

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС
канд. техн. наук, доц. Белоусов А.В.
« 20 » 05 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Теплонасосные установки в энергетике

Направление подготовки (специальность):

13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность программы (профиль, специализация):

Энергетика теплотехнологии

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

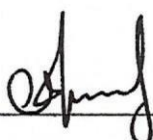
Кафедра: Энергетики теплотехнологии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 143;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составители: д-р техн. наук, доцент

 (П.А. Трубаев)

Рабочая программа обсуждена на заседании энергетики
теплотехнологии

« 22 » 04 20 21 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой
Энергетики теплотехнологии
канд. техн. наук, доцент

 (Ю.В. Васильченко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель
канд. техн. наук, доцент

 (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции по типам задач профессиональной деятельности (производственно-технологический)	ПК-4. Способен разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	ПК-4.1. Анализирует функции, а также параметры и характеристики рабочих процессов объектов профессиональной деятельности и определяет их место и назначение в технологической схеме производства продукции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • термодинамические основы работы тепловых насосов; • области и условия применения теплонасосных установок. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять термодинамический расчет теплонасосных установок и выбирать наиболее эффективные схемы и хладагенты; • использовать тепловые насосы в технологических процессах и в системах отопления. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками выбора оборудования для теплонасосных установок; • навыками проведения расчетов по методикам и в профессиональных программных продуктах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-4. Способен разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Образовательная программа (профиль): Энергетика теплотехнологий

Стадия	Наименования дисциплины
1	История развития энергетики
2	Теплофизические основы и организация технологических процессов
3	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки
4	Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий
5	Нагнетатели и тепловые двигатели
6	Организация безопасной эксплуатации тепломеханического оборудования объектов энергетики
7	Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки
8	Проектирование и эксплуатация высокотемпературных установок
9	Энергетический комплекс промышленных предприятий
10	Основы трансформации тепла и процессов охлаждения; Теплонасосные установки в энергетике (по выбору)
11	Производственная технологическая практика
12	Производственная преддипломная практика
13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 5 зач. единиц

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	–	–
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	107	107
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
I	Термодинамические основы работы теплонасосных установок Принцип действия теплового насоса. Термодинамические основы работы парокомпрессионного теплового насоса. Показатели энергетической эффективности теплового насоса	6	6		10
II	Методика и алгоритм расчета теплового насоса Общая схема расчета. Методика термодинамического расчета циклов теплового насоса. Эксергетический анализ теплонасосных циклов. Методика проектирования теплообменников. Расчет тепловых насосов в программе CoolPack.	14	14		21
III	Применение теплонасосных установок в системах теплоснабжения Промышленно выпускаемые ТНУ. Хладагенты рабочих насосов. Применение тепловых насосов для индивидуального теплоснабжения. Применение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения. Применение тепловых насосов для утилизации низкопотенциальной теплоты.	8	8		12

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
IV	Проектирование ТНУ для систем теплоснабжения Сравнение ТНУ с альтернативными системами отопления. Определение оптимального теплового режима теплообменников. Работа теплонасосной установки в нерасчетных условиях.	6	6		10
	Итого	34	34	–	53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	№ разд.	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	I	Построение циклов ТН в p, h и T, S – диаграммах	2	2
2	I	Расчет теплового баланса ТНУ	2	2
3	I	Расчет показателей термодинамической эффективности ТНУ	2	2
4	II	Термодинамический расчета цикла теплового насоса	2	2
5	II	Термодинамический расчета цикла теплового насоса с промежуточным (регенеративным) теплообменником	2	2
6	II	Термодинамический расчета цикла теплового насоса с промежуточным (регенеративным) теплообменником и переохладителем	2	2
7	II	Расчет эксергетических показателей теплонасосных циклов.	2	2
8	II	Конструктивный расчет кожухотрубного теплообменника.	2	2
9	II	Расчет одинарного цикла ТН в программе CoolPack	2	2
10	II	Расчет двойного цикла ТН в программе CoolPack	2	2
11	III	Подбор хладагента для ТНУ	2	2
12	III	Выбор ТНУ для индивидуального теплоснабжения	2	2
13	III	Выбор ТНУ для использования в теплофикационных системах	2	2
14	III	Выбор ТНУ для утилизации охлаждающей воды	2	2
15	IV	Экономический расчет эффективности ТНУ для теплоснабжения	2	2
16	IV	Исследование эффективности теплового насоса при изменении температуры нагреваемого теплоносителя	2	2
17	IV	Защита РГЗ	2	2
		Итого	34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрены

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Тематика (темы) РГЗ:

1. Расчет ТНУ для системы отопления здания.
2. Расчет ТНУ для утилизации теплоты вентиляционного воздуха.
3. Расчет ТНУ для утилизации теплоты оборотной воды.

