

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЭНИН

Завьялов В.М.

"17" 02 2016г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Направление ООП 13.03.01 «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА»

Профили подготовки: 1. Тепловые электрические станции; 2. Промышленная теплотехника; 3. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике

Квалификация – Академический бакалавр

Базовый учебный план приема 2016 г.

Курс 3 семестр 6

Количество кредитов 6

Код дисциплины ДИСЦ.В.М12

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	48
Курсовой проект	
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации дифзачет и экзамен в 6 семестре

Обеспечивающее подразделение кафедра АТЭС

Заведующий кафедрой

А.С. Матвеев

Руководитель ООП

А.М. Антонова

Преподаватель

А.М. Антонова

2016г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями преподавания дисциплины «Технология централизованного производства электроэнергии» являются:

- формирование знаний принципов преобразования энергии в энергетических установках и процессов, протекающих в элементах оборудования электростанций;
- приобретение умений анализа принципиальных схем основных типов энергоустановок и расчета их базовых энергетических показателей;
- приобретение навыков анализа безопасной и экономичной и эксплуатации оборудования электростанций;
- владение навыками проектирования тепловых схем электростанций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина ДИСЦ.В.М12 «Технология централизованного производства электроэнергии» относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля учебного плана.

Пререквизитами дисциплины «Технология централизованного производства электроэнергии» являются дисциплины «Математика», «Физика», «Информатика», «Химия», «Экология», «Механика», «Электротехника», «Электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Информационные технологии», «Прикладной системный анализ», «Техническая термодинамика», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Гидрогазодинамика», «Тепломассообмен», «Математическое моделирование и методы оптимизации».

Кореквизитами дисциплины «Технология централизованного производства электроэнергии» являются дисциплины «Природоохранные технологии в теплоэнергетике», «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

Материал дисциплины используется студентами в учебно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Перечень требований к входным знаниям, умениям, навыкам по дисциплине «Технология централизованного производства электроэнергии». Для освоения дисциплины студент должен обладать следующими знаниями, умениями, навыками.

*Иметь знания:*

- основ аналитической геометрии и линейной алгебры;
- правил построения эскизов, чертежей, схем в соответствии со стандартами ЕСКД;
- номенклатуры технических материалов в теплоэнергетике;
- основных физических свойства жидкостей и газов;
- общих законов и уравнений статики и динамики жидкостей и газов
- законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим установкам и системам;

*Уметь:*

- использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин;
- разрабатывать математические модели физических явлений, химических процессов, экологических систем;
- выполнять технические схемы, в том числе с применением средств компьютерной графики.

*Иметь опыт:*

- построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ;
- решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем;

- теоретического и экспериментального исследований физических и химических явлений;
- поиска и обработки информации с применением современных информационных технологий;
- расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Технология централизованного производства электроэнергии» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

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
Р1 (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОПК-1, ОПК-2)			У.1.1	применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере	В.1.1	математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов теплоэнергетики и теплотехники
			У.1.2	выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	В.1.2	анализа физических явлений в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах
Р2 (ОПК-1, ОПК-2)			У.2.1	использовать методы анализа, моделирования и расчетов сложных систем, аппаратов, агрегатов и установок теплоэнергетического и теплотехнического назначения, режимов их работы с ис-	В.2.1	формирования допущений для упрощения анализа сложных систем и процессов, использования методов имитационного моделирования

				пользованием современных компьютерных технологий и специализированных программ		
					В.2.3	технико-экономических расчетов и обоснования варианта с наилучшими показателями при проектировании объектов и систем в теплоэнергетической и теплотехнической отраслей
Р5 (ОК-6, ОПК-1, ОПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-11, ПК-12, ПК-13)	3.5.2	основных технологий преобразования тепловой энергии на тепловых и атомных электростанциях; нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии	У.5.2	рассчитывать режимы работы теплоэнергетических и теплотехнических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы теплоэнергетических установок и энергоблоков	В.5.2	применения современных методов разработки ресурсо- и энергосберегающих и экологически чистых технологий преобразования, транспортировки, использования тепловой энергии
	3.5.5	состояния и тенденций развития современного отечественного и зарубежных теплоэнергетического и теплотехнического оборудования				

