

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени П.О. СУХОГО

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
ГГТУ имени П.О. Сухого

  
А.В. Сычѐв  
« 20 » 03 2022



ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В МАГИСТРАТУРУ

по специальности 1-43 80 03 «Теплоэнергетика и теплотехника»

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Вступительный экзамен является по своему содержанию междисциплинарным, в связи с чем, программа определяет круг тем и вопросов, а также объём и уровень содержания курсов, входящих в учебный план подготовки специалистов первой ступени высшего образования по специальностям: 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций».

**Цель вступительного испытания** заключается в комплексной проверке знаний, умений и навыков абитуриентов программы магистратуры в области дисциплин энергетического профиля, с целью обоснованной квалификационной оценки, позволяющей определить их рейтинг в конкурсе на бюджетные места обучения в магистратуре.

**Основной задачей вступительного испытания** является дополнительная стимуляция абитуриентов к углубленному изучению специальных дисциплин энергетического профиля.

**Форма проведения вступительного испытания.** К сдаче вступительного экзамена допускаются лица, имеющие диплом об окончании 1-й ступени высшего образования по специальностям 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» и имеющих склонность к научным исследованиям, что подтверждается научными публикациями, участием в разработке научно-исследовательских тем и инновационных проектов, в научно-практических конференциях, семинарах или другими материалами. Вступительный экзамен проводится в устно-письменной форме.

В программу включены вопросы курсов «Техническая термодинамика», «Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий», «Промышленные теплообменные процессы и установки».

## 2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Наименование темы
1	Термодинамическая система и окружающая среда.
2	Первый закон термодинамики.
3	Основные термодинамические процессы идеальных газов.
4	Второй закон термодинамики.
5	Фазовые переходы.
6	Истечение из сопел.
7	Дросселирование.
8	Схемы и циклы поршневых двигателей.
9	Схемы и циклы реактивных двигателей.
10	Циклы паротурбинных установок (ПТУ).
11	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).
12	Циклы парогазовых установок (ПГУ).
13	Циклы холодильных установок.
14	Цикл преобразователей теплоты.
15	Основы химической термодинамики
16	Системы централизованного снабжения промышленных потребителей паром и горячей водой.
17	Тепловое потребление
18	Методы регулирования отпуска теплоты из систем централизованного теплоснабжения.
19	Гидравлические характеристики тепловой сети.
20	Тепловые сети, их значение, классификация, схемы, конструкции элементов и различных типов прокладок.
21	Теплоизоляционные конструкции.
22	Котельные промышленных предприятий. Промышленные тепловые электростанции.
23	Задачи и общие правила эксплуатации энергетических станций, тепловых сетей и тепловых подстанций.
24	Вторичные энергоресурсы для выработки пара и горячей воды.
25	Классификация теплообменных, тепломассообменных процессов и аппаратов.
26	Конструкции рекуперативных теплообменников
27	Теплообменники контактного типа.
28	Выпарные установки
29	Перегонные и ректификационные установки
30	Сушильные установки
31	Установки для трансформации теплоты
32	Холодильные установки
33	Теплонасосные установки

### **3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

#### **1. Термодинамическая система и окружающая среда.**

Равновесные и неравновесные состояния и процессы. Параметры состояния. Уравнение состояния.

#### **2. Первый закон термодинамики.**

Внутренняя энергия и энтальпия. Теплота и работа. Работа изменения объема. Техническая работа. Аналитические выражения и формулировки 1-го закона термодинамики. Уравнение 1-го закона термодинамики для стационарного потока массы. Теплота трения. Располагаемая работа потока. Определение технической работы в потоке и подводимой теплоты. Значение 1-го закона термодинамики. Энтропия.

#### **3. Основные термодинамические процессы идеальных газов.**

Основные термодинамические процессы. Расчет параметров состояния и энергетических характеристик процессов. Теплоемкость идеального газа  $C_v$ ,  $C_p$ . Уравнение Майера. Анализ политропных процессов.

#### **4. Второй закон термодинамики.**

Формулировки II-го закона термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические циклы. Прямой и обратный циклы Карно. Теорема Карно. Аналитическое выражение II-го закона термодинамики. Термодинамическая шкала температур. Значение II-го закона термодинамики.