Объем РГЗ составляет 15 страниц, трудоёмкость ее выполнения – 18 часов.

На РГЗ выдаются индивидуальные задания (в виде перечня тем и исходных данных). Содержание РГЗ, необходимые теоретические и справочные материалы, методики и примеры расчетов, требования к оформлению расчетно-пояснительной записки имеются в изданных на кафедре учебных пособиях и методических указаниях (работа 1 списка литературы).

В процессе выполнения РГЗ осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Пример задания на РГЗ

Тема 1. Расчет ТНУ в технологической линии на заданные условия.

Задание.

По индивидуальным исходным данным необходимо:

- 1) рассчитать цикл идеального парокомпрессионного теплового насоса для трех фреонов;
- 2) рассчитать цикл парокомпрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты для трех фреонов;
- 3) рассчитать цикл идеального парокомпрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты им переохладителем для трех фреонов;
- 4) выполнить эксергетический расчет;
- 5) сравнить результаты расчета и выбрать наиболее эффективный вариант ТНУ;
- 6) произвести расчет теплообменников для выбранного варианта.

Содержание графической части: изображение парокомпрессионного цикла в p , h - диаграмме.

Индивидуальные варианты заданий (первые пять вариантов)

№ п/п	Расход холодной воды $G_{\text{п}}$, кг/с	Температура холодной воды		Температура горячей воды		Температура окружающей среды t_0 , °С	Перегрев пара в промежуточном теплообменнике $\Delta t_{\text{п}}$, °С	Фреоны		
		До насоса $t_{\text{н1}}$, °С	После насоса $t_{\text{н2}}$, °С	До насоса $t_{\text{в1}}$, °С	После насоса $t_{\text{в2}}$, °С			1	2	3
1	10	25	10	46	61	5	3	R11	R22	R134a
2	15	26	11	47	62	6	4	R12	R500	R134a
3	20	26	11	48	63	6	5	R11	R407c	R152a
4	25	26	11	49	64	6	2	R12	R142b	R134a
5	30	27	12	50	65	7	3	R11	R22	R152a

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-1. Способен к разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.1. Анализирует функции, а также параметры и характеристики рабочих процессов объектов профессиональной деятельности и определяет их место и назначение в технологической схеме производства продукции	Экзамен, защита РГЗ, тестовые задания

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (тематика тестовых вопросов) для экзамена
I	Термодинамические основы работы теплонасосных установок (ПК-4.1)	1. Принцип действия теплового насоса. 2. Термодинамические основы работы парокомпрессионного теплового насоса. 3. Показатели энергетической эффективности теплового насоса
II	Методика и алгоритм расчета теплового насоса (ПК-4.1)	4. Общая схема расчета ТНУ. 5. Методика термодинамического расчета циклов теплового насоса. 6. Эксергетический анализ теплонасосных циклов. 7. Методика проектирования теплообменников.
III	Применение теплонасосных установок в системах теплоснабжения (ПК-4.1)	8. Промышленно выпускаемые ТНУ. 9. Хладагенты рабочих насосов. 10. Применение тепловых насосов для индивидуального теплоснабжения. 11. Применение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения. 12. Применение тепловых насосов для утилизации низкопотенциальной теплоты.
IV	Проектирование ТНУ для систем теплоснабжения (ПК-4.1)	13. Сравнение ТНУ с альтернативными системами отопления. 14. Определение оптимального теплового режима теплообменников. 15. Работа теплонасосной установки в нерасчетных условиях.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

5.3.1. Перечень контрольных вопросов для защиты РГЗ (ПК-4.1)

1. Какие преимущества и недостатки имеет применение тепловых насосных установок для индивидуального теплоснабжения зданий и сооружений по сравнению с котельными установками и электроотоплением?
2. На чем основан принцип действия теплового насоса? Какие типы тепловых насосов существуют?
3. Принцип действия и схемы адсорбционного и идеального парокомпрессионного и тепловых насосов?
4. Какие процессы происходят в парокомпрессионном тепловом насосе? Как они изображаются в T , S - и p , h - диаграммах?
5. В чем отличие схем теплонасосных установок, применяемых для теплоснабжения? Как эти отличия отражаются на циклах в T , S - и p , h - диаграммах?
6. Назовите показатели энергетической эффективности работы теплового насоса
7. Как температуры испарения и конденсации хладагента влияют на эффективность работы теплового насоса?
8. В каком случае применение теплового насоса для теплоснабжения выгоднее с тепловой точки зрения, чем применение котельной установки?
9. Как производится подбор хладагента для теплового насоса?
10. Как фреоны разделяются по степени озонобезопасности?
11. Какие источники низкопотенциальной теплоты применяются в теплонасосных установках систем теплоснабжения?
12. От чего зависит эффективность работы теплового насоса, используемого для индивидуального теплоснабжения зданий?
13. Чем обосновано применение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения?
14. Какие данные являются исходными для расчета циклов теплонасосных установок?
15. Какой показатель показывает термодинамическое совершенство работы теплового насоса?
16. Что является экономическим показателем работы теплонасосной установки?
17. Как производится оценка эффективности работы узлов теплового насоса?
18. Какие составные части входят в сумму эксергетических потерь в тепловом насосе?
19. Как определяется параметры фреона после сжатия
20. Опишите схемы теплообмена в испарителе, конденсаторе, переохладителе и регенеративном теплообменнике.
21. Сравните существующие способы отопления по капитальным и текущим затратам.
22. Как перепад температур в теплообменнике влияет на эффективность и стоимость теплового насоса?
23. Чем могут быть вызваны отклонения параметров цикла работы теплонасосной установки от расчетных?

