

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
Институт политехнический

Кафедра промышленной энергетики

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПТ

А.Н. Чадин



"21"

03

2017 г.

**ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ  
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Учебный модуль по направлению подготовки  
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

О.Б. Широколобова

"01"

03

2017 г.

Разработал  
профессор

И.В. Швецов

2017 г.

Принято на заседании кафедры  
Протокол № 7 от 01.03.2017 г.  
Заведующий кафедрой

И.В. Швецов

01

03

2017 г.

### **1. Цели и задачи учебного модуля**

Цель учебного модуля - формирование компетенций по методам оценки показателей надежности автоматизированных систем управления и обеспечения необходимой надежности при проектировании и эксплуатации систем управления. Также - дать студентам представления, знания, умения и навыки в вопросах надежности теплоэнергоустановок и систем для дальнейшей их профессиональной деятельности в качестве инженера-протеплоэнергетика. Задача учебного модуля – знакомство обучающихся с основополагающими знаниями в области анализа, построения альтернативных моделей и расчета характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем, способов оптимального резервирования, расчета надежности программного обеспечения автоматических и автоматизированных систем управления.

### **2. Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки**

Изложение материала является базой и основных понятий направления «Теплоэнергетика и теплотехника». Знания, полученные в процессе изучения учебного модуля, используются студентами при изучении специальных курсов при подготовке специалистов теплоэнергетиков, при изучении безопасности производственных процессов, а также при выполнении выпускной квалификационной работы. Модуль базируется на следующих модулях: «Тепломассообменное оборудование предприятий» и «Безопасность жизнедеятельности». Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

### **3. Требования к результатам освоения учебного модуля**

Процесс изучения учебного модуля направлен на формирование следующих компетенций:

готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования (ПК-8)

способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве (ПК-9)

готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов (ПК-10).

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Таблица 1

| Код компетенции | Уровень освоения компетенции | Знать                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Уметь                                                                                                                                                                                                           | Владеть                                                                                                                                                                     |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-8            | базовый                      | основные нормативные и правовые технические документы профессиональной деятельности теплоэнергетика                                                                                                                                                                                                   | использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности                                                                                                                               | навыками использования нормативной и правовой документации в профессиональной деятельности теплоэнергетика в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями |
| ПК-9            |                              | терминологию, правовые, нормативно-технические основы безопасности жизнедеятельности, основные средства и методы безопасности в теплоэнергетике, выполнять основные положения нормативной документации по защите персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий | применять основные методы защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий                                                                         | основными методами защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий                                            |
| ПК-10           |                              | методы сбора и анализа исходных данных для проектирования элементов теплоэнергетических процессов и оборудования                                                                                                                                                                                      | проводить сбор и анализ исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации | навыками проектирования элементов и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации             |

## 4 Структура и содержание учебного модуля

### 4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов.

Таблица 2

| Учебная работа (УР)                                                       | Всего | Распределение по семестрам | Коды формируемых компетенций |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------|------------------------------|
|                                                                           |       | 7                          |                              |
| <b>Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)</b>                      | 6     | 6                          |                              |
| <b>Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):</b> |       |                            |                              |
| 1) УЭМ1 – ММ:                                                             | 216   | 216                        |                              |
| - лекции                                                                  | 36    | 36                         | ПК-8, ПК-9<br>ПК-10          |
| - практические занятия (семинары)                                         | 54    | 54                         |                              |
| - аудиторная СРС                                                          | 18    | 18                         |                              |
| - внеаудиторная СРС                                                       | 90    | 90                         |                              |
| <b>Аттестация:</b>                                                        |       |                            |                              |
| - экзамен                                                                 | 36    | 36                         |                              |

\*) экзамены принимаются в часы аудиторной СРС.

### 4.2 Содержание дисциплины

**1. Введение.** Содержание и структура курса лекций. Цель и задачи дисциплины. Учебная литература. Понятие о централизованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения.

**2. Теплогенерирующие установки.** Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение. Часовые и годовые графики расходов теплоты жилыми и промышленными районами.

**3. Открытые и закрытые системы теплоснабжения.** Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным тепловым сетям, понятие о групповых, местных и индивидуальных тепловых пунктах.

**4. Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.** Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Их использование для определения параметров теплоносителя в нерасчетных режимах систем теплоснабжения.

**5. Графики температур и расходов теплоносителя.** Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых системах теплоснабжения. Центральное, групповое и местное регулирование в системах с комбинированной тепловой нагрузкой. Энергетический и экономический эффект от совершенствования тепловой нагрузки.

**6. Гидравлический расчет тепловых сетей.** Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Распределение давлений и напоров вдоль сети, расчет линейных и местных потерь давления в водяных тепловых сетях. Методика гидравлического расчета разветвленных водяных тепловых сетей.

**7. Пьезометрический графики.** Требования к характеру распределения давлений и напоров в статическом и динамическом режимах в тепловых сетях. Определение параметров пароводяных и водяных подогревателей. Выбор схемы присоединения отопительных установок к водяным тепловым сетям.

#### 8. Гидравлический и водяной режим тепловых сетей

Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний. Гидравлические характеристики тепловых сетей и установленных в них насосов. Режим

совместной работы насоса и сети. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. точки регулируемого давления в тепловых сетях. Методы обнаружения неплотных участков тепловых сетей.