#### **5. Фазовые переходы.**

Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы для стабильных состояний. Вода и водяной пар, аномалии воды. Кипящая жидкость и сухой насыщенный пар. Критические условия. Влажный пар. Сухость пара. Перегретая жидкость и переохлажденный пар. Теплота фазовых переходов. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Краткий обзор уравнений состояния реальных газов. Вириальное уравнение состояния. Таблицы и диаграммы термодинамических свойств веществ. Диаграммы  $h$ - $P$ ,  $h$ - $T$ ,  $h$ - $S$ ,  $T$ - $S$  реальных газов. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Расчет процессов по термодинамическим таблицам и диаграммам.

#### **6. Истечение из сопел.**

Уравнение механической энергии потока. Массовый расход, скорость потока и скорость звука. Параметры торможения. Адиабатное истечение газов и паров. Условия перехода через скорость звука. Сопло Лаваля.

#### **7. Дросселирование.**

Дросселирование газа и пара. Эффект Джоуля-Томсона. Кривая инверсии.

#### **8. Схемы и циклы поршневых двигателей.**

Схемы и циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (циклы Отто, Дизеля, Тринклера). Термический КПД циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания. Сравнение циклов двигателей внутреннего сгорания. Действительный цикл двигателей внутреннего сгорания.

#### **9. Схемы и циклы реактивных двигателей.**

Схемы и циклы турбокомпрессорных, прямоточных, безкомпрессорных воздушно реактивных двигателей. Схемы и циклы ракетных двигателей.

#### **10. Циклы паротурбинных установок (ПТУ).**

Цикл Карно на влажном пару. Цикл Ренкина. Цикл Ренкина с перегревом пара. Цикл с вторичным перегревом пара. Влияние начальных и конечных параметров пара на КПД. Действительный цикл ПТУ. Регенеративные циклы ПТУ. Схемы регенеративного подогрева с отборами пара. Удельные расходы пара, теплоты и топлива. Тепловой баланс ПТУ.

#### **11. Циклы газотурбинных установок (ГТУ).**

Схема и цикл ГТУ со сгоранием при  $P=\text{const}$ . Схема и цикл ГТУ со сгоранием при  $V=\text{const}$ . Термический КПД циклов ГТУ. Методы повышения эффективности циклов ГТУ. Замкнутые схемы ГТУ.

#### **12. Циклы парогазовых установок (ПГУ).**

Схема и цикл ПГУ с котлом-утилизатором. Схема и цикл ПГУ с низконапорным парогенератором. Схема и цикл ПГУ с высоконапорным парогенератором. Схема и цикл полузависимой ПГУ.

#### **13. Циклы холодильных установок.**

Схема и цикл воздушной холодильной установки. Схема и цикл парокompрессионной холодильной установки. Схема и цикл абсорбционной холодильной установки. Схема и цикл пароэжекторной холодильной установки.

#### **14. Цикл преобразователей теплоты.**

Схема и цикл теплонасосной установки. Термодинамический анализ цикла теплонасосной установки. Применение теплонасосных установок.

#### **15. Основы химической термодинамики**

Условия протекания химических реакций. Тепловой эффект реакции. Термохимические уравнения. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Энергия Гиббса. Условия самопроизвольного протекания процессов.

**16. Системы централизованного снабжения промышленных потребителей паром и горячей водой.** Топливо-энергетический комплекс Республики Беларусь. Назначение, структура и классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий. Водяные системы теплоснабжения предприятий. Преимущества и недостатки воды как теплоносителя (по сравнению с паром). Схемы присоединения абонентских установок к теплосети, область применения. Паровые системы теплоснабжения. Преимущества и недостатки пара как теплоносителя (по сравнению с водой). Схемы, состав оборудования, режимы работы, обеспечение надежности пароснабжения. Назначение, схемы, состав оборудования и режимы работы систем сбора и возврата конденсата от потребителей пара.