5.3.2 Тестовый контроль

Текущий тестовый контроль предназначен для выяснения уровня знаний студента по каждому изученному разделу дисциплины. Он проводится на практических занятиях без использования учебников и конспектов.

Примеры тестовых заданий (ПК-4.1)

1. Какие типы тепловых насосов существуют (отметьте один или несколько пунктов)

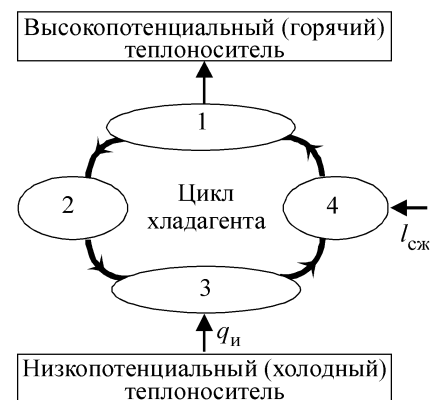
Варианты ответов:

- динамические
- эжекторные
- абсорбционные
- термоэлектрические
- парокомпрессионные

2. Какой процесс в цикле хладагента теплового насоса обозначен на рис. цифрой 1?

Варианты ответов:

- испарение
- сжатие
- плавление
- конденсация
- расширение

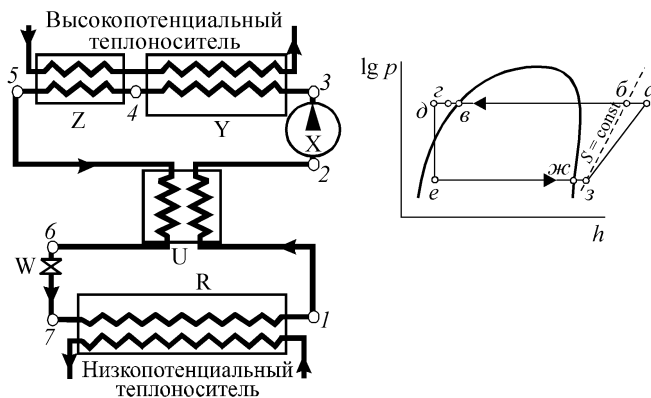


3. Выберите выражение для коэффициент преобразования теплоты μ теплового насоса (q_n - тепловая нагрузка испарителя, q_k - тепловая нагрузка конденсатора, $l_{сж}$ - работа сжатия; W - работа, подведенная к приводу компрессора)

Варианты ответов:

- $\mu = q_n/l_{сж}$
- $\mu = q_k/W$
- $\mu = q_n/W$
- $\mu = q_k/l_{сж}$
- $\mu = q_k/q_n$

4. Сопоставьте условное обозначение (R, U, W, X, Y, Z) и наименование компонента (испаритель, конденсатор, переохладитель, регенеративный теплообменник, дроссельный клапан, компрессор).



5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

5.4.1. Промежуточная аттестация в форме экзамена

Используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-4. Способен разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства. ПК-4.1. Анализирует функции, а также параметры и характеристики рабочих процессов объектов профессиональной деятельности и определяет их место и назначение в технологической схеме производства продукции.	
Знания	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • термодинамические основы работы тепловых насосов; • области и условия применения теплонасосных установок.
Умение	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • выполнять термодинамический расчет теплонасосных установок и выбирать наиболее эффективные схемы и хладагенты; • использовать тепловые насосы в технологических процессах и в системах отопления.
Владение	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • навыками выбора оборудования для теплонасосных установок; • навыками проведения расчетов по методикам и в профессиональных программных продуктах.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Показатели оценивания результата обучения по дисциплине

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания».

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знать: термодинамические основы работы тепловых насосов	Отсутствие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины.	Наличие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной рекомендованной литературы	Наличие достаточных знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме материала рабочей программы, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы.
Знать: области и условия применения теплонасосных установок.	Отсутствие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины.	Наличие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной рекомендованной литературы	Наличие достаточных знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме материала рабочей программы, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы.