В результате освоения дисциплины «Технология централизованного производства электроэнергии» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Анализировать особенности технологий преобразования энергии, работу энергетических установок
РД2	Составлять технологические и тепловые схемы, изображать циклы энергетических установок, определять параметры и расходы рабочего тела в характерных

	точках цикла
РД3	Рассчитывать показатели тепловой экономичности энергетических установок
РД4	Владеть опытом проектирования энергетических установок и анализа процессов, происходящих в них

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### ВВЕДЕНИЕ

Предмет курса. Потребление энергии и источники. Структура природных источников энергии и виды энергетических установок. Энергетические ресурсы мира и РФ.

Раздел 1. Паротурбинные установки.

Циклы паротурбинных установок (ПТУ). Пути повышения КПД ПТУ. Влияние начальных и конечных параметров на экономичность ПТУ, на конечную влажность пара. Сопряженные параметры пара. Установки насыщенного пара с промежуточной сепарацией, с промежуточным перегревом, их КПД. Установки перегретого пара с промперегревом, его КПД. Регенеративная схема ПТУ, влияние числа отборов на КПД установки. Основы теплофикации: схемы, циклы, эффективность.

*Практические занятия*

Свойства и процессы водяного пара. Таблицы термодинамических параметров воды и водяного пара и  $h$ -диаграмма.

Экономичность паротурбинных установок.

*Лабораторные занятия*

Термодинамическое исследование влияния различных параметров на экономичность паротурбинной установки.

Исследование влияния регенеративного подогрева питательной воды на экономичность паротурбинной установки.

Раздел 2. Газотурбинные установки (ГТУ). Закрытая, открытая схемы и цикл простой ГТУ. Способы повышения КПД ГТУ. Схема, цикл и КПД ГТУ со ступенчатым сжатием, ступенчатым сгоранием, регенерацией, теплофикацией. Парогазовые установки (ПГУ). Типы ПГУ и их эффективность. Утилизационные ПГУ, устройство и работа котла-утилизатора.

*Практические занятия*

Процессы рабочего тела в ГТУ.

Экономичность газотурбинных установок.

Раздел 3. Энергетическое топливо, его виды. Органическое топливо, характеристики. Элементарный состав рабочей, сухой, горячей и органической масс топлива. Высшая и низшая теплоты сгорания. Выход летучих. Процессы горения. Состав продуктов сгорания топлива. Теоретически необходимое количества воздуха для сжигания топлива. Способы сжигания топлива. Камерное сжигание топлива. Горелки. Подготовка твердого топлива к сжиганию: дробление, размол топлива, система пылеприготовления с шаровой барабанной мельницей, коротко о других типах мельниц.

Ядерное топливо. Реакция деления, быстрые, медленные нейтроны, замедлитель. Понятие о первичном, вторичном ядерном топливе; обогащение, воспроизводство горючего, тепловыделяющие сборки (кассеты), элементы.

*Практические занятия*

Расчеты с топливом. Определение объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания.

Раздел 4. Паровые котлы. Схемы генерации пара. Тепловой баланс котлоагрегата, потери теплоты в котле. КПД котла по прямому и обратному балансу. Расход натурального и условного топлива, сжигаемого в котле.

Ядерные реакторы. Активная зона, критический объем. Теплоноситель, отражатель, биологическая защита. Система управления и защиты (СУЗ). Схемы и принципы ра-

боты ядерных реакторов на тепловых (РБМК и ВВЭР) и быстрых нейтронах. Глубина выгорания топлива. Парогенераторы АЭС. Конструктивная схема парогенераторов ВВЭР.