#### **17. Тепловое потребление**

Классификация тепловой нагрузки промпредприятий по характеру протекания во времени, видам и параметрам теплоносителя. Отопление промышленных зданий. Отопительная нагрузка. Расход теплоты на отопление (максимальный, средний и годовой; расчет по укрупненным показателям). Вентиляция и кондиционирование воздуха в промышленных цехах. Вентиля-

ционная нагрузка. Расход теплоты на вентиляцию (максимальный, средний и годовой; расчет по укрупненным показателям). Горячее водоснабжение, назначение и требуемые параметры. Расход теплоты на горячее водоснабжение (среднесуточный, максимальный и годовой; в отопительный и летний периоды). Методика расчета тепловых потерь зданий.

#### **18. Методы регулирования отпуска теплоты из систем централизованного теплоснабжения.**

Методы регулирования отпуска теплоты при централизованном теплоснабжении. Центральное регулирование однородной и разнородной тепловой нагрузки. Графики температур. Построение графика температур по режиму отопления.

#### **19. Гидравлические характеристики тепловой сети.**

Гидравлический расчет тепловой сети, задачи гидравлического расчета, основные формулы. Определение расчетных расходов воды для гидравлического расчета.

Определение параметров сетевых и подпиточных насосов.

Основные требования к режиму давления водяных теплосетей. Пьезометрические графики и их использование в процессах проектирования и эксплуатации тепловых сетей. Построение пьезометрического графика. Выбор схем присоединения абонентских установок. Построение гидравлических характеристик сети и сетевых насосов. Гидравлическая устойчивость теплосетей. Коэффициент гидравлической устойчивости. Гидравлический удар в тепловых сетях.

#### **20. Тепловые сети, их значение, классификация, схемы, конструкции элементов и различных типов прокладок.**

Трасса и профиль теплопроводов. Способы прокладки тепловых сетей. Конструкции теплопроводов. Трубы и их соединения. Опоры теплопроводов, классификация и применение. Компенсация температурных удлинений теплопроводов. Виды компенсаторов, их конструкции. Схемы тепловых пунктов. Оборудование тепловых пунктов. Выбор схемы подключения подогревателей ГВС. Автоматизация тепловых пунктов. Прочностной расчет трубопроводов. Элеваторный узел. Расчет и выбор элеватора. Водоводяные подогревательные установки.

#### **21. Теплоизоляционные конструкции.**

Теплоизоляционные материалы и конструкции, применяемые в тепловых сетях. Методика расчета тепловых потерь теплосети и эффективности теплоизоляции. Выбор толщины теплоизоляционного слоя. Тепловой расчет трубопроводов, задачи теплового расчета, основные формулы. Методика теплового расчета однетрубного и многотрубного теплопровода при бесканальной и канальной прокладке.

#### **22. Котельные промышленных предприятий. Промышленные тепловые электростанции.**

Тепловые схемы котельных, основное и вспомогательное оборудование. Классификация котельных агрегатов. Выбор типа и количества котель-

ных агрегатов. Классификация ТЭС. Тепловые схемы КЭС и ТЭЦ, основное и вспомогательное оборудование. Коэффициент теплофикации, его технико-экономическое обоснование и выбор оптимального значения. Влияние начальных и конечных параметров пара промышленных ТЭЦ на ее энергетическую эффективность. Промежуточный перегрев пара на ТЭЦ. Регенеративный подогрев питательной воды на ТЭЦ. Турбины, применяемые на ТЭС. Методика расчета тепловой схемы ТЭЦ. Методы определения их энергетических показателей и экономии топлива от совместного производства электроэнергии и теплоты.

### **23. Задачи и общие правила эксплуатации энергетических станций, тепловых сетей и тепловых подстанций.**

Правила технической эксплуатации тепловых электростанций и котельных. Требования к проектированию и эксплуатации тепловых сетей. Испытания тепловых сетей. Требования к проектированию и эксплуатации тепловых пунктов.

