

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЭНИН

Завьялов В.М.

« 16 » 04 2016 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СИСТЕМЫ И ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**

Направление (специальность) ООП: 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Теплофизика в теплоэнергетике

Квалификация (степень): Магистр

Базовый учебный план приема 2016 г.

Курс 2; семестр 3

Количество кредитов: 3

Код дисциплины ДИСЦ.В.М.5.3

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	8
Лабораторные занятия, ч	8
Аудиторные занятия, ч	32
Самостоятельная работа, ч	76
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации ЭКЗАМЕН


Обеспечивающее подразделение ТПТ ЭНИН

Заведующий кафедрой 

Кузнецов Г.В.

Руководитель ООП 

Литвак В.В.

Преподаватель 

Захаревич А.В.

2016 г

## **1. Цели освоения модуля (дисциплины)**

В результате освоения данной дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц2, Ц3, Ц6 основной образовательной программы 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Теоретически и практически ознакомить будущих специалистов:

1. с физическими основами тепловых и гидравлических процессов в системах теплоснабжения,
2. с методами расчёта потребления тепла потребителями,
3. анализа систем теплоснабжения, схем котельных и повышение эффективности их работы, для успешной работы в коллективах по разработке, проектированию и эксплуатации теплоэнергетических систем и отдельного теплотехнического оборудования с учетом особенностей промышленных предприятий и предприятий жилищно-коммунального хозяйства.

## **2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП**

Модуль (дисциплина) «Системы и источники энергоснабжения» входит в вариативную часть профессионального цикла ООП (ДИСЦ.В.М.5.3).

Для успешного освоения курса необходимы знания особенностей тепловой энергии как энергоносителя, понятия плотность вещества, давления, температуры, работа, параметров состояния вещества (вода и пар), общих законов и уравнений теплопередачи, законов сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, законов основных физико-математических переносов теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.

Данные знания должны быть получены при изучении дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ): современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий, инженерный эксперимент, математическое моделирование объектов теплоэнергетики, ядерные энергетические установки, экспериментальные исследования тепломассообменных и газодинамических процессов.

Одновременно с курсом «Системы и источники энергоснабжения» необходимо изучение и курсов: «Тепломассообмен в ядерных реакторах»; «Турбинные установки АЭС»; «Энерготехнологические процессы, установки и энергосбережение» знания, навыки и умения из которых по основам физиологии труда и комфортным условиям жизнедеятельности в техносфере, критериям комфортности, негативным факторам техносферы их

воздействиям на человека, техносферу и природную среду, критериям безопасности; основным опасностям технических систем, принципам и средствам снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем помогают разобраться с особенностями систем энергоснабжения, а также безопасности жизнедеятельности в области теплоснабжения.

КОРЕКВИЗИТЫ теплообмен в ядерных реакторах, турбинные установки АЭС, парогенераторы АЭС, энерготехнологические процессы, установки и энергосбережение.

### 3. Результаты освоения модуля (дисциплины)

После изучения курса дисциплины «Системы и источники энергоснабжения» студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: Р5, Р7, Р8, Р9. Соответствие результатов освоения дисциплины формируемым компетенциям ООП представлено в таблице.1.

Таблица 1.

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р5 (ОК-1,2,6)	35.2	современных тенденций развития технического прогресса	У5.2	критически оценивать свои достоинства и недостатки	В5.2	приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора
	35.3	методов и средств познания, самостоятельного обучения и самоконтроля	У5.3	использовать возможности интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	В5.3	использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля
Р7 (ПК-2,7,11,18-20,29)	37.1	современные достижения науки и передовой	У7.1	применять современные методы и средства исследования для	В7.1	планирования процесса решения научно-