**9. Оборудование систем теплоснабжения.** Различные виды прокладки теплопроводов. Изоляционные конструкции. Температурные деформации теплопроводов. Методы их компенсации. Оборудование тепловых пунктов. Эжектора и методы их расчета.

#### 4.3 Темы и содержание практических занятий

Таблица 4

| Практические занятия (семинары)                                                                                                                                                                                         | Трудоемкость, АЧ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Определение условной температуры помещения. Расчет тепловых потерь через ограждения. Расчет расхода теплоты на подогрев наружного воздуха, инфильтрующегося в помещения                       | 6                |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Определение тепловыделений внутри помещений. Составление теплового баланса помещений                                                                                                          | 6                |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Построение графика часовой нагрузки на отопление. Определение годового расхода теплоты на отопление                                                                                           | 6                |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Определение необходимого расхода воздуха для вентиляции помещения. Расчет потребности вентиляции в теплоте и электроэнергии                                                                   | 6                |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Определение максимальных (расчетных) расходов холодной и горячей воды системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Выбор схемы присоединения системы горячего водоснабжения к тепловым сетям | 6                |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Изучение конструкций паровых турбин, отдельных их узлов и деталей                                                                                                                             | 6                |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Приобретение навыков в построении процесса расширения пара в турбинах различных типов                                                                                                         | 6                |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Тепловые расчеты проточной части турбинных ступеней и турбины в целом                                                                                                                         | 6                |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. Изучение основных элементов регенеративной схемы, конденсационной установки                                                                                                                   | 6                |
| <b>Итого за 7 семестр:</b>                                                                                                                                                                                              | <b>54</b>        |

**4.4 Самостоятельная работа студентов** включает работу с интернет-источниками, предоставляющими свободный доступ к демо-версиям программных продуктов, проработку полученных на занятиях теоретических знаний с использованием дополнительной литературы и специализированных интернет-сайтов, анализ литературных и интернет-источников для выполнения контрольных работ и индивидуальных домашних заданий или в виде рефератов.

#### 4.5 Организация изучения учебного модуля

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

– лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);

- практические занятия (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, формирование практических навыков работы);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала, написание реферата).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

### **5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля**

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

- **текущий:** контроль выполнения практических аудиторных и домашних заданий, работы с литературой.
- **рубежный:** предполагает учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, систематичность работы и творческий рейтинг (участие в конференции, публикации, творческие идеи).
- **семестровый:** *экзамен* осуществляется посредством суммирования баллов за семестр.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с Фондом оценочных средств.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля**  
представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В)

### **7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля**

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, учебной лаборатории, компьютерного класса, тренажеров. Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ПроП ВО по направлению подготовки 13.03.01 “Теплоэнергетика и теплотехника” и профилю “Промышленная теплоэнергетика”. Целью выполнения самостоятельной работы является ознакомление с учебной и нормативно - справочной литературой, дополнительное изучение некоторых тем курса лекций, в частности пакетов программ, в том числе Excel и Mathcad Объектом работы

являются учебники и учебные и справочные пособия, учебно-методические разработки кафедры, журнальные публикации и т. п. источники.

Педагогическими контрольными материалами являются вопросы к экзамену, которые приведены в приложении А. Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта учебного модуля

В - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

## Приложение А

(обязательное)

### **Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Тепловые и атомные станции в обеспечении жизнедеятельности»**

#### **1. Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля**

Образовательный процесс при изучении УМ строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, контекстное обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, выполнение практических работ);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления, работа с литературой);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

#### **Перечень тем и вопросов к разделам 1-4**

1 Классификация систем отопления: местные и центральные; водяные; паровые; воздушные; панельно-лучистые.

2 Требования к системам отопления: санитарно-гигиенические; экономические; строительные; монтажные; эксплуатационные.

3 Определение условной температуры помещения. Тепловые потери через ограждения. Расход теплоты на подогрев наружного воздуха, инфильтрующегося в помещения. Тепловыделения внутри помещений. Годовой расход теплоты на отопление

4 Системы воздушного отопления. Схемы центральной и местной систем воздушного отопления.

5 Размещение воздухораспределительных устройств и воздушно-отопительных агрегатов в помещениях. Системы и схемы водяного отопления. Схемы систем поквартирного отопления. Системы отопления со ступенчатой регенерацией теплоты. Системы панельно-лучистого отопления.

6 Температурная обстановка при панельно-лучистом отоплении. Теплообмен в помещении.

7 Назначение и классификация вентиляционных систем. Определение необходимого расхода воздуха для вентиляции помещений. Основные элементы вентиляционных систем. Определение потребности систем вентиляции в теплоте и электроэнергии.

8 Утилизация теплоты вентиляционных выбросов. Теплообменники-утилизаторы, используемые в системах вентиляции.

9 Назначение и классификация СКВ. Термовлажностные балансы помещений. Определение параметров воздуха при расчетах СКВ.

10 Назначение систем централизованного водоснабжения (СЦВ). Классификация и структурные схемы СЦВ.

11 Коэффициент неравномерности потребления воды. Суточный (сменный) и другие расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды.

12 Схемы водозаборных сооружений. Последовательность определения максимальных (расчетных) расходов воды по участкам внутреннего водопровода.