### **24. Вторичные энергоресурсы для выработки пара и горячей воды.**

Классификация ВЭР, используемых для выработки пара и горячей воды. Основные типы теплоутилизационных установок (ТУУ) и станций (УТЭЦ), используемых для выработки пара и горячей воды. Конструкции оборудования, тепловые схемы. Методы определения экономии первичного топлива от используемого пара, горячей воды, электроэнергии, вырабатываемых на ТУУ и УТЭЦ. Циклы тепловых насосов, конструкция парокompрессионных тепловых насосов. Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения промпредприятий.

**25. Классификация теплообменных, тепломассообменных процессов и аппаратов.** Назначение отдельных видов теплообменных и тепломассообменных аппаратов и их применение.

**26. Конструкции рекуперативных теплообменников** (трубчатых, кожухо-трубчатых, пластинчатых, спиральных). Тепловой, конструктивный и поверочный расчеты теплообменников; их основные элементы и узлы. Гидравлический расчет аппаратов. Методы интенсификации теплообмена. Методики теплотехнического расчета теплообменных аппаратов.

**27. Теплообменники контактного типа.** Факторы, определяющие выбор их конструкции. Расчет процессов и конструктивных размеров контактных теплообменников. Гидравлический режим и сопротивление теплообменников с насадкой.

### **28. Выпарные установки**

Физические основы процессов выпаривания. Свойства растворов. Схемы выпарных установок с аппаратами поверхностного типа: прямоточные, противоточные, смешанные, непрерывного и периодического действия, с конденсатором, с противодавлением, с ухудшенным вакуумом, с тепловым насосом. Оптимальное число ступеней установки. Конструкции выпарных аппаратов. Материальный баланс, определение количества выпаренной влаги и концентрации раствора; тепловой расчет многоступенчатой выпарной ус-

тановки (МВУ). Располагаемая и полезная разности температур. Температурные депрессии.

### **29. Перегонные и ректификационные установки**

Общие сведения о перегонке и ректификации. Физико-химические свойства бинарных смесей. Особенности процессов кипения и конденсации бинарных смесей. Азеотропные смеси. Дистилляция. Диаграмма состояния  $t$ - $y$ - $x$  и диаграмма равновесия  $y$ - $x$  бинарных смесей. Процессы в ректификационных установках и их изображение на  $t$ - $y$ - $x$  и  $y$ - $x$  диаграммах. Дефлегмация и ректификация. Определение числа тарелок в колонне. Тепловой баланс ректификационных установок. Конструкции тарельчатых, ситчатых и насадочных колонн.

### **30. Сушильные установки**

Назначение и виды обезвоживания. Области применения сушки. Свойства влажных материалов как объектов сушки. Общие сведения о процессе сушки. Кинетика сушки. Динамика сушки. Конвективная сушка. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок. Теплотехнологические схемы установок. Аппаратурно-технологическое оформление процессов сушки. Сушка жидкотекучих, твердых, дисперсных, ленточных материалов.

### **31. Установки для трансформации теплоты**

Классификация установок для трансформации теплоты; области их применения. Термодинамические основы получения холода. Рабочие тела и хладоносители. Озонобезопасные фреоны.

### **32. Холодильные установки**

Холодильные установки. Сравнительная характеристика холодильных установок. Компрессионные холодильные установки и их элементы, методы теплового расчета. Двухступенчатые холодильные установки. Абсорбционные холодильные установки. Элементы и источники энергии для абсорбционных холодильных установок; основные показатели и методы теплового расчета установок.

### **33. Теплонасосные установки**

Утилизация низкопотенциальных тепловых потоков в теплонасосных установках. Типы теплонасосных установок.

Схемы применения теплонасосных установок в промышленных тепло-массообменных установках.

## **4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Равновесные и неравновесные состояния и процессы. Параметры состояния.
2. Уравнение состояния. Внутренняя энергия и энтальпия. Теплота и работа. Работа изменения объема. Техническая работа.
3. Аналитические выражения и формулировки 1-го закона термодинамики.
4. Уравнение 1-го закона термодинамики для стационарного потока массы. Теплота трения.