		технологии в области теплоэнергетики и теплотехники		решения конкретных задач		технической задачи
	37.2	актуальные задачи и проблемы теплоэнергетики и теплотехники	У7.2	работать с системами автоматизированного проектирования	В7.2	работы с техническими средствами управления режимами теплоэнергетических и теплотехнических объектов
Р8 (ПК-9,10,12-15,30)	38.2	оригинальные методы проектирования для реализации конкурентоспособных инженерных проектов	У8.2	Находить нестандартные решения профессиональных задач	В8.2	навыками оформления, представления и защиты результатов исследований
	38.3	экономические, экологические, социальные ограничения	У8.3	организовывать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ		
Р9 (ПК-6,22-24)	39.1	стандарты, ГОСТы и нормативные материалы, регламентирующие работу теплоэнергетических и теплотехнических объектов и систем	У9.1	разрабатывать методические и нормативные материалы	В9.1	работы с технической документацией и стандартами
	39.2	технические ограничения в работе оборудования	У9.2	осуществлять экспертизу технической документации	В9.2	анализа количественного влияния различных факторов на экономичность источников

						централизованного производства электроэнергии и теплоты
--	--	--	--	--	--	---

В результате освоения дисциплины (модуля) «Системы и источники энергоснабжения» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

### Планируемые результаты освоения дисциплины «Системы и источники энергоснабжения»

Таблица № 2

№	Результат
РД 1	Знать современные тенденции развития и достижения науки и передовой технологии в области энергоснабжения.
РД2	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение семестра по системам и источникам энергоснабжения на промышленных и жилых объектах.
РД3	Знать актуальные задачи энергоснабжения и проблемы теплоэнергетики.
РД4	Знать оригинальные методы проектирования систем и источников энергоснабжения для реализации конкурентоспособных инженерных проектов.
РД5	Знать ГОСТы, стандарты и нормативные материалы регламентирующие теплотехнические расчеты.
РД6	Уметь решать комплексные проблемы на основе интеграции различных инженерных методов и методик в теплоэнергетике с целью достижения определенного результата.
РД7	Уметь применять глубокие знания в области современных технологий теплоэнергетического производства для постановки и решения задач инженерного анализа, связанных с созданием теплотехнического оборудования, расчетом тепловых нагрузок и гидравлического расчета системы теплоснабжения.
РД8	Уметь разрабатывать и планировать принципы надежности работы систем теплоснабжения при минимальных энергетических затратах. Проектировать и проводить гидравлический расчет системы теплоснабжения района.
РД9	Уметь использовать специальную справочную, нормативную, техническую и научную литературу. Использовать современные достижения науки и передовой технологии для повышения эффективности систем теплоснабжения за счет решения экологических вопросов и внедрения энергосберегающих мероприятий.

## **4. Структура и содержание модуля (дисциплины)**

### **Раздел 1. Основные понятия, определения и сведения о системах теплоснабжения.**

Дать необходимые знания и выработать умения проектировать и осуществлять эксплуатацию систем теплоснабжения жилых районов и промышленных предприятий, обеспечивая надежность работы системы при минимальных затратах энергетических, материальных и трудовых ресурсов.

*Лабораторные занятия:* Изучение режимов движения жидкости. Иллюстрация уравнения Бернулли. Определение потерь напора по длине.

### **Раздел 2. Присоединение систем потребления теплоты к тепловым сетям.**

Сформировать базовые навыки расчета потребления тепла потребителями и анализа систем теплоснабжения, схем котельных и повышение эффективности их работы.

*Лабораторные занятия:* Определение местных потерь напора. Определение эффективности работы системы теплоснабжения общественного здания.

### **Раздел 3. Энергосберегающие холодильные системы.**

*Практические занятия:* Графики нагрузок на отопление, вентиляцию и ГВС. Температурный график. Знакомство со схемами и оборудованием абонентских вводов. Расчет теплообменного аппарата.

## **5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **5.1. Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе и к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;

## 5.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Темы индивидуальных заданий:

- Расчет годовых тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.
- Расчет теплообменного аппарата типа «труба в трубе».
- Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции.
- Обоснование и проект котельной установки.