### Перечень тем и вопросов к разделам 5-9

- 13 Классификация тепловых и атомных электростанций.
- 14 Принципиальная технологическая схема ТЭЦ. Технические и экономические требования к ТЭС и АЭС. Схемы присоединения котлов и турбин. Понятие о теплофикации.
- 15 История развития атомной энергетики, проблемы и перспективы. Типы ядерных реакторов, характеристики. Ядерные установки, устройство, классификация по типу схем: одно- и многоконтурные.
- 16 Влияние регенеративного подогрева на тепловую экономичность ТЭС и АЭС.
- 17 Выбор числа ступеней подогрева питательной воды и оптимальной температуры подогрева. Цикл Ренкина паросиловых установок. TS, IS- диаграммы.
- 18 Составляющие КПД электростанции, их определение.
- 19 Энергетическое уравнение турбоагрегата с отборами пара. Устройство паровых турбин.
- 20 Принципиальные и развёрнутые схемы, назначение, отличие. Общие требования, этапы и порядок расчёта принципиальных схем.
- 21 Примеры расчета. Расчет расходов пара и воды, тепловых и электрических нагрузок. КПД установок.
- 22 Характер и влияние начальных и конечных параметров турбоустановок на надёжность и экономичность ТЭС и АЭС. Промежуточный перегрев пара.
- 23 Выбор типа и мощности электрических станций. Выбор основного котлотурбинного оборудования ТЭС и АЭС.
- 24 Выбор комплектующего оборудования: питательных, конденсатных и циркуляционных насосов. Общие вопросы организации эксплуатации и ремонта. Структура цехов ТЭС, АЭС и их назначение.
- 25 Порядок пуска и останова основного оборудования, аварийные режимы.

### Пример экзаменационного билета

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого<br/>         Кафедра <u>Промышленной энергетики</u><br/>         Экзаменационный билет № 1<br/>         Модуль «Тепловые и атомные станции в обеспечении жизнедеятельности»<br/>         Для направления подготовки <u>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</u></p> <p>1. Классификация систем отопления: местные и центральные; водяные; паровые; воздушные; панельно-лучистые.</p> <p>2. Порядок пуска и останова основного оборудования, аварийные режимы.</p> <p>3. Подобрать фильтр для приточной системы вентиляции, если объемный расход воздуха в системе составляет 600 м<sup>3</sup>/ч.</p> <p>Принято на заседании кафедры<br/> <u>промышленной энергетики</u> Протокол № ____ от “ ____ ” _____ 2017 г.</p> <p>Заведующий кафедрой _____ (Ф. И. О. )</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **2. Методические рекомендации по практическим занятиям**

Содержание дисциплины является достаточно разнородным и включает как общетеоретические и узкотехнологические вопросы. Предусмотрено изучение следующих вопросов. Законодательные и нормативные документы, касающиеся природопользования, нормирования и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; организацию мероприятий по охране окружающей среды; процессы превращения вредных выбросов в атмосфере и особенности влияния вредных выбросов на окружающую среду и организм человека; методы определения характеристик выбросов и сбросов промышленного теплоэнергетического оборудования; аппараты очистки газообразных выбросов и сточных вод промышленного теплоэнергетического оборудования. В разделах ТЭС и АЭС рассматриваются типы электрических станций и их назначение, типы основного оборудования, основные показатели ТЭС и АЭС, методы их расчета, методы распределения регенеративных отборов и характеристику принципиальных и развернутых тепловых схем, типы компоновок ТЭС и АЭС и требования к площадкам для электростанций, организация эксплуатации электростанций.

Все практические занятия делят на разделы, которые формируют представление по вопросам надежности в промышленности и закрепляют теоретический материал посредством решения задач. Решение задач направлено на закрепление теоретического материала. Задачи выдает преподаватель на практических занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Обсуждение основных вопросов дисциплины на практических занятиях позволит сформировать понимание проблем по вопросам надежности атомных станций и жизнедеятельности человека, а также наметить пути их решения. Практические занятия проводятся в виде решения практических вопросов в виде задач и семинаров. Данный вид работы необходим для овладения компетенциями, заданными в образовательном стандарте при подготовке специалиста высокого уровня.

**Технологическая карта****учебного модуля «Тепловые и атомные станции****в обеспечении жизнедеятельности»****семестр 7, ЗЕТ- 6, вид аттестации - зачет, акад.часов 216, баллов рейтинга 300**

| № и наименование раздела учебного модуля                                               | № неде-ли сем. | Трудоемкость, ак.час |    |    |      |     | Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС) | Максимальное количество баллов рейтинга |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------|----|----|------|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                        |                | Аудиторные занятия   |    |    |      | СРС |                                                                       |                                         |
|                                                                                        |                | ЛЕК                  | ПЗ | ЛР | АСРС |     |                                                                       |                                         |
| УЭМ - Моделирование, алгоритмизация и оптимизация элементов и систем в теплоэнергетике | 7              | 36                   | 54 | -- | 18   | 90  |                                                                       | 250                                     |
| разделы 1-4                                                                            |                | 18                   | 27 |    | 9    | 45  | Контр.раб. 1                                                          | 125                                     |
| разделы 5-9                                                                            |                | 18                   | 27 |    | 9    | 45  | Контр.раб. 2                                                          | 125                                     |
| экзамен                                                                                |                |                      |    |    |      |     |                                                                       | 50                                      |
| Итого:                                                                                 | 7              | 36                   | 54 |    | 18   | 90  |                                                                       | 300                                     |

*(Трудоемкость разделов УМ не должна быть, как правило, меньше двух академических часов)*

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины в соответствии с Фондом оценочных средств (ФОС):

