

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

Л.В.Болотских

«02» сентября 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Б1.В.ДВ.02.02 «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Теплогазоснабжение и вентиляция

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года/4 года и 11 м.

Форма обучения очная/заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

/Кипрушев А.А./

Заведующий кафедрой
Теплогазоснабжения и
вентиляции

/Чудинов Д.М./

Руководитель ОПОП

/Чудинов Д.М./

Борисоглебск 2019

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины научить студентов:

- правильному пониманию стоящих перед инженерами-теплотехниками задач, связанных с ограниченностью топливных ресурсов, необходимостью при разработке систем теплоснабжения максимальной экономии топлива и тепловой энергии, созданию систем с минимальными выбросами и утилизацией образующихся при производстве тепловой энергии отходов;
- технически и экономически обосновывать данные для проектирования источников тепловой энергии систем теплоснабжения, принимать проектные решения, выбирать основное и вспомогательное оборудование;
- разрабатывать, рассчитывать и оптимизировать технологические схемы производства тепловой энергии и их элементы, в том числе расчеты теплогенераторов, используя современные вычислительные методы;
- эксплуатировать системы производства тепловой энергии с использованием современных методов, включая вопросы обслуживания, ремонта, контроля и управления

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами освоения дисциплины является получение знаний студентами по следующим направлениям:

- основные сведения о топливно-энергетическом комплексе, о традиционных и альтернативных способах получения энергии и теплоты;
- теоретические основы процесса горения органических топлив, пути повышения эффективности их сжигания;
- основы процесса получения пара и рабочие процессы, происходящие в ТГУ, водный режим и водное хозяйство котельных, современные способы кондиционирования свойств воды, методы расчета систем водоподготовки;
- конструкции современных теплогенераторов, основные тенденции их развития и проектирования;
- тепловые схемы котельных и способы их расчета, пути повышения эффективности работы котельных и систем;
- вспомогательные устройства и элементы КУ, топливное хозяйство, способы удаления золы и шлака;
- источники вредных выбросов при работе ТГУ, мониторинг окружающей среды;
- основы проектирования ТГУ, оценку показателей эффективности работы котельной и пути рационального использования топлива и тепловой энергии;
- правила эксплуатации основного и вспомогательного оборудования, технику безопасности при работе ТГУ

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений

(дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации, ремонту, реконструкции систем ТГВ, разрабатывать и внедрять мероприятия по ресурсо- и энергосбережению

ПК-5 - Способен выполнять и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции зданий, сооружений, населённых мест

ПК-6 - Способен выполнять и организовывать авторский надзор по проектным решениям систем ТГВ

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать – основные сведения о топливных ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив; – системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив; – современные методы расчетов теплогенераторов на органическом топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов
ПК-5	Знать – основные сведения о топливных ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив; – системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив;

	– современные методы расчетов теплогенераторов на органическом топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов
ПК-6	Знать – основные сведения о топливных ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив; – системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив; – современные методы расчетов теплогенераторов на органическом топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8

Аудиторные занятия (всего)	40	40
В том числе:		
Лекции	20	20
Практические занятия (ПЗ)	20	20
Самостоятельная работа	104	104
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Курс	
			5
Аудиторные занятия (всего)	14	-	14
В том числе:			
Лекции	6	-	6
Практические занятия (ПЗ)	8	-	8
Самостоятельная работа	126	-	126
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	4	-	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+		+
Общая трудоемкость:			
академические часы	144	0	144
зач.ед.	4	0	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная/заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Топливо-энергетические ресурсы	Классификация источников тепловой энергии: традиционный и нетрадиционный источники; возобновляющиеся и невозобновляющиеся энергетические ресурсы. Энерготехнологическая переработка низкосортных топлив: основные схемы и перспективы развития. Органическое топливо, основные определения, классификация и его происхождение. Твердое топливо, классификация, физические свойства, характеристики и свойства; плавкость золы и шлака. Жидкое топливо, классификация;	2/0,5	2/1	12/14	16/15,5