Раздел 5. Паровые и газовые турбины. Паровая турбина как основной тип теплового двигателя электростанций. Классификация турбин. Принцип действия и основные элементы паровой турбины. Процессы преобразования энергии в ступени турбины. Потери энергии в ступени. Относительный внутренний КПД ступени турбины. Процесс расширения пара в ступени в  $h_s$  - диаграмме. Действительный теплоперепад и мощность ступени. Выбор отношения  $u/c_{ф}$ .

Достоинства многоступенчатых турбин. Предельная мощность турбины. Внутренние и внешние потери энергии в турбинах. Внутренний относительный КПД турбины, ее внутренняя мощность. Процесс расширения пара в многоступенчатой турбине в  $h_s$  - диаграмме. Мощности и КПД турбоагрегата и турбоустановки. Системы парораспределения. Системы автоматического регулирования (САР) турбин. Задачи регулирования. Схема САР конденсационной турбины с гидравлическими связями. Синхронизатор. Системы маслоснабжения и защиты турбин. Статическая характеристика системы регулирования, ее неравномерность. Энергетическая характеристика турбины, ее назначение.

Конденсационная установка паровой турбины. Назначение конденсационной установки, ее схема и состав. Устройство конденсатора. Назначение и принцип действия эжектора. Основные факторы, определяющие давление в конденсаторе.

Обозначение турбин. Основные типы паровых турбин. Особенности устройства и работы газовых турбин.

*Практические занятия*

Расчет турбинной ступени

*Лабораторные занятия*

Исследование характеристик турбинной ступени.

Раздел 6. Тепловые и атомные электрические станции.

Потребители электроэнергии и тепла, графики нагрузок. Типы тепловых электростанций. Показатели тепловой экономичности КЭС, ТЭЦ, АЭС. Техно-экономические аспекты повышения тепловой экономичности электростанций за счет изменения начальных и конечных параметров, промежуточного перегрева пара, регенеративного подогрева питательной воды, применения теплофикационного цикла.

Принципиальные схемы КЭС, ТЭЦ, АЭС, АТЭЦ. Развернутая схема ТЭС и АЭС.

Типы и схемы включения регенеративных подогревателей. Распределение нагрева питательной воды по ступеням. Деаэрационно-питательная установка. Отпуск пара технологическим потребителям. Отпуск теплоты от ТЭЦ, КЭС и АЭС на отопление и бытовые нужды. Потери пара и конденсата на ТЭС, способы восполнения. Вспомогательное оборудование ТЭС и АЭС (насосы, испарители, вентиляторы, дымососы).

Технологические схемы ТЭС, первого контура двухконтурной АЭС. Компоновка и генплан ТЭС. Компоновка основного оборудования ТЭС и АЭС в главном здании (в общих чертах). Вспомогательные хозяйства ТЭС: Топливное хозяйство. Золоулавливание и золошлакоудаление. Водоснабжение. Охрана окружающей среды от вредных выбросов электростанций.

*Практические занятия*

Общая экономичность ТЭС

Расчет теплообменного аппарата

Тепловая схема простейшей ТЭС

*Лабораторные занятия*

Изучение процессов и оборудования ТЭС и АЭС на тренажере-симуляторе.

Испытание вентилятора

Испытание насосов

Раздел 7. Гидроэнергетические установки. Основы функционирования и устройства. Потери трения и местные потери напора. Некоторые сведения из гидрологии рек:

расход воды, сток и модуль стока. Работа водного потока. Оборудование гидроэнергетических установок. Преобразование энергии в гидротурбинах, типы и область применения гидротурбин. Конструктивные схемы активных и реактивных гидротурбин, отсасывающие трубы и турбинные камеры. Основное уравнение и подобие гидротурбин. Коэффициент быстроходности. Кавитация и меры борьбы с ней. Характеристики гидротурбин.

