

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Энергетический

_____ С. А. Ганджа
25.06.2017

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1162

дисциплины ДВ.1.01.02 Основы трансформации теплоты
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
уровень бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат
профиль подготовки Промышленная теплоэнергетика
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.10.2015 № 1081

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.
(ученая степень, ученое звание)

22.06.2017
(подпись)

К. В. Осинцев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент
(ученая степень, ученое звание,
должность)

22.06.2017
(подпись)

В. Ю. Шашкин

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний в области современных конструкций теплонасосных и холодильных установок, методов их расчета и оптимизации. Основные задачи дисциплины: - Познакомить с применяемыми промышленными теплонасосными и холодильными установками различного назначения и основными направлениями описания рабочих процессов в промышленных агрегатах. - Подвести студентов к глубокому пониманию физической основы тепломассообменных процессов. - Добиться прочного усвоения знаний по вопросу проведения теплового расчета. - Сформировать понимание зависимостей, на которых базируются расчеты. - Обратить внимание на важность математического моделирования при решении задач проектирования теплонасосных и холодильных установок и выбора оптимального режима работы. - Сформировать понимание вопросов, касающихся проектирования конструкций теплонасосных и холодильных установок. - Обратить внимание на современный уровень развития данной отрасли

Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются термодинамические основы процессов трансформации тепла, конструкции и методы расчета теплонасосных и холодильных установок.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-13 способностью к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт	Знать: о взаимосвязи изучаемой дисциплины со смежными областями техники, охраны природы и экологической среды человека; о возможности использования ТНУ и ХЛУ в энергосберегающих технологиях; о привязке ТНУ и ХЛУ к действующим тепловым схемам промышленных предприятий; о технологии проектирования ТНУ и ХЛУ с использованием систем автоматизированного проектирования;
	Уметь: проектировать современные системы тепло – и хладоснабжения объектов в целом и составляющих их технических узлов; выполнять технико-экономические оценки и расчеты действующих, сооружаемых и планируемых ТТ;
	Владеть: методикой определения расчетных характеристик ТНУ и ХЛУ; методами оценки основных технико-экономических параметров установок; методикой расчета и выбора основного и вспомогательного оборудования технологических схем термотрансформаторов (ТТ);

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
Б.1.15 Теоретические основы теплотехники	В.1.17 Современные энерго- и ресурсосберегающие теплотехнологии, В.1.16 Проектирование энергетических установок и систем, В.1.14 Технологические энергоносители промышленных предприятий

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.15 Теоретические основы теплотехники	Знать основы термодинамики и теплообмена, законы передачи теплоты, расчетные формулы

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180	
<i>Аудиторные занятия</i>	20	20	
Лекции (Л)	10	10	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	10	10	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	160	160	
Подготовка к контрольной работе.	60	60	
Подготовка к экзамену	100	100	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Понятие трансформатора тепла. Принцип работы ТНУ и ХЛУ.	4	2	2	0
2	Термодинамические основы процессов трансформации тепла	2	1	1	0
3	Обратимые и необратимые циклы. Обратные круговые циклы.	2	1	1	0
4	Расширенная диаграмма фазового состояния рабочего вещества.	2	1	1	0
5	Характеристика и требования к рабочим веществам	2	1	1	0

6	Регенеративный теплообмен в трансформаторах тепла.	2	1	1	0
7	Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования парожидкостных компрессионных ТТ	2	1	1	0
8	Вакуумные регенеративные циклы.	2	1	1	0
9	Элементы САПР термотрансформаторов	2	1	1	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Принцип работы ТНУ и ХЛУ.	2
2	2	Циклы Карно, Джоуля, Лоренца, их характеристика.	1
2	3	Обобщенные показатели хладагентов. Требования к хладагентам.	1
3	4	Характеристики фреонов, аммиака, углекислоты и др. Хладоносители.	1
3	5	Эксергетический метод анализа термотрансформаторов.	1
4	6	Циклы многоступенчатых теплонасосных отопительных установок.	1
4	7	Особенности работы компрессора холодильной установки.	1
5	8	Газовые циклы с периодическими процессами.	1
5	9	Постановка задачи оптимального проектирования. Составление математической модели ТТ.	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Принцип работы ТНУ и ХЛУ.	2
2	2	основы процессов трансформации тепла	1
2	3	Определение степени термодинамического совершенства работы термотрансформаторов	1
3	4	Хладоносители.	1
3	5	Расчет эксергетического и энергетического балансов установок	1
4	6	Совмещение прямого цикла теплового двигателя и обратного цикла холодильной машины.	1
4	7	Расчет и выбор теплообменников: конденсаторов, испарителей, переохладителей, регенеративных подогревателей.	1
5	8	Сравнение потерь в циклах с регенерацией и без нее.	1
5	9	Составление математической модели ТТ	1

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к контрольной работе. Принцип работы ТНУ и ХЛУ.	[1] стр. 26-189, [2] стр. 12-287, [3] стр. 68-95	60
Подготовка к экзамену	[1] стр. 26-281, [2] стр. 12-491, [1 доп.]	100

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Компьютерная симуляция	Практические занятия и семинары	Работы по моделированию процессов в холодильных и теплонасосных установках. Моделирование позволяет наглядно, путем варьирования параметров, установить факторы, эффективно влияющие на работу установки.	2
Интерактивные формы проведения занятий	Практические занятия и семинары	Творческие задания, дискуссия, круглый стол	2

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Результаты полученные при моделировании студенты используют при написании научных статей. Возможность ознакомления с новыми энергосберегающими технологиями (ПНР-1).