- оценка «удовлетворительно» – 50 - 69 % от 100\*ЗЕТ
- оценка «хорошо» – 70 - 89 % от 200\*ЗЕТ
- оценка «отлично» – 90 - 100 % от 300\*ЗЕТ

**Приложение В**  
**(обязательное)**

**Карта учебно-методического обеспечения**

**Модуля: Теплогенерирующие установки и системы теплоснабжения**

Направление (специальность): 13.03.031 – Теплоэнергетика и теплотехника

Формы обучения: очная

Курс - 4, семестр - 7

Часов: всего - 216, лекций - 36, практ. зан. - 54, лаб. раб. - нет, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) - 18

Обеспечивающая кафедра: Промышленная энергетика

Таблица 1- Обеспечение модуля учебными изданиями

| Библиографическое описание* издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)                                                                                    | Кол. экз. в<br>библ.<br>НовГУ | Наличие в<br>ЭБС |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Учебники и учебные пособия                                                                                                                                                           |                               |                  |
| 1. Алексеев Г.Н. Общая теплотехника: Учебное пособие –М: Высшая школа, 1980-552 с.,ил.                                                                                               | 18                            |                  |
| 2. Тепловые электрические станции : учеб. для вузов / Под ред.:ред.:В.М.Лавыгина, А.С.Седлова,С.В.Цанева. - М. : Издательство МЭИ, 2005. - 452,[2]с.                                 | 20                            |                  |
| 3.Десягин Г.Н., Лебедев В.И. Теплогенерирующие установки: Учебник для вузов-М.: БАСТЕТ,2010.-622с.                                                                                   | 5                             |                  |
| 4.Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. - 4-е изд., репринт. - М.: БАСТЕТ, 2009. - 52с.: ил. - Библиогр.: с.520-521. - Указ.: 521-522. | 20                            |                  |
| 5 Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы: Учебник для вузов. - М.; Ижевск: R&C Dinamics.PXD, 2005.-591с.                                                    | 20                            |                  |
| Учебно-методические издания                                                                                                                                                          |                               |                  |
| 1. Бусель Н.А. Проектирование теплогенерирующих установок и систем теплоснабжения: Метод. указ. - Великий Новгород, 2002. - 32с.                                                     | 10                            |                  |
| 2. И.В.Швецов Физико-химико-механические процессы в производстве: [ электронный ресурс] Монография/ НовГУ им.Ярослава Мудрого. Великий Новгород 2017.-100с. ISBN 978-5-89896-625-6   | 10                            |                  |

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

| Название программного продукта, интернет-ресурса | Электронный адрес | Примечание |
|--------------------------------------------------|-------------------|------------|
|--------------------------------------------------|-------------------|------------|

|                                                   |              |  |
|---------------------------------------------------|--------------|--|
| Ярослава Мудрого – Великий Новгород. 2017 - 22 с. | =130301.64.1 |  |
|---------------------------------------------------|--------------|--|

Таблица 3–Дополнительная литература

| Библиографическое описание* издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)                                                                                                           | Кол. экз. в<br>библ.<br>НовГУ | Наличие в<br>ЭБС |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| 1.Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование. Л.: Энергоатомиздат. 1989. - 280 с.                                                                                               | —                             |                  |
| 2.Либерман Н.Б., Няньковская М.Т. Справочник по проектированию котельных установок систем централизованного теплоснабжения: (Общие вопросы проектирования и основное оборудование) М.: Энергия, 1979-224 с. | —                             |                  |

Действительно для учебного года 2017 / 2018

Зав. кафедрой ПРЭН \_\_\_\_\_ И.В. Швецов

подпись

И.О.Фамилия

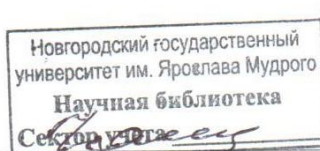
01 марта 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

гл. Библиот

должность



подпись

расшифровка

Калнигина Н.А.

## КОМПЛЕКТ ПРИМЕРНЫХ ЗАДАЧ

### для контрольных работ по темам

Задачи для контроля знаний по модулю «Тепловые и атомные станции в обеспечении жизнедеятельности»

#### Тема 1

1.1. Температура воздуха  $28^{\circ}\text{C}$ . Его относительная влажность  $N$ . Определить точку росы, если барометрическое давление составляет 700 мм рт.ст.

1.2. Относительная влажность воздуха равна 75%, его температура  $t$ , атмосферное давление составляет 760 мм рт. ст. Найти температуру мокрого термометра.

1.3. Даны показания сухого и мокрого термометров  $t_s$  и  $t_m$ . Какова относительная влажность воздуха, если атмосферное давление составляет 745 мм рт.ст.

#### Тема 2

2.1. По условиям предыдущей задачи определить температуру на внутренней поверхности  $t_v$  этого ограждения.

2.2. По условиям предыдущей задачи сравнить температуру на внутренней поверхности этого ограждения с температурой точки росы.

2.3. По условиям предыдущей задачи определить температуру внутренней поверхности ограждения в наружном углу  $t_{v,u}$  и сравнить ее с температурой точки росы.

#### Тема 3

3.1. Определите тепlopоступления в помещение QЯ изб в теплый период, если назначение помещения – мастерская, количество людей – 5 чел, ориентация окон – южная, площадь остекления  $F_{ост}$ , светильники диффузного света с люминесцентными лампами, площадь помещения – 20 м<sup>2</sup>. В мастерской расположены два токарных станка мощностью 1 кВт и один фрезерный мощностью 1,5 кВт. Объект расположен в городе N.