Технологическая схема ГЭС. Состав и компоновка основных сооружений гидроэлектростанций. Плотины и затворы ГЭС. Водоохранилище, его характеристики. Регулирование речного стока водоохранилищами ГЭС. Каскадное и комплексное использование водных ресурсов.

*Лабораторные занятия*

Изучение схемы ГЭС

## **6. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. 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.

- поиск и обзор литературы (в т.ч. электронных источников информации) по изучаемым разделам курса;
- выполнение домашних заданий;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольным работам и экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение расчетно-графических работ;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- анализ фактических материалов по заданной теме.

### **6.3. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- опросом при защите выполненных лабораторных, индивидуальных и практических расчетных заданий;
- автоматизированным тестированием по тематике самостоятельной работы;
- оценкой результатов контрольных работ по материалам лекций и практических занятий с целью проведения рейтинговой аттестации;
- оценкой ответов на вопросы и задачи экзаменационных билетов;
- оценкой защиты курсового проекта.

## **7. СРЕДСТВА ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита индивидуальных домашних заданий	РД1 –РД3
Выполнение и защита лабораторных работ	РД1 –РД3
Контрольные работы, тестирование	РД1 –РД3
Экзамен	РД1 – РД3

В качестве основной формы контроля по дисциплине предусмотрены экзамен и дифзачет (защита курсового проекта) в шестом семестре. В качестве текущего контроля в процессе изучения теоретического материала дисциплины предусматривается проверка усвоения отдельных разделов посредством письменных контрольных работ, контрольных работ с применением тестирования.

Для текущего контроля в течение семестра предусматривается:

- тестирование на лекциях с целью диагностического контроля;
- четыре контрольные работы (по две в каждом из двух семестров) по материалам лекций с целью проведения рейтинговой аттестации;
- выполнение отчетов по лабораторным работам, практических расчетных заданий и опрос при их защите.

В расчет рейтинговой оценки идут оценки отлично, хорошо, удовлетворительно, полученные за выполненные контрольные работы.

За практические, лабораторные занятия баллы ставятся согласно рейтинг-плана.

В течение семестра студент должен набрать минимум баллов, необходимый для допуска к сдаче экзамена (6 семестр) и зачета (7 семестр) при условии выполнения и защиты всех расчетных заданий, отчетов по лабораторным работам. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов итоговой аттестации в конце семестра по результатам экзамена (6 семестр) или зачета (7 семестр).

За сдачу зачета или экзамена баллы ставятся в соответствии с положением рейтинговой системы.

Примеры содержания фонда оценочных средств приведены ниже.

#### ***Примеры тестов текущего контроля***

Укажите неверную формулировку второго закона термодинамики

- Вечный двигатель второго рода невозможен
- Закон устанавливает направление процессов обмена энергией
- Закон устанавливает соотношение между теплотой и работой

В каком состоянии находится рабочее тело в области между пограничными кривыми воды и водяного пара?

- Недогретая вода
- Перегретый пар
- Влажный пар

Какие процессы составляют цикл Ренкина?

- Две изотермы, две изобары
- Две изотермы, две адиабаты
- Две адиабаты, две изобары

Продолжите определение: «Абсолютный электрический КПД турбоустановки показывает, какая часть..»

- Подведенной к установке теплоты преобразована в электроэнергию
- Мощность идеальной турбины преобразована в электрическую мощность
- Внутренней мощности турбины преобразована в электрическую мощность

Как влияет повышение начальной температуры на величину работы цикла ?

- Работа цикла увеличивается
- Работа цикла уменьшается
- Работа цикла не изменяется

Какие из способов повышения экономичности цикла позволяют одновременно повысить и экономичность турбины?

- Понижение конечного давления



- Повышение начального давления
- Повышение начальной температуры

Какое назначение имеет промежуточная сепарация пара?