5. Располагаемая работа потока. Определение технической работы в потоке и подводимой теплоты. Энтропия
6. Основные термодинамические процессы идеальных газов.
7. Теплоемкость идеального газа  $C_v$ ,  $C_p$ . Уравнение Майера.
8. Второй закон термодинамики. Формулировки II-го закона термодинамики.
9. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические циклы.
10. Прямой и обратный циклы Карно. Теорема Карно. Эквивалентный цикл Карно.
11. Аналитическое выражение II-го закона термодинамики. Возрастания энтропии изолированной системы.
12. Термодинамическая шкала температур. Значение II-го закона термодинамики.
13. Фазовые переходы. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы для стабильных состояний.
14. Вода и водяной пар, аномалии воды. Кипящая жидкость и сухой насыщенный пар. Критические условия. Влажный пар. Сухость пара.
15. Теплота фазовых переходов. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
16. Краткий обзор уравнений состояния реальных газов.
17. Таблицы и диаграммы термодинамических свойств веществ. Диаграммы  $h$ - $P$ ,  $h$ - $T$ ,  $h$ - $S$ ,  $T$ - $S$  реальных газов.
18. Уравнение механической энергии потока.
19. Массовый расход, скорость потока и скорость звука.
20. Адиабатное истечение газов и паров. Условия перехода через скорость звука. Сопло Лаваля.
21. Дросселирование газа и пара. Эффект Джоуля-Томсона.
22. Схемы и циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (цикл Отто).
23. Схемы и циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (цикл Дизеля).
24. Схемы и циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (цикл Тринклера).
25. Действительный цикл двигателей внутреннего сгорания.
26. Схемы и циклы турбокомпрессорных, прямоточных, безкомпрессорных воздушно реактивных двигателей.
27. Схемы и циклы ракетных двигателей.
28. Цикл Ренкина. Цикл Ренкина с перегревом пара. Цикл с вторичным перегревом пара.
29. Влияние начальных и конечных параметров пара на КПД цикла Ренкина.
30. Действительный цикл ПТУ. Регенеративные циклы ПТУ. Схемы регенеративного подогрева с отборами пара.
31. Схема и цикл ГТУ со сгоранием при  $P=\text{const}$ .
32. Схема и цикл ГТУ со сгоранием при  $V=\text{const}$ .
33. Методы повышения эффективности циклов ГТУ. Замкнутые схемы ГТУ.
34. Схема и цикл ПГУ с котлом-утилизатором.

35. Схема и цикл парокompрессионной холодильной установки.
36. Схема и цикл абсорбционной холодильной установки.
37. Схема и цикл теплонасосной установки. Термодинамический анализ цикла теплонасосной установки. Применение теплонасосных установок.
38. Условия протекания химических реакций. Тепловой эффект реакции.
39. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса.
40. Энергия Гиббса. Условия самопроизвольного протекания процессов.
41. Классификация систем теплоснабжения.
42. Паровые системы теплоснабжения. Схемы сбора конденсата. Конденсатоотводчики.
43. Водяные системы теплоснабжения. Преимущества и недостатки воды как теплоносителя.
44. Схемы присоединения абонентских установок к тепловой сети.
45. Классификация тепловых нагрузок. Отопление. Расход теплоты на отопление. Вентиляция. Расход теплоты на вентиляцию. Горячее водоснабжение (ГВС). Расход теплоты на ГВС.
46. Регулирование тепловых нагрузок при централизованном теплоснабжении. График температур.
47. Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета, основные формулы. Определение расчетных расходов воды для гидравлического расчета.
48. Определение параметров сетевых и подпиточных насосов.
49. Основные требования к режиму давления водяных тепловых сетей.
50. Построение пьезометрического графика.
51. Выбор схем присоединения абонентских установок.
52. Построение гидравлических характеристик сети и сетевых насосов.
53. Гидравлическая устойчивость тепловых сетей. Коэффициент гидравлической устойчивости. Гидравлический удар в тепловых сетях.
54. Тепловой расчет трубопроводов, задачи теплового расчета. Основные формулы.
55. Теплоизоляционные материалы и конструкции, применяемые в тепловых сетях. Расчет тепловых потерь и эффективности тепловой изоляции. Выбор толщины теплоизоляционного слоя.
56. Конструкции и типы прокладок теплопроводов.
57. Трубы, применяемые для сооружения теплопроводов. Основные требования.
58. Опоры теплопроводов. Классификация и применение.
59. Компенсация температурных удлинений теплопроводов. Виды компенсаторов, их конструкция.
60. Прочностной расчет трубопроводов. Расчет усилий и напряжений, действующих в трубопроводах тепловых сетей.
61. Тепловые пункты, классификация, назначение. Оборудование тепловых пунктов. Выбор схемы подключения подогревателей ГВС.
62. Элеваторный узел, схема. Элеватор. Расчет элеватора.