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Понятие трансформатора тепла. Принцип работы ТНУ и ХЛУ.	ПК-13 способностью к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт	контрольная работа	1
Все разделы	ПК-13 способностью к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт	экзамен	2

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
контрольная работа	письменно	Отлично: ответ на 14 вопросов Хорошо: ответ на 12 вопроса

		<p>Удовлетворительно: ответ на 8 вопроса Неудовлетворительно: ответ на 4 вопроса</p>
экзамен	студенты получают 3 вопроса, готовятся 15 минут и отвечают на вопросы устно	<p>Отлично: полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p>Хорошо: полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p> <p>Удовлетворительно: недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p> <p>Неудовлетворительно: ответ представляющий собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
контрольная работа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое трансформаторы теплоты и по каким признакам они могут быть классифицированы? 2. Чем отличается холодильная установка от теплонасосной установки? 3. Что называется рабочими агентами в трансформаторах теплоты, и какие требования предъявляют к ним? 4. Что такое холодильный коэффициент? Напишите его выражение. 5. Что такое коэффициент преобразования компрессионного теплового насоса и его связь с холодильным коэффициентом? 6. Как изображается теоретический цикл воздушной холодильной машины в s, T-диаграмме? 7. Изобразите схему паровой компрессионной холодильной установки. 8. Что такое холодопроизводительность холодильной машины и как ее определить? 9. Опишите схему и принцип работы пароструйной холодильной машины.

	<p>10. Как работает абсорбционная холодильная машина?</p> <p>11. В чем заключаются преимущества и недостатки бромистолитиевой холодильной машины?</p> <p>12. Начертите схемы паровых компрессионных тепловых насосов, работающих по замкнутому циклу и разомкнутому процессу.</p> <p>13. В чем отличие абсорбционных тепловых насосов, работающих по повысительной и расцепительной схемам?</p> <p>14. Каковы преимущества и недостатки различных типов тепловых насосов?</p>
экзамен	<p>1. Эксергетический метод анализа систем трансформации тепла. Определение значения эксергии.</p> <p>2. Основные термодинамические зависимости.</p> <p>3. Общая характеристика хладоагентов и криоагентов.</p> <p>4. Хладоносители.</p> <p>5. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла (холодильные и теплонасосные установки)</p> <p>6. Удельные энергозатраты и КПД компрессионных трансформаторов тепла.</p> <p>7. Энергетический и эксергетический балансы компрессионных трансформаторов тепла.</p> <p>8. Методика расчета одноступенчатых трансформаторов тепла.</p> <p>9. Регенеративный теплообмен в парожидкостных трансформаторах тепла.</p> <p>10. Многоступенчатые компрессионные трансформаторы тепла.</p> <p>11. Применение двухступенчатых теплонасосных установок в системах тепло-снабжения.</p> <p>12. Каскадные рефрижераторные установки.</p> <p>13. Назначение и классификация нагнетательных и расширительных машин.</p> <p>14. Термогазодинамические основы процессов сжатия и расширения.</p> <p>15. Компрессоры объемного действия.</p> <p>16. Компрессоры кинетического действия (турбокомпрессоры).</p> <p>17. Турбодетандеры.</p> <p>18. Насосы.</p> <p>19. Принцип действия абсорбционных установок и удельный расход тепла в них.</p> <p>20. Методика расчета одноступенчатых абсорбционных трансформаторов тепла</p> <p>21. Двухступенчатые абсорбционные трансформаторы тепла.</p> <p>22. Типы струйных трансформаторов тепла.</p> <p>23. Принципиальная схема и КПД струйного компрессора.</p> <p>24. Характеристики струйного компрессора.</p> <p>25. Принципиальная схема и КПД парожеткторных холодильных установок.</p> <p>26. Принципиальная схема вихревой трубы и процесс ее работы. Характеристика вихревой трубы.</p> <p>27. Особенности газожидкостных трансформаторов тепла.</p> <p>28. Особенности системы ожижения, замораживания и низкотемпературного разделения.</p> <p>29. Технические процессы ожижения и замораживания газов.</p> <p>30. Особенности процессов в газовых трансформаторах тепла.</p> <p>31. Газовые циклы и установки.</p>

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоиздат, 1981. - 320 с. ил.

2. Холодильные машины Учеб. для вузов по специальности "Техника и физика низ. температур" А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев и др.; Под общ. ред. Л. С. Тимофеевского. - СПб.: Политехника, 1997. - 991,[1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Текст учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 494 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Горбенко, В.И. Расчет парожидкостных компрессионных одноступенчатых холодильных установок: учебное пособие / В.И. Горбенко, М.А. Юртаев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Горбенко, В.И. Расчет парожидкостных компрессионных одноступенчатых холодильных установок: учебное пособие / В.И. Горбенко, М.А. Юртаев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Носков, А.Н. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин, тепловых насосов и термотрансформаторов. Ч. 2. Расчет роторных компрессоров холодильных машин: учебное пособие / А.Н. Носков, В.И. Пекарев, А.А. Малышев, В.М. Музин. – СПб.: Изд-во СПб.НИУ ИТМиО, 2016. – 95 с.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Дзино А.А. Тепловые насосы и термотрансформаторы: учебно-методическое пособие / А.А. Дзино, О.С. Малинина. – СПб.: Изд-во СПб.НИУ ИТМиО, 2015. – 68 с.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Фомичев, А.В. Трансформация теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. Часть 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 34 с	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ABBYY-FineReader 8(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -Техэксперт(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	277-2 (1)	Стенды: "Холодильник", "Тепловой насос"
Лекции	272a (1)	доска, мел, проектор