3.2. Определите тепlopоступления в помещение QП изб в теплый период, если назначение помещения – производственный цех, количество людей – 25 чел, ориентация окон – Ю-З, площадь остекления 10 м<sup>2</sup>, светильники диффузного света с люминесцентными лампами, площадь помещения – 75 м<sup>2</sup>. В цехе расположены 10 токарных станков мощностью 1 кВт и шесть фрезерных мощностью 1,5 кВт. Объект расположен в городе N.

3.3. Определите газопоступления  $M_g$  на закрытой стоянке на N легковых автомобилей.

#### Тема 4

4.1. Определить потребный воздухообмен  $L$ , м<sup>3</sup>/ч в помещении размером 155653 м, если в ней находятся  $n$  человек. Назначение помещения – учебная аудитория.

4.2. В помещении испаряется вода в количестве  $M_{вл}$ , кг/ч. Температуры наружного и внутреннего воздуха соответственно равны 10  $^{\circ}\text{C}$  и 20  $^{\circ}\text{C}$ , Относительная влажность наружного воздуха равна относительной влажности внутреннего воздуха и составляет 60%. Определить потребный воздухообмен системы общеобменной вентиляции  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, если барометрическое давление составляет 760 мм рт.ст.

4.3. В помещении объемом 10000 м<sup>3</sup> реализуется общеобменная вентиляция с кратностью 3 ч–1. Определить потребный воздухообмен  $L$ , м<sup>3</sup>/ч.

#### Тема 5

5.1. Определить расход воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч через вытяжной шкаф и высоту трубы при естественной вытяжке  $h$ , м. Высота открытого проема шкафа составляет 0,3 м; его площадь – 0,1 м<sup>2</sup>; конвективный тепловой поток от источников тепловыделения составляет 2 кВт;

диаметр вытяжной трубы –  $d$ ; температура воздуха внутри помещения составляет  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; внутри шкафа –  $t_2$ ,  $^{\circ}\text{C}$ .

5.2. Определить расход воздуха  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , удаляемый вытяжным зонтом и высоту трубы при естественной вытяжке  $h$ , м. Расстояние от нагретой поверхности до воздухоприемного сечения зонта составляет  $0,5\text{ м}$ ; площадь воздухоприемного сечения зонта –  $0,15\text{ м}^2$ ; конвективный тепловой поток от источников тепловыделения составляет  $0,5\text{ кВт}$ ; диаметр вытяжной трубы принять равным  $0,2\text{ м}$ ; температура воздуха в помещении составляет  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; внутри зонта –  $t_2$ ,  $^{\circ}\text{C}$ .

5.3. Определить объемный расход воздуха  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , удаляемого бортовым отсосом без сдува от ванны травления серной кислоты, установленной у стены. Температуру раствора в ванне принять  $T_{\text{ж}}$ ,  $\text{K}$ ; температура воздуха в помещении составляет  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; ширина ванны составляет  $0,9\text{ м}$ ; длина ванны –  $l$ , м.

#### Тема 6

6.1. Выполнить аэродинамический расчет вытяжной системы вентиляции, включающей магистраль, состоящую из двух участков с длинами  $10\text{ м}$  и  $2\text{ м}$  соответственно и ответвления длиной  $6\text{ м}$ . Объемный расход воздуха на первом участке составляет  $400\text{ м}^3/\text{ч}$ , в ответвлении –  $600\text{ м}^3/\text{ч}$ . Местные сопротивления: 1-й участок – одна жалюзийная решетка и колено  $90^{\circ}$ ; 2-й участок – тройник прямоугольный; ответвление – одна жалюзийная решетка. Принять расчетную скорость равной  $7\text{ м/с}$ .

6.2. Определить потери давления на трение в круглом воздуховоде  $\Delta p_{\text{тр}}$ ,  $\text{Па}$ , длиной  $25\text{ м}$ ; диаметром  $d$ ,  $\text{мм}$ , если объемный расход воздуха составляет  $1500\text{ м}^3/\text{ч}$ .

6.3. Определить потери в местных сопротивлениях  $\Delta p_{\text{м}}$ ,  $\text{Па}$ , приточной вентсистемы, если расход воздуха составляет  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ; диаметр –  $d$ ,  $\text{мм}$ . Местные сопротивления включают: три жалюзийные решетки, колено  $120^{\circ}$ , тройник.

#### Тема 7

7.1. Подобрать фильтр для приточной системы вентиляции, если объемный расход воздуха в системе составляет  $600\text{ м}^3/\text{ч}$ .

7.2. Подобрать фильтр для приточной системы вентиляции, если объемный расход воздуха в системе составляет  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

7.3. Подобрать вентилятор марки Ц4-70 для приточной системы вентиляции, если объемный расход воздуха в системе составляет  $650\text{ м}^3/\text{ч}$ , суммарные потери давления –  $4,98\text{ кгс/м}^2$ .

#### Тема 8

8.1. Рассчитать воздуховод равномерной раздачи с постоянным диаметром  $300\text{ мм}$  с выпуском воздуха через щель переменной по длине воздуховода ширины. Расход воздуха в начальном сечении –  $10\,000\text{ м}^3/\text{ч}$ ; длина воздуховода –  $l$ , м; абсолютная шероховатость стенок составляет  $0,1\text{ мм}$ . Скорость воздуха на выходе из щели принять равной  $7\text{ м/с}$ ; коэффициент местного сопротивления выхода принять равным  $2,0$ .