63. Водоподогреватели тепловых пунктов.
64. Классификация ТЭС. Цикл Ренкина. Термический КПД.
65. Паротурбинные ТЭЦ. Тепловая схема, основное и вспомогательное оборудование.
66. Турбины, применяемые на ТЭС. Маркировка.
67. Классификация котельных установок. Котлы, их конструкция
68. Схемы циркуляции воды в котельном агрегате. Общая схема и описание работы парового котла.
69. Виды энергетических топлив, их состав и основные характеристики.
70. Высшая и низшая теплоты сгорания, условное топливо.
71. Определение количества воздуха, необходимого для горения топлива.
72. Определение объема продуктов сгорания топлива.
73. Уравнение теплового баланса котельного агрегата. КПД котельного агрегата и расход топлива.
74. Теплонапряжение топочного объема и зеркала горения слоя. Водный режим парового котла.
75. Влияние начальных и конечных параметров пара и промежуточного перегрева на эффективность паротурбинных электростанций.
76. Теплофикационные подогреватели ТЭЦ и пиковые водогрейные котлы. Коэффициент теплофикации. Выбор СП и ПВК.
77. Правила технической эксплуатации тепловых электростанций и котельных.
78. Требования к проектированию и эксплуатации тепловых сетей. Испытания тепловых сетей.
79. Требования к проектированию и эксплуатации тепловых пунктов.
80. Классификация ВЭР, используемых для выработки пара и горячей воды.
81. Классификация теплообменных, тепломассообменных процессов и аппаратов.
82. Конструкции рекуперативных теплообменников (трубчатых, кожухотрубчатых, пластинчатых, спиральных).
83. Тепловой, конструктивный и поверочный расчеты теплообменников; их основные элементы и узлы.
84. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов.
85. Методы интенсификации теплообмена.
86. Теплообменники контактного типа.
87. Расчет процессов и конструктивных размеров контактных теплообменников.
88. Особенности работы насадочных скрубберов.
88. Физические основы процессов выпаривания. Свойства растворов.
89. Схемы выпарных установок с аппаратами поверхностного типа: прямоточные, противоточные, смешанные, непрерывного и периодического действия, с конденсатором, с противодавлением, с ухудшенным вакуумом, с тепловым насосом.

90. Выпарные установки адиабатные, с контактными нагревателями и погружными горелками.
91. Конструкции выпарных аппаратов.
92. Материальный баланс, определение количества выпаренной влаги и концентрации раствора.
93. Располагаемая и полезная разности температур. Температурные депрессии.
94. Общие сведения о перегонке и ректификации. Физико-химические свойства бинарных смесей.
95. Дистилляция. Дефлегмация и ректификация.
96. Конструкции тарельчатых, ситчатых и насадочных колонн.
97. Тепловой баланс ректификационных установок.
98. Назначение и виды обезвоживания. Области применения сушки. Кинетика сушки. Динамика сушки.
99. Свойства влажных материалов как объектов сушки.
100. Конвективная сушка. Теплотехнологические схемы установок.
101. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.
102. Сушка жидкотекучих, твердых, дисперсных, ленточных материалов.
103. Классификация установок для трансформации теплоты; области их применения.
104. Термодинамические основы получения холода. Рабочие тела и хладоносители. Озонобезопасные фреоны. Сравнительная характеристика холодильных установок.
105. Компрессионные холодильные установки и их элементы, методы теплового расчета.
106. Абсорбционные холодильные установки. Элементы и источники энергии для абсорбционных холодильных установок.
107. Утилизация низкопотенциальных тепловых потоков в теплонаносных установках. Типы теплонаносных установок.
108. Схемы применения теплонасосных установок в промышленных тепло-массообменных установках.

