решение задач по разным разделам дисциплины по своему варианту.

8.3.1 Цели работы:

закрепление у студентов умения:

- применять теоретические знания на практике;
- проводить анализ специальной и технической литературы;
- выделять научную новизну и практическую значимость;
- выделять основные понятия исследования РГР;
- приобретать практические навыки по выбору оптимального варианта решения поставленной проблемы;

способствовать у студентов развитию навыков:

- самостоятельной работы со справочной и технической литературой при обосновании выбора конкретного технического решения по заданным параметрам;
- грамотного - в соответствии с ЕСКД - оформления результатов работы.

8.3.2 Содержание работы.

Студенты выполняют 5 комплексных заданий в виде расчетно-графических работ по разным разделам дисциплины согласно таблице 5.

Задание 1

Определить эксергию холода Q_o , полученного при температуре кипения T_s жидкого G . Определить значение коэффициента работоспособности тепла, отведенного при температуре кипения t_s хладагента R и сравнить его с коэффициентом работоспособности для температуры жидкого G . Составить тепловой и эксергетический баланс системы, производящий холод Q_o , и определить ее КПД, если известно, что система потребляет N электроэнергии и из термотрансформатора отводится Q_t теплоты. Коэффициент работоспособности отведенного из установки тепла τ_q ; коэффициент работоспособности полученного холода τ_{qo} . Определить, насколько изменится удельная эксергия потока хладагента R , который в теплообменнике при давлении p охлаждается с t_1 до t_1 .

Задание 2

Нарисовать схему одноступенчатого аммиачного трансформатора теплоты с охладителем хладагента и ее Ts - диаграмму. Определить холодопроизводительность Q_o ; температура хладагента на входе в испаритель $t_{и1}$ и на выходе из него $t_{и2}$; температура охлажденной воды на входе в конденсатор $t_{в2}$ и выходе из него $t_{в1}$. Конечная минимальная разность температур в конденсаторе Δt_k и в испарителе $\Delta t_{и}$. Расход воды в охладителе хладагента G_v с температурой t_v , которая нагревается на $\Delta t_{по}$. По параметрам в характерных точках, полученных в результате расчета схемы, составить эксергетический баланс термотрансформатора, определить потери эксергии в отдельных элементах установки и КПД.

Задание 3

Нарисовать схему одноступенчатого абсорбционного водоаммиачного трансформатора теплоты. Установка имеет холодопроизводительность Q_o . Температура рассола на входе в испаритель $t_{и1}$ и на выходе из него $t_{и2}$; температура охлажденной воды на входе в конденсатор $t_{в2}$ и выходе из него $t_{в1}$. Давление греющего водяного пара p (ts). Рабочий агент – аммиак; абсорбент

– вода. Конечная разность температуры в испарителе $\Delta t_{и}$; в конденсаторе $\Delta t_{к}$; в абсорбенте $\Delta t_{а}$; в генераторе $\Delta t_{г}$; в охладителе $\Delta t_{ох}$; в теплообменнике раствора $\Delta t_{тор}$; в дефлематоре $\Delta t_{д}$.

Определить параметры в характерных точках процесса и построить процесс в $i-s$ - диаграмме. Рассчитать тепловые нагрузки аппаратов, удельный расход энергии, холодильный коэффициент и эксергетический КПД термотрансформатора.

Задание 4

В расчетных условиях холодопроизводительность парожидкостного компрессионного термообразователя Q_o при температуре испарения $t_o = t_1$; Давление испарения p_o . Хладагент из испарителя выходит в состоянии сухого насыщенного пара с энтальпией i_1 . Температура рассола на входе в испаритель $t_{и1}$ и на выходе $t_{и2}$. Давление в холодильнике термотрансформатора p_k , температура конденсации t_k . Энтальпия жидкого аммиака перед дроссельным клапаном i_d .

Коэффициент теплопередачи: зоны испарения $k_{и}$. Коэффициент вредного пространства поршневого компрессора c ; коэффициент плотности $\lambda_{пл}$; объем хода поршня V_h . Показатель политропы расширения n .

Подача аммиака в испаритель уменьшается на $\xi\%$ за счет прикрытия дроссельного вентиля. Определить параметры в нерасчетном режиме: холодопроизводительность, давление в испарителе, температуры паров хладагента на выходе из испарителя. Расход рассола и его температура $t_{и1}$ остались неизменными.

Задание 5

Нарисовать схему ожижительной установки с детандером (схема Гейландта). Рассчитать параметры установки для ожижения воздуха при следующих условиях: исходные параметры воздуха p_1 и T_1 ; параметры сжатого воздуха на входе в теплообменник и детандер p и T_2 ; разность температур Δt_n ; теплоприток через изоляцию q_b ; доля дросселируемого воздуха M . Изотермический КПД компрессора η_k , внутренний КПД детандера $\eta_{дв}$, электромеханический КПД компрессора и детандера $\eta_{кэм} = \eta_{дэм}$. Показать работу установки на $T-s$ – диаграмме.