		топочные мазуты и их свойства. Газообразное топливо, классификация, состав и свойства.				
2	Паровые и водогрейные котлы	Котлы на органическом топливе, основные направления развития, классификация, рабочие параметры. Термодинамические основы получения водяного пара в котлоагрегате. Назначение элементов котла. Котлы с естественной и принудительной циркуляцией, прямоточные котлы, водогрейные котлы, их отличительные особенности. Конструкции котлов КЕ, ДЕ, ДКВР. Водогрейные котлы типа ПТВМ, ТВГ, КВ-ГМ, КВ-ТС, КСВа. Классификация. Схемы паровых котлов, используемых в качестве водогрейных. Внутрикотловая гидродинамика. Температурный режим обогреваемых поверхностей нагрева, условия работы. Парогенерирующие трубы. Схемы движения воды и пароводяной смеси в парогенераторах с естественной и принудительной циркуляцией. Тепловая и гидравлическая разверки. Критерии надежности. Характерные случаи нарушения циркуляции. Гидравлический расчет контуров естественной циркуляции (нормативный метод). Конвективные поверхности нагрева теплогенераторов. Назначение, схемы и устройства испарительных поверхностей нагрева. Назначение, место установки и конструкции различных типов пароперегревателей, водяных экономайзеров и воздухоподогревателей. Схема включения пароперегревателей в газовый поток, регулирование температуры перегретого пара. Причины появления низкотемпературных конвективных поверхностей нагрева. Область применения водяных экономайзеров и пределы подогрева воды. Низкотемпературная коррозия экономайзеров. Экономически допустимая глубина охлаждения газов в экономайзерах. Рекуперативные и регенеративные воздухоподогреватели, влияние вида топлива и типа топочного устройства на степень подогрева воздуха и температуру уходящих газов. Компоновка воздухоподогревателей с экономайзерами. Новые типы низкотемпературных поверхностей нагрева. Строительные конструкции и материалы теплогенераторов.	2/0,5	2/1	12/14	16/15,5

		Каркас и обмуровка теплогенераторов: назначение, разновидности и конструкции, температурные условия их работы, способы крепления их элементов. Площадки и лестницы. Гарнитура и арматура теплогенераторов. Защита теплогенераторов от взрывов. Металлы, применяемые для теплогенераторов и особенности их работы, их марки. Обмуровочные теплоизоляционные, прокладочные и набивочные материалы. Монтаж теплогенераторов и их элементов. Особенности работы и расчет на прочность элементов теплогенераторов, работающих под давлением. Слоевые топki, их конструкция. Пневмомеханические забрасыватели. Камерные топki. Вихревые топki. Топki с пересекающимися струями. Горелочные устройства для камерного сжигания твердого топлива. Круглые горелки. Прямоточные горелки. Горелочные устройства для сжигания жидкого и газообразного топлива. Мазутные горелки. Механические форсунки. Паровые форсунки. Паромеханические форсунки. Газовые горелки. Газомазутные горелки.				
3	Тепловой расчет котлоагрегатов	Конструкторский поверочный расчет котла и его элементов. Нормативный метод теплового расчета. Расчеты объемов воздуха, продуктов сгорания и энтальпий. Построение It- диаграммы. Тепловой баланс котла: общее уравнение теплового баланса, потери теплоты от механической и химической неполноты сгорания, с уходящими газами, в окружающую среду, с физической теплотой шлака, КПД брутто и нетто котла, расход топлива. Алгоритм расчета теплового баланса на ЭВМ. Расчеты составляющих теплового баланса котла. КПД котлоагрегата, пути его повышения. Тепловой расчет топki и газоходов котла. Анализ составляющих теплового баланса и их изменение в зависимости от форсировки, вида топлива, теплонапряжения топчного объема (зеркало горения). Особенности теплообмена в топке; методика, модель и схема расчета, адиабатическая температура горения, основное уравнение расчета теплообмена, степень черноты топчного объема; эффективная толщина излучающего слоя газов. Алгоритм расчета на ЭВМ.	2/1	2/1	14/16	18/18

		Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева теплогенератора, методика и модель расчета, основные уравнения расчета конвективного теплообмена; температурный напор, расчет коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Алгоритм расчета на ЭВМ. Расчеты теплообмена в пароперегревателях и низкотемпературных поверхностях нагрева экономайзеров и воздухоподогревателей. Особенности теплового расчета водогрейных котлов.				
4	Компоновка и топливное хозяйство ТГУ	Принципиальные схемы компоновок станций, работающих на органическом топливе, на ядерном топливе и на возобновляемых источниках энергии. Топливное хозяйство установок, работающих на твердом топливе: основные схемы, системы доставки, приема и размораживания топлива; хранение топлива; скалы; системы топливоподдачи топлива к котлам. Топливное хозяйство установок, работающих на жидком топливе: хранение и транспорт жидкого топлива к котлу; системы подогрева топлива при хранении и транспортировке. Топливное хозяйство установок, работающих на газообразном топливе, схема подачи газа.	2/0,5	2/1	14/16	18/17,5
5	Водное хозяйство теплогенерирующих установок.	Водяной режим работы котлов. Особенности водного режима работы паровых и водогрейных котлов. Физико-химические характеристики воды и загрязняющих ее веществ. Требования к качеству пара, питательной и котловой воды. Методы обеспечения требуемой чистоты пара, ступенчатое испарение воды, выносные циклоны и др. Докотловая обработка воды, осветление воды методами фильтрации и коагуляции; умягчение воды методов катионирования, магнитная обработка воды. Расчет и выбор оборудования КВО. Новые нетрадиционные способы очистки воды: ультрафильтрация, электродиализ, обратный осмос и др. деаэрация воды: схемы конструкции деаэраторов. Внутрикотловая обработка воды.	2/1	2/1	12/16	16/18
6	Тепловые схемы теплогенерирующих установок.	Назначение и классификация тепловых схем; общие принципы построения и расчета тепловых схем; методика расчета; алгоритмы расчета на ЭВМ. Тепловые схемы ТГУ с паровыми котлами. Тепловые схемы с водогрейными	4/1	4/1	14/16	22/18