## **5. ИНФОРМАЦИОННАЯ (учебно-методическая) ЧАСТЬ**

1. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика: [учеб. пособие для вузов] Карташов Э. М. –Москва :Высшая школа, 2003. -261с.
2. Хрусталева, Б.М. Техническая термодинамика: [учебник для строительных и энергетических специальностей вузов]: в 2 ч./ Б.М. Хрусталева, А.П. Несенчук, В.Н. Романюк.- Минск: Технопринт, 2004 - Ч.1./ Б.М. Хрусталева. – 2004 . – 486 с.
3. Хрусталева, Б.М. Техническая термодинамика: [учебник для строительных и энергетических специальностей вузов]: в 2 ч./ Б.М. Хрусталева, А.П. Несенчук, В.Н. Романюк.- Минск: Технопринт, 2004 - Ч.2./ Б.М. Хрусталева. – 2005 . – 560 с.

4. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / Е.Я. Соколов – 7-е изд. – М.: Энергоиздат, 2001. – 472 с.
5. Тепловые и атомные электростанции : справочник. Кн.3 / под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 648 с.
6. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник. Кн.4 / под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 632 с.
7. Курылев, Е. С. Холодильные установки: учебник для вузов / Е. С. Курылев, В. В. Оносовский. – Санкт-Петербург: Политехника, 1999. – 576 с.
8. Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен: учеб. пособие для вузов / Ф.Ф.Цветков, Б.А. Григорьев. - 3-е изд., стер. - Москва: МЭИ, 2006. - 549с.
9. Паровые и водогрейные котлы: (Эксплуатация и ремонт) / Сост. П.А.Баранов, А.П.Баранов, А.А.Кузнецов. – М.: ПИО ОБТ, 2003. – 301с.
10. Липов Ю.М. Котельные установки и парогенераторы: учебник / Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков. - Изд. 2-е, испр. - Москва; Ижевск: РХД, 2005. – 591с.
11. Стриха И.И. Повышение эффективности топливоиспользования в котельных / И.И.Стриха; И.И.Стриха. - Мн.: Технопринт, 2003. - 261с.
12. Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация: учебник / Б.А. Соколов. - Москва: Академия, 2005. – 428с.
13. Теплоснабжение. Котельное оборудование : справ. пособие для персонала. обслужив. тепловое оборуд. / авт.-сост. Л.С. Овчинников. - Минск: Дизайн ПРО, 2007. – 431с.
14. Теплоэнергетика и теплотехника: общие вопросы: справочник. Кн.1 / под общ. ред. А.В.Клименко, В.М.Зорина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Изд-во МЭИ, 2000. – 527с.
15. Александров А. А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок: учеб. пособие для вузов / А.А. Александров. – 2-е изд., стер. - Москва: МЭИ, 2006. – 158с.
16. Буров А.Л. Тепловые двигатели: учебное пособие / А.Л. Буров. - Москва: МГИУ, 2003. – 136 с.
17. Основы энергосбережения: Учеб. пособие для вузов / Б.И. Врублевский, С.Н. Лебедева, А.Б. Невзорова и др.; Под ред БИ Врублевского - Гомель: ЦНТУ Развитие, 2002 – 190 с.
18. Самойлов М.В. Основы энергосбережения: Учебное пособие для вузов. / М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев – Мн.: БГЭУ, 2002 – 198 с.
19. Пospelова Т.Г. Основы энергосбережения. / Т.Г. Пospelова; Госкомэнерго РБ – Мн.: Технопринт, 2000 - 351с.
20. Цуранов О.А. Холодильная техника и технология: учебник для вузов / О.А. Цуранов, А.Г. Крысин. - Санкт-Петербург: Питер, 2004. – 446с.

21. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. - 2-е изд., стер. - Москва: МЭИ, 2006. – 579с.

22. Лашутина Н.Г. Холодильные машины и установки: учебник / Н.Г.Лашутина, Т.А. Верхова, В.П. Суедов. - Москва: Колос, 2007. - 439с.