8.2. Рассчитать воздуховод равномерного всасывания с постоянным поперечным сечением  $800 \times 800\text{ мм}$ . Расход удаляемого воздуха –  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ; длина воздуховода составляет  $15\text{ м}$ ; абсолютная шероховатость стенок составляет  $0,1\text{ мм}$ . Коэффициент местного сопротивления входа принять равным  $1,5$ .

8.3. Рассчитать воздуховод равномерного всасывания с постоянным поперечным сечением  $200 \times 400\text{ мм}$ . Расход удаляемого воздуха –  $3000\text{ м}^3/\text{ч}$ ; длина воздуховода составляет  $5\text{ м}$ ; абсолютная шероховатость стенок составляет  $0,1\text{ мм}$ . Коэффициент местного сопротивления входа принять равным  $1,5$ .

#### Тема 9

9.1. Рассчитать параметры периодически действующей воздушной завесы с нижней подачей воздуха для ворот высотой  $H_{пр}$ , м. Ширина ворот составляет 3,2 м. Температура наружного воздуха составляет  $-35^{\circ}\text{C}$ ; температура внутреннего воздуха составляет  $20^{\circ}\text{C}$ ; скорость ветра равна 5,3 м/с; высота здания составляет 12 м. Завеса с внутренним воздухозабором из рабочей зоны; угол наклона щели принять  $30^{\circ}$ . Ширину щели в первом приближении принять равной 0,15 м.

9.2. Условия те же, что и в задаче 1, но завеса с наружным воздухозабором.

9.3. Рассчитать параметры периодически действующей воздушной завесы с боковой односторонней подачей воздуха для ворот высотой 3 м и шириной  $B_{пр}$ , м. Температура наружного воздуха составляет  $-30^{\circ}\text{C}$ ; температура внутреннего воздуха составляет  $15^{\circ}\text{C}$ ; Максимальная разность давления составляет 20 Па. Завеса с внутренним воздухозабором из рабочей зоны; угол наклона щели принять  $30^{\circ}$ . Ширину щели в первом приближении принять равной 0,05 м.

#### 4.3 Темы и содержание практических занятий

Таблица 4.5

| Практические занятия (семинары)                                                                                              | Трудоемкость, АЧ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| ПР-01 Выбор горелочных устройств. Изучение устройства, оборудования и режимов работы теплоподготовительных установок ТЭЦ     | 12               |
| ПР-02 Расчет объема расширительных мембранных баков. Изучение оборудования системы тепловых сетей от квартальной котельной   | 12               |
| ПР-03 Расчет предохранительных клапанов. Изучение оборудования теплового пункта и тепловые испытания водоструйного элеватора | 12               |
| <b>Итого в 7семестре:</b>                                                                                                    | <b>36</b>        |

#### 4.4 Содержание курсового проекта

Целью курсовой работы является освоение методики теплогенерирующих установок и систем теплоснабжения.

Основными задачами работы являются определение мощности котельной, выбор типа и мощности котельных агрегатов, расчёт и проектирование принципиальной тепловой схемы теплогенерирующей установки, выбор и расчёт тепловой схемы производственно – отопительной котельной. Задание на курсовой проект выдается преподавателем каждому студенту индивидуально на соответствующем бланке, который представлен в методических указаниях по курсовому проектированию.

Содержание курсовой работы.

Содержание альбома:

- титульный лист;
- ведомость курсового проекта;
- задание на проектирование;
- пояснительная записка;
- графическая

В расчётной части пояснительной записки приводится обоснование и выбор типа и мощности основного оборудования, расчёт и выбор вспомогательного оборудования, выбор тепловой схемы и расчёт её для характерных режимов работы системы отопления.

Графическая часть курсовой работы состоит из тепловой схемы котельной, отопительного температурного графика, плана котельной, поперечного сечения котельной, разреза дымовой трубы.

Тема курсовой работы: «Производственно-отопительная котельная»

#### 4.5 Содержание самостоятельной работы

Студенты выполняют следующие виды самостоятельной работы:

- выполнение курсовой работы.

Самостоятельная работа студентов включает работу с интернет-источниками, предоставляющими свободный доступ к демо-версиям программных продуктов. По выполнению курсовой работы разработаны методические указания, которые представлены в списке литературы. Тема курсовой работы «Производственно-отопительная котельная». Студенты производят расчёты и проекты котельных.

#### 5. Оценочные средства контроля успеваемости

Для оценки качества усвоения дисциплины используются следующие формы контроля:

– **текущий:**

- а) контроль решения задач, работы с источниками;
- б) контроль подготовки к практическим занятиям и оформления отчетов по ним;
- в) тестовые контрольные работы, выборочный опрос
- г) контроль выполнения домашних заданий

| Критерий    | В рамках формируемых компетенций студент демонстрирует                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| пороговый   | знание и понимание теоретического содержания курса с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, низкое качество выполнения учебных заданий (не выполнены, либо оценены числом баллов, близким к минимальному); низкий уровень мотивации учения;                                                                                       |
| стандартный | полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; недостаточную сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками); средний уровень мотивации учения; |
| эталонный   | полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; сформированность необходимых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (оценены числом баллов, близким к максимальному); высокий уровень мотивации учения.                                                                     |

– **рубежный:** предполагает использование педагогических тестовых материалов для аудиторного контроля теоретических знаний; учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, включая баллы за выполнение графических работ, систематичность работы и творческий рейтинг (участие в конференции, публикации, творческие идеи).