## 5.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Самоконтроль организуется посредством рейтинг-плана освоения дисциплины. Контроль со стороны преподавателя ведется путем проведения защит индивидуальных заданий и докладов, контрольных опросов на лекционных занятиях.

## 6. Средства (ФОС) текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Защита индивидуальных заданий	РД4-7
Защита лабораторных работ	РД6-8
Конференц-неделя	РД1-9
Экзамен	РД1-9

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрена проверка ритмичности работы студентов, оценка усвоения теоретического, практического материала и приобретенных знаний, умений и навыков.

Текущий контроль обеспечивается:

- опросом студентов на практических занятиях, решением задач;

- выполнением и защитой домашнего задания согласно рейтинг-плана;
- ежемесячной аттестацией студентов по результатам посещения лекционных и практических занятий, опроса на практических занятиях, выполнения домашнего задания.

По дисциплине составлен рейтинг–план в соответствии с которым результаты текущей аттестации подаются в учебную часть ЭНИН.

## **Примеры вопросов и заданий текущего контроля**

### **Первый блок вопросов**

1. Что вы понимаете под потребителем тепловой энергии?
2. Что вы понимаете под термином расчетная наружная температура воздуха для проектирования систем отопления?
3. Что такое тепловая сеть?
4. Какие функции выполняют ЦТП, МТП, ПНС в системе теплоснабжения?
5. Основная задача систем теплоснабжения.
6. Особенность работы теплофикационной системы теплоснабжения.
7. Особенность работы децентрализованной системы теплоснабжения.
8. В чем заключается основная функция системы отопления?
9. В чем заключается основная функция системы вентиляции?
10. В чем заключается основная функция системы горячего водоснабжения?
11. Что понимается под открытой и закрытой системой теплоснабжения?
12. Что такое качественное, количественное и качественно-количественное регулирование?
13. Что такое связанное регулирование отпуска теплоты?
14. Как определяется суммарная тепловая нагрузка микрорайона?
15. Как определяется расход теплоты на отопление за отопительный период?
16. Запишите уравнение теплового баланса здания?
17. Как определяются расчетные температуры сетевой воды в подающей и обратной линиях тепловой сети?
18. Как определяется расход тепла на растопку паровых и водогрейных котлов?
19. В чем отличие системы с возвратом и без возврата конденсата?
20. Что такое удельная потеря давления на трение?
21. Что характеризует предельное число Рейнольдса?
22. Назначение гидравлического расчета.
23. Что показывает линия статического напора?
24. Приведите графики изменения температур теплоносителей в противоточных и прямоточных теплообменных аппаратах.
25. Как определяется холодильный коэффициент обратимого цикла холодильной машины?
26. Какие требования предъявляются к холодильным агентам?



## **Второй блок вопросов.**

1. Перечислите основные элементы системы теплоснабжения.
2. Как определяют тепловые потери зданиями по укрупненным показателям?
3. Рассчитать тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение выбранного микрорайона. Построить графики тепловых нагрузок.
4. Рассчитать годовой расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.
5. Рассчитать и построить температурный график при центральном качественном регулировании.
6. Определить расход сетевой воды у потребителей систем отопления и вентиляции. Расход воды на горячее водоснабжение.
7. Произвести гидравлический расчет главной магистрали трубопровода. Построить пьезометрический график.
8. Дайте описание качественного, количественного, качественно-количественного методов регулирования отпуска теплоты.
9. От каких величин зависит коэффициент гидравлического трения.
10. Как определяется расход тепла на растопку паровых и водогрейных котлов?
11. Покажите присоединение подогревателя горячего водоснабжения по 2-х ступенчатой последовательной схеме.
12. Запишите выражения для расчета температур сетевой воды в подающей линии  $t_1$ , на входе в систему отопления  $t_3$  и в обратной линии  $t_2$ .
13. Из каких составляющих складывается располагаемый напор сетевого насоса?
14. Приведите одноступенчатую и двухступенчатую схемы систем теплоснабжения. Их преимущества и недостатки.
15. Приведите схему подключения системы ГВС к тепловым сетям в открытых и закрытых системах.