- Повышение начального давления
- Понижение конечного давления
- Повышение степени сухости пара на выходе из турбины

Как повлияет увеличение числа ступеней регенеративного подогрева на величину работы 1 кг пара в реальном регенеративном цикле?

- Работа снизится
- Работа возрастет
- Величина работы не изменится

В каком из перечисленных случаев паротурбинную установку можно назвать теплофикационной?

- Если отсутствует конденсатор
- Если турбина разделена на ЦВД и ЦНД
- Если потребитель получает теплоту

Величина работы цикла ГТУ со ступенчатым сжатием...

- Больше, чем в цикле простой ГТУ
- Меньше, чем в цикле простой ГТУ
- Такая же, как в цикле простой ГТУ

#### ***Примеры вопросов к контрольным работам***

1. Понятие ядерного топлива
2. Устройство и принцип действия ядерного реактора.
3. Устройство и принцип действия парогенератора АЭС.
4. Преимущества паровых турбин перед другими типами тепловых двигателей.
5. Устройство и принцип действия простейшей паровой турбины.
6. Схема конденсационной установки.

#### ***Примеры экзаменационных вопросов***

1. Особенности электроэнергии как энергоносителя
2. Типы электростанций.
3. Упрощенные схемы ТЭС и АЭС.
4. Нетрадиционные типы электростанций.
5. Магнитогидродинамические электростанции.
6. Термоядерные энергетические установки.
7. Эффективность турбины и паротурбинной установки: мощности, КПД.
8. Относительные КПД турбины. Абсолютные КПД турбоустановки, удельные расходы теплоты и пара для ПТУ.
9. Эффективность работы энергетического блока .
10. Способы повышения эффективности цикла паротурбинной установки
11. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина
12. Промежуточный перегрев пара в ПТУ ТЭС
13. Влияние промежуточного перегрева пара на экономичность ПТУ
14. Термический КПД цикла ГТУ
15. Влияние степени повышения давления на экономичность цикла ГТУ
16. Особенности цикла ГТУ, его преимущества и недостатки
17. Способы повышения экономичности газотурбинной установки
18. Конструктивные особенности газовой турбины. Устройство камеры сгорания.
19. Парогазовые установки.
20. Ядерное топливо. Устройство и принцип действия ядерных реакторов.
21. Устройство и принцип действия парогенератора АЭС.

22. Устройство и принцип действия простейшей паровой турбины.
23. Преобразование энергии в турбинной ступени. Потери энергии на лопатках ступени.
24. Треугольники скоростей пара в ступени.
25. Схема конденсационной установки. Конструкция конденсатора.
26. Тепловой баланс конденсатора. Определение давления в конденсаторе.
27. Способы охлаждения сопловых и рабочих лопаток газовой турбины.
28. Деаэрационная установка на ТЭС и АЭС.
29. Схемы отпуска тепла от электростанций.
30. Гидроэнергоресурсы и их использование. Речной сток. Регулирование речного стока.
31. Технологическая схема ГЭС.
32. Устройство гидротурбин.

**Примеры экзаменационных билетов**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  по дисциплине «Технология централизованного производства электроэнергии» Энергетический институт курс 3
1. Устройство и принцип действия ядерного реактора.	
2. Принципиальная схема системы регулирования конденсационной турбины.	
3. Определить температурный напор пароводяного теплообменника, в котором конденсируется пар с давлением 0.6 МПа, при этом вода нагревается от температуры $t_1=120\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $t_2=154\text{ }^{\circ}\text{C}$ .	
Составил: А.М. Антонова Утверждаю: Зав. кафедрой АТЭС А.С. Матвеев 21мая 2016г.	
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2  по дисциплине «Технология централизованного производства электроэнергии» Энергетический институт курс 3
1. Показатели эффективности работы ТЭС и АЭС. Найти расход условного топлива на КЭС, если её КПД брутто составляет 38.7 %, а электрическая мощность 800 МВт.	
2. Схема конденсационной установки. Тепловой баланс конденсатора. Определить давление в конденсаторе при температуре охлаждающей воды $t_{1в}=12\text{ }^{\circ}\text{C}$ и подогреве ее в конденсаторе на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Недостающие данные принять по рекомендации лектора.	
3. Определить степень реактивности турбинной ступени, в которой давление пара на входе $P_0=5\text{ МПа}$ , на выходе из сопловой решетки $P_1=4.4\text{ МПа}$ , на выходе из рабочей решетки $P_2=4.0\text{ МПа}$ . Температура пара на входе в сопловую решетку $t=400\text{ }^{\circ}\text{C}$ .	
Составил: А.М. Антонова Утверждаю: Зав. кафедрой АТЭС А.С. Матвеев 21мая 2016г.	