Оценка сформированности компетенций по показателю «Умение»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь: выполнять термодинамический расчет теплонасосных установок и выбирать наиболее эффективные схемы и хладагенты;	Неумение решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций.	Умение решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций при наличии постоянного контроля.	Умение самостоятельно решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, осуществлять базовые действия по применению полученных знаний на практике	Умение самостоятельно ставить и решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, получать результаты, готовые для использования в сфере деятельности выпускника, осуществлять правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике
Уметь: использовать тепловые насосы в технологических процессах и в систе-	Неумение решать задачи в рамках содержания дисциплины	Умение решать задачи в рамках содержания дисциплины и фор-	Умение самостоятельно решать задачи в рамках содержа-	Умение самостоятельно ставить и решать задачи в рамках

мах отопления.	и формируемых компетенций.	мируемых компетенций при наличии постоянного контроля.	ния дисциплины и формируемых компетенций, осуществлять базовые действия по применению полученных знаний на практике	содержания дисциплины и формируемых компетенций, получать результаты, готовые для использования в сфере деятельности выпускника, осуществлять правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике
----------------	----------------------------	--	---	---

Оценка сформированности компетенций по показателю «Владение».

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть: навыками выбора оборудования для теплонасосных установок	Отсутствие минимума навыков, формируемых в требованиях к обучению	Владеть минимум навыков, формируемых в требованиях к обучению	В базовой мере владеть навыками, формируемыми в требованиях к обучению	В полной мере владеть навыками, формируемыми в требованиях к обучению
Владеть: навыками проведения расчетов по методикам и в профессиональных программных продуктах.				

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; доска для рисования маркером; ноутбук или персональный компьютер, подключенный к ТВ-панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
2	Компьютерный зал для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду; доска для рисования маркером; ноутбук или

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
		персональный компьютер, подключенный к ТВ-панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
3	Лаборатория энергетического комплекса промышленных предприятий	Лабораторная установка «Исследование работы теплонасосной установки»
4	Учебная аудитория для проведения самостоятельной работы	Специализированная мебель; доска для рисования маркером; ноутбук или персональный компьютер, подключенный к ТВ-панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
5	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Программа тестирования «MyTestXPro»	Электронная лицензия/ключ на БГТУ им. ВА.Г. Шухова, 12 компьютеров.
7	Программа «Расчет теплового насоса»	Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2020662963 «Расчет теплового насоса» / Трубаев П.А.; Правообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова". Зарегистрировано 21.10.2020 г. Заявка № 2020662226, Дата поступления 12 октября 2020 г.
8	Программа «CoolPack»	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. Трубаев П. А., Гришко Б.М. Тепловые насосы: учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 143 с.

Экземпляры всего: 35.

2. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре. Информационно-методическое издание / Е.Г. Гашо, С.А. Козлов, В.С Пузаков и др. – М.: Издательство «Перо», 2016. – 204 с.

Электронный ресурс: <https://mpei.ru/personal/Lists/CadrePapers/Attachments/2000/%D0%92%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B0%20%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F.pdf>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Расщепкин А.Н., Столетов В.М. Тепловые насосы: учебное пособие / под редакцией Т. Г. Черненко. – Кемерово: КемГУ, 2020. – 128 с.

Электронный ресурс: <https://e.lanbook.com/book/156114> (Режим доступа: для авториз. пользователей); http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=600316 (Режим доступа: для авториз. пользователей)

2. Дзино А.А., Малинина О.С. Тепловые насосы и термотрансформаторы. учебно-методическое пособие. – М.: Университет ИТМО, 2015. – 68 с.

Электронный ресурс: <https://www.iprbookshop.ru/68184.html> (Режим доступа: для авторизир. пользователей)

3. Повышение энергетической эффективности абсорбционных холодильных машин и термотрансформаторов : учебно-методическое пособие / Л. С. Тимофеевский, А. А. Малышев, А. А. Дзино, О. С. Малинина. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. – 19 с.

Электронный ресурс: <https://www.iprbookshop.ru/67534.html> (Режим доступа: для авторизир. пользователей)

4. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4-х кн.: справочник / общ. ред.: А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство МЭИ, 2004. Кн.4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. - 2004. - 630 с.

Экземпляры всего: 5.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. CoolPack [Электронный ресурс] / Department of Mechanical Engineering (МЕК), Section of Thermal Energy (TES) at the Technical University of Denmark (DTU). – Режим доступа: <https://www.ipu.dk/products/coolpack/>, свободный.

2. АВОК - Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике [Электронный ресурс] / НП АВОК – Электрон. дан. – М., [1991-201–]. – Режим доступа: <http://www.abok.ru>, свободный.