## **Примеры экзаменационных вопросов и заданий**

1. По каким признакам классифицируются системы теплоснабжения?
2. Поясните, что понимается под видами регулирования отпуска теплоты: центральное, групповое, местное, индивидуальное, комбинированное регулирование.
3. Какие составляющие теплового потока определяются при расчете тепловых потерь через элементы ограждающих конструкций?
4. Запишите формулу для определения основных теплопотерь через наружные ограждения?
5. Как определяют тепловые потери зданиями по укрупненным показателям?
6. Как определяется средняя тепловая нагрузка на горячее водоснабжение?
7. Как определяется расход теплоты на отопление за отопительный период?
8. Как определяется расчетный расход сетевой воды на отопление?

9. Как определяются расчетные температуры сетевой воды в подающей и обратной линиях тепловой сети?
10. Как определяется средний и максимальный расходы сетевой воды на ГВС в открытых системах теплоснабжения?
11. Как определяется средний расход сетевой воды на ГВС в закрытых системах теплоснабжения?
12. Приведите одноступенчатую и двухступенчатую схемы систем теплоснабжения. Их преимущества и недостатки.
13. В чем заключается преимущество комбинированного способа производства тепловой и электрической энергии?
14. Приведите схему подключения системы ГВС к тепловым сетям в открытых системах. Запишите выражения для расхода теплоты в открытых системах.
15. Запишите выражение для определения расхода теплоты в паровой системе теплоснабжения с возвратом конденсата. Опишите особенности работы такой системы.
16. Приведите схемы присоединения потребителей к паровым сетям в системе теплоснабжения без возвратом конденсата.
17. Дайте описание качественного, количественного, качественно-количественного методов регулирования отпуска теплоты. Преимущества и недостатки этих методов.
18. Запишите выражения для определения: расчетная разность температур сетевой воды -  $\delta t_0'$ , расчетный перепад температуры в отопительной системе -  $\theta$ , температурный напор в отопительных приборах отопительной системы -  $\Delta t_0$ , относительной отопительной нагрузки -  $\bar{Q}_0$ , расчетный перепад температур в отопительной системе -  $\Theta'$ .
19. Запишите выражения для расчета температур сетевой воды в подающей линии  $t_1$ , на входе в систему отопления  $t_3$  и в обратной линии  $t_2$ .
20. Приведите график тепловых нагрузок и температурный график сетевой воды для чисто отопительной системы теплоснабжения при качественном методе регулирования отопительной нагрузки.
21. Покажите присоединение подогревателя горячего водоснабжения по параллельной схеме.
22. Покажите присоединение подогревателя горячего водоснабжения по 2-х ступенчатой последовательной схеме.
23. В чем состоит метод центрального качественного регулирования отпуска теплоты по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.
24. Последовательность построения пьезометрического графика.
25. Из каких составляющих складывается располагаемый напор сетевого насоса?

26. Что понимается под статическим и динамическим состоянием теплоснабжающей системы?
27. От каких величин зависит коэффициент гидравлического трения.
28. Как определяется коэффициент собственных нужд котельной? Из каких составляющих складывается расход тепловой энергии на собственные нужды котельной?
29. Как определяется расход тепла на растопку паровых и водогрейных котлов?
30. Расчет расхода тепла на технологические нужды ХВО.
31. Расчет потерь тепла с продувочной водой.
32. Тепловой расчет холодильных машин.
33. Определение тепловых нагрузок или производительности аппаратов.
34. Как определяется холодильный коэффициент обратимого цикла холодильной машины?
35. Какие требования предъявляются к холодильным агентам?