**8. РЕЙТИНГ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ 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) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене 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.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основная литература:

1. Трухний А.Д. Основы современной энергетики. – 5-е изд. – Москва : Изд. Дом МЭИ, 2010. – 470 с.
2. Антонова, Александра Михайловна. Общая энергетика : учебное пособие для вузов / А. М. Антонова, М. А. Вагнер, Б. Ф. Калугин; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2007. — 387 с.: ил.. — Учебники Томского политехнического университета. — Библиогр.: с. 379-381.. — ISBN 5-98298-058-7.
3. Лисиенко В.Г. Совершенствование и повышение эффективности энерготехнологий и производств. Т.1 / В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2010. – 688 с.
4. Технологические процессы выработки электроэнергии на ТЭС и ГЭС: учебное пособие / Н.Н. Галашов. – Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 90 с.

Дополнительная литература:

5. Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика: Учеб.пособие для сред. проф. образования: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 208 с.
6. Теплотехника: /Под общей редакцией А.П.Баскакова. – М.: Энергия, 1982. – 264 с.
7. Тепловые и атомные электростанции : справочник / под ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. — 4-е изд., стер. — Москва: Изд-во МЭИ, 2007.
8. Стерман Л.С., Лавыгин Л.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. – МЭИ, 2004. – 424 с.
9. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов /Под ред. В.Я.Гиршфельда. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с

10. Гидроэлектрические станции: Учебник для гидротехн. спец. вузов /Н.Н.Аришеневский, М.Ф.Губин, В.Я Карелин и др.; Под ред. В.Я.Карелина, Г.И.Кривченко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 464 с

Internet–ресурсы:

- Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) <http://www.rosatom.ru/>
- сайт специальности «Тепловые электрические станции» <http://www.03-ts.ru/>;
- бесплатная электронная библиотека Ивановского государственного энергетического университета <http://www.library.ispu.ru/elektronnaya-biblioteka>;
- крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей <http://www.tehlit.ru/>;
- электронная энциклопедия энергетики <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm>;

Используемое программное обеспечение:

- программа-тренажер для изучения тепловых схем КЭС и ТЭЦ;
- программа «ZIKL» для исследования влияния начальных и конечных параметров, промперегрева, сепарации на экономичность паротурбинных установок;
- программа «REGEN» для определения эффективности регенерации на ТЭС;
- «TABL1» – программа определения термодинамических и теплофизических параметров воды и водяного пара;
- «TFS», «TFM» – программа для расчета теплофизических свойств теплоносителей;
- WaterSteamPro – программа расчета свойств теплоносителей.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерный класс	к. 4, ауд. 31, 15 комп.
2	Компьютерный класс	к. 4, ауд. 32, 20 комп.
3	Компьютерный класс	к. 4, ауд. 101А, 15 комп.
4	Лаборатория физического моделирования	к. 4, ауд. 101Б, В 2 установки

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению ООП 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Программа одобрена на заседании кафедры Атомных и тепловых электростанций Энергетического института Национального исследовательского Томского политехнического университета

(протокол № 2 от «11» 02.2016 г.).

Автор  доцент А.М. Антонова

Рецензент  доцент В.И. Беспалов