9 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Основы трансформаторы теплоты» используется рейтинговая система.

Работа студентов по освоению всех видов учебных занятий контролируется кафедрой использованием рейтинговой системы оценки знаний, разработанной на основе «ПОЛОЖЕНИЯ о бально-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса», утвержденного УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Максимальный рейтинг студента по дисциплине равен $R = 100$ баллам. Рейтинг по дисциплине включает два слагаемых: 1) $R_{тек}$ – текущий рейтинг, его максимальное значение равно 60 баллам, минимальное значение, необходимое для получения зачета, – не менее 36 баллов (при выполнении всех контрольных точек); 2) $R_{экз}$ – экзаменационный рейтинг (зачета с оценкой), его величина не должна превышать 40 баллов. Экзамен считается сданным, если студент получил за него не менее 24 баллов.

Значение текущего рейтинга $R_{тек} \geq 36$ баллов служит основанием для допуска студента к экзамену (при выполнении всех контрольных точек). Пересчет рейтинговой оценки в 4-бальную оценку, проставляемую в экзаменационную ведомость, зачетную книжку и приложение к диплому, производится в соответствии с установленной шкалой (таблица 6).

Таблица 6.

Перерасчет рейтингов в 4 – бальную оценку

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R < 60$	«неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R < 73$	«удовлетворительно» (3)
$73 \leq R < 87$	«хорошо» (4)
$87 \leq R < 100$	«отлично» (5)

Для оценки систематической работы студентов в течение семестра и расчета $R_{тек}$ введены ряд контрольных точек: 1) выполнение заданий во время практических занятий; 2) составление конспектов по темам, оставленным на самостоятельное изучение (СПТМ); 3) сдача коллоквиумов – тестов; 4) выполнение домашнего контрольного задания. Примерное соотношение рейтинговых баллов и оценок по 4-бальной системе по семестрам представлено в таблице 7.

Преподаватель имеет право добавлять студенту поощрительные баллы (не более 6) за выполнение нетиповых заданий повышенной сложности, участие в научно-исследовательской работе кафедры и выполнение других работ, при условии, что общая сумма баллов по данной дисциплине не превышает 100.

Таблица 7

Система рейтингов по курсу «Основы трансформации теплоты»

Оценочные средства	Число баллов за оценку		
	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
Коллоквиумы	4	18	30
Лабораторные работы	2	8	15
РГР	1	10	15
За семестр	5	36	60
Зачет с оценкой		24	40
Итог		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

№ п/п	Основные источники информации	Кол-во экз
1	Ляшков, В. И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие для вузов / В.И. Ляшков, 2-е изд., испр. и доп. - М.: КУРС: ИНФРА-М, 2019. -с: ил. - ISBN 978-5-905554-85-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1002345 .– Режим доступа: по подписке.	ЭБС «Знаниум» https://znanium.com/catalog/product/1002345 Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ
2	Визгалов, С.В. Основы термодинамических расчетов паро-компрессионных холодильных машин: учеб.пособие/ С.В.Визгалов, А.М. Ибраев, А.А.Сагдеев,М.С.Хамидуллин.- Казань: "Слово", 2016.-158 с.	50 экз.в б.о.
3	Вафин, Д.Б. Снабжение предприятий технологическими энергоносителями: учебник/Д.Б. Вафин.-Казань: РИЦ «Школа», 2017.- 404 с	5 экз.в б.о.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.О.24 «Основы трансформации теплоты» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Таблица 8

11.2 Дополнительная литература

Таблица 9

№ п/п	Дополнительные источники информации	Кол-во экз
1	Кудинов, В. А. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 424 с.: ил.; - (Высшее образование). - ISBN 978-5-905554-80-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/977184 . – Режим доступа: по подписке.	ЭБС «Знаниум» https://znanium.com/catalog/product/977184 Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ
2	Визгалов, С.В. Основы расчета термодинамических циклов и характеристик парокомпрессионных холодильных машин: учеб.пособие/ С.В. Визгалов, А.М. Ибраев, А.А. Сагдеев; НХТИ.- Нижнекамск: НХТИ, 2011.-134 с.	15 экз.в б.о.
3	Ибраев, А.М. Теоретические основы холодильной техники: учебное пособие/А.М. Ибраев,М.С. Хамидуллин,И.Г. Хисамеев.-Казань:Слово, 2016.-222 с.	16 экз.в б.о.