## **7. Рейтинг качества освоения модуля (дисциплины)**

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

- Основная литература:

1. Соколов, Ефим Яковлевич. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов / Е. Я. Соколов. — 9-е изд., стер. — Москва: Изд-во МЭИ, 2012. — 472 с.: ил. — Библиогр.: с.472.. — ISBN 978-5-383-00337-4. Схема доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=140>

2. Теплоснабжение : учебное пособие / В. Е. Козин [и др.]. — Москва: Интеграл, 2013. — 408 с.: ил.. — Библиогр.: с. 405.
3. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений : учебник для вузов / Е. Н. Бухаркин [и др.]; под ред. Ю. П. Соснина. — 3-е изд., испр.. — Москва: Высшая школа, 2012. — 415 с.: ил.. — Библиогр.: с. 410-411.. — ISBN 978-5-06-006141-3.
4. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий: учебное пособие: [дистанционное образование] / Б. А. Ляликов; Томский политехнический институт (ТПИ), Институт дистанционного образования. — 2-е изд., стер.. — Томск: Изд-во ТПУ, Ч. 1. — 2011. — 155 с.: ил.. — Библиогр.: с. 150-151.
5. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий: учебное пособие: [дистанционное образование] / Б. А. Ляликов; Томский политехнический институт (ТПИ), Институт дистанционного образования. — 2-е изд., стер.. — Томск: Изд-во ТПУ, Ч. 2. — 2011. — 171 с.: ил.. — Библиогр.: с. 168.
6. Беспалов, Владимир Ильич. Системы и источники энергоснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.3 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m301.pdf>

• Дополнительная литература:

1. Смирнова М. В. Теплоснабжение : учебное пособие / М. В. Смирнова. — Волгоград: Ин-Фолио, 2009. — 318 с.: ил.. — Библиогр.: с. 316-317.. — ISBN 978-5-903826-16-2.
2. Сотникова, Ольга Анатольевна. Теплоснабжение : учебное пособие / О. А. Сотникова, В. Н. Мелькумов. — Москва: Изд-во АСВ, 2007. — 292 с.: ил.. — Библиогр.: с. 287-290.. — ISBN 978-5-93093-374-1.
3. Гребенюк, Владимир Федорович. Теплообеспечение помещений (повышение качества жизнеобеспечения) / В. Ф. Гребенюк. — Москва: Вузовская книга, 2001. — 116 с.: ил.. — Библиогр.: с. 113-114.. — ISBN 5-89522-136-X.
4. Энергосберегающие системы теплоснабжения зданий на основе современных технологий и материалов : альбом / Госстрой России; Под ред. С. А. Чистовича. — 2-е изд., испр. доп.. — СПб.: АЦТЭЭТ, 2003. — 147 с.: ил.. — Библиогр.: с. 143-144..
5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / под ред. А. В. Клименко; В. М. Зорина. — 4-е изд., стер.. — Москва: Изд-во МЭИ, 2007. — 630 с.: ил.. — Теплоэнергетика и теплотехника: справочная серия в 4 кн.; Кн. 4. — Библиогр.: с. 608-609. — Предметный указатель: с. 610-615. — Указатель таблиц: с. 616-624.. — ISBN 978-5-383-00019-9.
6. Нормативно-технические документы: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>

## 9. Материально - техническое обеспечение модуля (дисциплины)

Практические занятия и самостоятельная работа студентов обеспечены современной лабораторной базой и вычислительной техникой, позволяющей проводить исследования процессов на современном уровне в соответствии с требованиями ООП.

№	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, аудитории, количество установок
1.	Аудитории с оборудованием по основам термодинамики и теплообмена	27 ауд. – 4 к., 10 шт.
2.	Аудитории с оборудованием по основам гидравлики.	29 ауд. – 4 к., 3 стенда

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Программа одобрена на заседании кафедры теоретической и промышленной теплотехники (протокол № 7 от «05» 02.2016г.).

Автор:

  
\_\_\_\_\_

Захаревич А.В.

Рецензенты:

  
\_\_\_\_\_

Борисов Б.В.

  
\_\_\_\_\_

Максимов В.И.