– **семестровый:** осуществляется посредством экзамена и суммарных баллов за весь период изучения дисциплины.

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины по семестрам:

7семестр:

– пороговый («оценка «удовлетворительно») – 100 – 138 баллов.

– стандартный (оценка «хорошо») – 140 – 178 баллов.

– эталонный (оценка «отлично») – 180 – 300 баллов.

Технологическая карта дисциплины с оценкой различных видов учебной деятельности по этапам контроля приведена в приложении Е (рекомендуемые).

## 6 Учебно-методическое обеспечение

### 6.1 Список рекомендуемой литературы

#### 6.1.1 Основная литература

1. Делягин Г.Н., Лебедев В.И. Теплогенерирующие установки: Учеб. для вузов-М.: БАСТЕТ, 2010. – 622с.

2. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы: Учебник для вузов. - М.; Ижевск: R&C Dynamics.PXD, 2005.-591с.

3. Бусель Н.А. Проектирование теплогенерирующих установок и систем теплоснабжения: Метод. указ. - Великий Новгород, 2002. - 32с.

#### 6.1.2 Дополнительная литература

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Учебник для вузов. -М.:Изд. МЭИ, 2000, 536с

2. Пакшин А.В., Блинов Б.А. Основы инженерного проектирования теплоэнергетических систем: Учебное пособие. СПб.: СПЗПУ, 2004. -142 с.

3. Гусев Ю.Л. Основы проектирования котельных установок (учебное пособие для вузов) М. Стройиздат, 1973. - 248 с.
4. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование. Л.: Энергоатомиздат. 1989. - 280 с.
5. Либерман Н.Б., Няньковская М.Т. Справочник по проектированию котельных установок систем централизованного теплоснабжения: (Общие вопросы проектирования и основное оборудование) М.: Энергия, 1979– 224 с.
- 6.Шубин Е.П., Левин Б.И. Проектирование теплоподготовительных установок ТЭЦ и котельных. М., "Энергия", 1970. – 496 с.
- 7.Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию /И.В.Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К.Громов и др.; Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 376 с.
- 8.Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 9.Бузников Е.Ф. Производственные и отопительные котельные. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 255 с.
- 10.Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермиков Б.А. Теплогенерирующие установки. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.
- 11.Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. – М.: Недра, 1980. – 144 с.
- 12.Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский А.Н. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 296 с.
- 13.Роддатис К.Ф., Полторецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. – М.: Энергоатомиздат, 1989. - 487 с.

## 6.2 Список методических рекомендаций и указаний

1.Проектирование теплогенерирующих установок и систем теплоснабжения. Методические указания и задания к курсовому проекту по дисциплине "Основы инженерного проектирования теплоэнергоустановок и систем" /Авт.- сост. Н.А.Бусель, НовГУ им. Ярослава Мудрого В.Новгород 2002г.-32стр.

2.Дипломное проектирование: Метод. указания /Авт.- сост. Н.А.Бусель; НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2000г. – 38 стр.

## 6.3 Педагогические контрольные материалы

Педагогическим контрольным материалом являются экзаменационные вопросы, которые приведены в приложении В.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Теплогенерирующие установки и системы теплоснабжения» необходима аудитория, оборудованная дидактическими средствами обеспечения занятий, мультимедийными средствами для демонстрации комплекта электронных плакатов (ауд. 4412), а также компьютерный класс для практических занятий (ауд. 4402).

## **Приложение Г (справочное)**

### **Экзаменационные вопросы.**

1. Понятие «Система теплоснабжения». Классификация систем теплоснабжения и основных составляющих ее частей.
2. Принципиальные схемы различных видов источников теплоты.
3. Зависимая и независимая схемы присоединения отопительных установок.
4. Принципиальная тепловая схема водогрейной котельной.
5. Принципиальная тепловая схема производственно-отопительной паровой котельной для открытой системы теплоснабжения.
6. Принципиальная тепловая схема производственно-отопительной паровой котельной для закрытой системы теплоснабжения.
7. Схема водяной системы теплоснабжения с однотрубной транзитной и двухтрубной распределительной сетью.
8. Закрытая двухтрубная водяная система теплоснабжения. Схема, достоинства, недостатки.
9. Открытая двухтрубная водяная система теплоснабжения. Схема, достоинства, недостатки.
10. Закрытая трехтрубная водяная система теплоснабжения.
11. Однотрубная водяная система теплоснабжения.
12. Схема присоединения к тепловой сети систем отопления и горячего водоснабжения через ГТП (групповой тепловой пункт).
13. Однотрубная паровая система теплоснабжения с возвратом конденсата.
14. Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения.
15. Центральное количественное регулирование отопительной нагрузки при зависимой схеме присоединения.
16. Центральное комбинированное регулирование разнородной тепловой нагрузки при зависимой схеме присоединения.
17. Расчет требуемого коэффициента инжекции в узле смешения прямой и обратной сетевой воды.
18. Определение мощности производственно-отопительной котельной при заданных значениях технологической нагрузки и численности населения отапливаемого микрорайона.
19. Выбор типа и мощности котельных агрегатов производственно-отопительной котельной.
20. Расчет принципиальной тепловой схемы производственно-отопительной котельной.
21. Расчет требуемого количества топлива на отопительный период работы котельной.
22. Расчет систем бытового горячего водоснабжения.
23. Расчет теплопотерь помещений через ограждающие конструкции путем теплопередачи.
24. Расчет теплопотерь помещений путем инфильтрации и вентиляции.
25. Общий тепловой баланс помещений.
26. Расчет эквивалентной наружной температуры.
27. Нормативно-техническая база для проектирования теплоподготовительных установок и систем теплоснабжения.
28. Предпроектные исследования и изыскания и выбор стратегии проектирования.
29. Этапы и методы проектирования теплоэнергетических установок и систем.
30. Единая система проектно-конструкторской и технологической документации.
31. Порядок рассмотрения, согласования и утверждения проектной документации.
32. Принципы компоновки промышленных ТЭЦ, паровых и водогрейных котельных.
33. Защита окружающей среды от вредных выбросов. Расчет высоты дымовой трубы.