11.3 Электронные источники информации

При изучении и дисциплины «Основы трансформации теплоты» рекомендуется использование электронных источников информации:

Адрес Интернет-ресурса	Наименование Интернет-ресурса
https://www.engineeringvillage.com	Доступ к реферативной электронной базе данных актуальной научно-технической информации для инженеров «Engineering Village» издательства Elsevier
www.elibrary.ru	Научная Электронная Библиотека (НЭБ) Доступ по IP-адресам с компьютеров КНИТУ, Нижнекамского, Бугульминского филиалов

1. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>

11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Доступ к электронным ресурсам Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН): <http://rucont.ru>. Доступ к каталогам журналов и книг библиотек России с последующим обслуживанием по МБА с использованием электронной доставки документов.

Программная оболочка «Информιο»: www.informio.ru. Электронный справочник «Информιο» для высших учебных заведений. Доступ по логину и паролю с любого компьютера, имеющего выход в Интернет

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



Тарасова В.Я.

12 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук, (ауд. 130),

2. Практические занятия:

- a. компьютерный класс (ауд 203),
- b. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук, видеоматериалы, ауд 130),

3. Лабораторные занятия:

Лаборатория «Теплоснабжение» (130 ауд)

4. Прочее

- a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде (ауд. 203)

13 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, выполнение контрольных и расчетно-графических работ, подготовка рефератов, индивидуальные и групповые консультации.

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие методы образовательных технологий:

Активный метод – это форма взаимодействия студентов и преподавателя, при которой они взаимодействуют друг с другом в ходе занятия и студенты здесь не пассивные слушатели, а активные участники, студенты и преподаватель находятся на равных правах.

Интерактивный метод. Интерактивный («Inter» - это взаимный, «act» - действовать) – означает взаимодействовать, находиться в режиме беседы, диалога с кем-либо. Другими словами, в отличие от активных методов, интерактивные ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности студентов в процессе обучения.

Интерактивное обучение — это специальная форма организации познавательной деятельности. Она подразумевает вполне конкретные и прогнозируемые цели. **Цель** состоит в создании комфортных условий обучения, при которых студент или слушатель чувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что делает продуктивным сам процесс обучения, дать знания и навыки, а также создать базу для работы по решению проблем после того, как обучение закончится.

Задачами интерактивных форм обучения являются:

- пробуждение у обучающихся интереса;
- эффективное усвоение учебного материала;
- самостоятельный поиск учащимися путей и вариантов решения поставленной учебной задачи (выбор одного из предложенных вариантов или нахождение собственного варианта и обоснование решения);
- установление воздействия между студентами, обучение работать в команде, проявлять терпимость к любой точке зрения, уважать право каждого на свободу слова, уважать его достоинства;
- формирование у обучающихся мнения и отношения;
- формирование жизненных и профессиональных навыков;
- выход на уровень осознанной компетентности студента.

При использовании интерактивных форм роль преподавателя резко меняется, перестаёт быть центральной, он лишь регулирует процесс и занимается его общей организацией, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы для обсуждения в группах, даёт консультации, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана. Участники обращаются к социальному опыту – собственному и других людей, при этом им приходится вступать в коммуникацию друг с другом, совместно решать поставленные задачи, преодолевать конфликты, находить общие точки соприкосновения, идти на компромиссы.

Для решения воспитательных и учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы:

- Круглый стол (дискуссия, дебаты)
- Мозговой штурм (брейнсторм, мозговая атака)
- Деловые и ролевые игры
- Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ)
- Мастер класс

При изложении теоретической части дисциплины предполагается широкое использование элементов мозгового штурма (МШ), изучение конструкции систем теплоснабжения с использованием электронных чертежей (ЭК), использование видеофильмов (ВФ).

Проведение кейс-метод лабораторных занятий предполагает анализ конкретных ситуаций, т.е. использования кейс-метода.

При проведении практических занятий предполагается использование методов круглого стола КС, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций (кейс-метод – КМ).

Метод мозгового штурма (мозговая атака, braine storming) — оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастичных. Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные.

Основной целью проведения «круглого стола» является выработка у учащихся профессиональных умений излагать мысли, аргументировать свои соображения, обосновывать предлагаемые решения и отстаивать свои убеждения.

Метод анализа конкретной ситуации (ситуационный анализ, анализ конкретных ситуаций, case-study) – это педагогическая технология, основанная на моделировании ситуации или использования реальной ситуации в целях анализа данного случая, выявления проблем, поиска альтернативных решений и принятия оптимального решения проблем.

Таблица 11

Часы, отводимые на интерактивные методы обучения

Раздел	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
Парокомпрессионные трансформаторы теплоты	Лекции	Мозговой штурм	2
	Практика	Кейс метод Тестирование	1 1
Струйные и абсорбционные трансформаторы теплоты	Лекции	Мозговой штурм	1
	Практика	Кейс метод Тестирование	1 1
Газовые и газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты	Лекции	Мозговой штурм	1
	Практика	Круглый стол Тестирование	1 1
Системы ожижения и разделения газовых смесей	Лекции	Мозговой штурм	1
	Практика	Кейс метод Тестирование	1 1