### Пример Экзаменационного билета

Министерство науки и образования Российской Федерации  
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого  
Политехнический институт  
Кафедра промышленной энергетики

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по курсу Теплогенерирующие установки и системы теплоснабжения

- 1 Расчет требуемого количества топлива на отопительный период работы котельной.
- 2 Этапы и методы проектирования теплоэнергетических установок и систем. Анализ политропного процесса идеального газа  $c_n = \text{const}$ .

Зав. кафедрой

И.В. Швецов

#### Паспорт фонда оценочных средств

по дисциплине «Теплогенерирующие установки и системы теплоснабжения»  
для направления подготовки 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника»

| №<br>п/п | Модуль, раздел<br>(в соответствии с<br>РП)                 | Контролируемые<br>компетенции<br>(или их части) | ФОС                                    |                                    |
|----------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
|          |                                                            |                                                 | Вид оценочного<br>средства             | Количество<br>вариантов<br>заданий |
| 1        | Лекции 3,4,6,7,8...<br>Практика 1,2,3<br>ИДЗ 1,2,3,4<br>КР | ПК-8, ПК-9<br>ПК-10                             | Коллоквиум                             |                                    |
|          |                                                            |                                                 | Разноуровневые<br>задачи               | 25                                 |
|          |                                                            |                                                 | Собеседование                          |                                    |
|          |                                                            |                                                 | Доклад по<br>реферату                  | 25                                 |
|          |                                                            |                                                 | Курсовая работа                        | 25                                 |
| 2        | Раздел 2                                                   | ПК-8, ПК-9<br>ПК-10                             |                                        |                                    |
|          |                                                            |                                                 |                                        |                                    |
|          |                                                            |                                                 |                                        |                                    |
|          | Аттестация                                                 |                                                 | Комплект<br>экзаменационных<br>билетов | 25                                 |

## Приложение Е

**Технологическая карта по дисциплине «Теплогенерирующие установки и системы теплоснабжения»  
Направление (специальность) 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
Трудоемкость дисциплины 63Е (300 баллов)**

| Семестр/<br>Недели                                                            | Аудиторный<br>контроль<br>теоретических<br>знаний<br>(в баллах) | Работа на практических<br>занятиях<br>(в баллах) | Домашние<br>практические<br>задания.<br>(в баллах) | Курсовая<br>работа | экзамен       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|---------------|
| <b>7с</b>                                                                     | <b>Іэтап</b>                                                    | <b>0 – 60</b>                                    | <b>0 – 60</b>                                      | <b>0-100</b>       | <b>0 – 50</b> |
| 1                                                                             |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| 2                                                                             |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| 3                                                                             | 0-2                                                             |                                                  |                                                    |                    |               |
| 4                                                                             | 0-2                                                             | ПР-01 (20б.)                                     | ИДЗ-01 (10б.)                                      |                    |               |
| 5                                                                             | 0-2                                                             |                                                  |                                                    |                    |               |
| 6                                                                             | 0-2                                                             | ПР-02 (20б.)                                     |                                                    |                    |               |
| 7                                                                             | 0-2                                                             |                                                  | ИДЗ-02 (10б.)                                      |                    |               |
| 8                                                                             |                                                                 | ПР-03 (20б.)                                     |                                                    |                    |               |
| 9                                                                             |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
|                                                                               | 0-10                                                            |                                                  |                                                    |                    |               |
| <b>Іэтап Рубежная аттестация (не менее 75баллов из 150баллов)</b>             |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| <b>7с</b>                                                                     | <b>ІІэтап</b>                                                   |                                                  |                                                    |                    |               |
| 10                                                                            | <b>0 – 30</b>                                                   | <b>0 – 60</b>                                    | <b>0 – 60</b>                                      | <b>0-100</b>       | <b>0 – 50</b> |
| 11                                                                            |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| 12                                                                            |                                                                 |                                                  | ИДЗ-03(20б.)                                       |                    |               |
| 13                                                                            |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| 14                                                                            |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| 15                                                                            |                                                                 |                                                  | ИДЗ-04 (20б.)                                      |                    |               |
| 16                                                                            |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| 17                                                                            |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| 18                                                                            |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
|                                                                               |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
| <b>ІІэтап Рубежная аттестация (не менее 150баллов из 300баллов)</b>           |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |
|                                                                               | <b>0 – 30</b>                                                   | <b>0 – 60</b>                                    | <b>0 – 60</b>                                      | <b>0-100</b>       | <b>0 – 50</b> |
| <b>Семестровая (промежуточная) аттестация(не менее180баллов из 300баллов)</b> |                                                                 |                                                  |                                                    |                    |               |

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины:

7 семестр:

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 100 – 139 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 140 – 179 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 180 – 300 баллов.