		котлами, с комбинированными схемами производства пара и горячей воды. Тепловые схемы атомных станций теплоснабжения, установок с солнечными и электрическими теплогенераторами, установок с геотермальными водами. Расчет питательной установки.				
7	Тягодутьевые устройства.	Общие положения, назначение, классификация тягодутьевых устройств. Аэродинамическое сопротивление теплогенерирующей установки. Расчет и выбор тягодутьевых машин и их компоновка. Регулирование тяги и дутья. Дымовые трубы: назначение, классификация, конструкция, методы расчета, особенности работы. Выбор высоты дымовой трубы при естественной и искусственной тяге.	2/0,5	2/1	10/16	14/17,5
8	Мини-ТЭЦ	Общая классификация. Мини-ТЭЦ на базе паровых котельных с противодавленческими турбинами. Расчет основных параметров мини-ТЭЦ.	4/1	4/1	16/18	24/20
		Контроль				-/4
		Итого	20/6	20/8	104/126	144/144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовых работ в 8 семестре для очной формы обучения и в летнюю сессию на 5 курсе для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Тепловой расчет теплогенераторов».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Производиться расчет материального баланса котла и составляется его тепловой баланс
- По выданному заданию производиться выбор и расчет топочного устройства для котла.
- Производиться полный поверочный расчет котла.
- Разрабатывается схема выбранной низкотемпературной поверхности нагрева и производиться ее конструкторский расчет. В заключении выполняется итоговый баланс котлоагрегата

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО

ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать – основные сведения о топливных ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив; – системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив; – современные методы расчетов теплогенераторов на органическом топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации	Посещение лекционных и практических занятий.	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий, выполнение текущих и контрольных заданий, выполнение этапов курсовой работы	Непосещение лекционных и практических занятий, нет отчета о выполненных контрольных заданиях, не выполнение заданий курсовой работы и тестовых заданий.
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной	Выполнение текущих и контрольных заданий	Выполнение необходимых расчетов и решение практических задач, выполнение этапов курсовой работы	Не выполнение расчетов, решение задач, не выполнение заданий КР, не умение пользоваться нормативно-технической литературой
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов	Выполнение практических заданий, расчетов.	Выполнение заданий, измерений, расчетов в срок	Невыполнение заданий практических занятий, не выполнение заданий

			предусмотренны й в рабочих программах	курсовой работы в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать – основные сведения о топливных ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив; – системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив; – современные методы расчетов теплогенераторов на органическом топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации	Посещение лекционных и практических занятий.	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий, выполнение текущих и контрольных заданий, выполнение этапов курсовой работы	Непосещение лекционных и практических занятий, нет отчета о выполненных контрольных заданиях, не выполнение заданий курсовой работы и тестовых заданий.
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной	Выполнение текущих и контрольных заданий	Выполнение необходимых расчетов и решение практических задач, выполнение этапов курсовой работы	Не выполнение расчетов, решение задач, не выполнение заданий КР, не умение пользоваться нормативно-технической литературой
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов	Выполнение практических заданий, расчетов.	Выполнение заданий, измерений, расчетов в срок предусмотренны й в рабочих программах	Невыполнение заданий практических занятий, не выполнение заданий курсовой работы в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-6	Знать – основные сведения о топливных ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив;	Посещение лекционных и практических занятий.	Полное или частичное посещение лекционных и практических	Непосещение лекционных и практических занятий, нет отчета о выполненных

	– системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив; – современные методы расчетов теплогенераторов на органическом топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации		занятий, выполнение текущих и контрольных заданий, выполнение этапов курсовой работы	контрольных заданиях, не выполнение заданий курсовой работы и тестовых заданий.
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной	Выполнение текущих и контрольных заданий	Выполнение необходимых расчетов и решение практических задач, выполнение этапов курсовой работы	Не выполнение расчетов, решение задач, не выполнение заданий КР, не умение пользоваться нормативно-технической литературой
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов	Выполнение практических заданий, расчетов.	Выполнение заданий, измерений, расчетов в срок предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение заданий практических занятий, не выполнение заданий курсовой работы в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения и в летнюю сессию для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	Знать – основные сведения о топливных	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив; – системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив; – современные методы расчетов теплогенераторов на органическом топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации			
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать – основные сведения о топливных ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив; – системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив; – современные методы расчетов теплогенераторов на органическом	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации			
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать правильный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать правильный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	Знать – основные сведения о топливных ресурсах; происхождение, классификацию, состав и свойства топлив; – системы и схемы производства тепловой энергии в системах теплоснабжения как из невозобновляемых, так и из возобновляемых источников, включая ядерное топливо, солнечную энергию и др.; – теоретические основы процесса горения органических топлив; – современные методы расчетов теплогенераторов на органическом топливе, алгоритмы расчета их элементов; – основы внутрикотловых процессов в теплогенераторах – методы разработки и систем водоподготовки; – источники вредных выбросов при производстве тепловой энергии и методы подавления, улавливания их, утилизация; – основы проектирования ТГУ при новом строительстве и реконструкции объектов; технико-экономические показатели	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	работы тепловой станции; – основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии; основы эксплуатации			
	Уметь – проектировать теплогенерирующие установки, подбирать основное и вспомогательное оборудование. Проводить расчеты технико-экономических характеристик котельной	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть – современными методами проектирования теплогенераторов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

Тесты контроля качества усвоения дисциплины

1. Действительное количество воздуха, необходимое для горения топлива:

- а) $\alpha=1$;
- б) $\alpha>1$;
- в) $\alpha<1$;

2. Последовательность установки в котлоагрегатах по ходу движения газов от топки котла:

- а) Экономайзер, воздухоподогреватель, пароперегреватель;
- б) Пароперегреватель, экономайзер, воздухоподогреватель;
- в) воздухоподогреватель, пароперегреватель, экономайзер.

3. Воздухоподогреватель устанавливают в котлоагрегатах малой мощности:

- а) При сжигании высоковлажного твердого топлива;
- б) При сжигании высокосернистого мазута;
- в) При сжигании природного газа.

4. В состав летучих веществ твердого топлива входит:

- а) влага, водород, азот, кислород, сера летучая;
- б) зола, влага, водород, азот, кислород, сера летучая;
- в) влага, водород, азот, окись углерод, сера летучая;

5. Полумеханическая топка – это:

- а) топка ПМЗ-РПК;
- б) топка с цепной решеткой и ПМЗ;
- в) топка с цепной решеткой и непосредственным поступлением топлива на решетку;
- г) топка с шурующей планкой;

6. Неполное горение топлива осуществляется при:

- а) при $\alpha>1$;
- б) при $\alpha=1$;
- в) при $\alpha<1$;

7. У прямоточных котлов кратность циркуляции:

- а) Больше единицы;
- б) Меньше единицы;

в) Равна единице.

8. Качество котловой воды паровых котлов нормируется:

- а) по жесткости и содержанию кислорода;
- б) по щелочности и сухому остатку;
- в) по жесткости и щелочности.

9. Качество питательной воды паровых котлов нормируется:

- а) по щелочности и сухому остатку;
- б) по жесткости и содержанию кислорода;
- в) по жесткости и щелочности.

10. Какие клапаны устанавливаются на верхнем барабане котла:

- а) взрывные;
- б) предохранительные

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

1. КПД топки учитывает следующие потери теплоты:

- а) q_2, q_3, q_4, q_6 ;
- б) q_3, q_4, q_5, q_6 ;
- в) q_2, q_3, q_4, q_5, q_6 .

2. При сжигании твердого топлива в дымовых газах котлов нормируется:

- а) SO_x, NO_x ;
- б) NO_x, SO_x, V_2O_5 ;
- в) SO_x, NO_x , зола;

3. Регулирование работы тягодутьевых устройств в котлах малой мощности осуществляется:

- а) С помощью направляющих аппаратов;
- б) Шиберами;
- в) Изменением числа оборотов ротора.

4. Какие компоненты не входят в состав горючей части твердого топлива:

- а) Углерод С;
- б) Водород Н;
- в) Влага W;
- г) Сера S;

5. Теоретически необходимое количество воздуха для горения топлива:

- а) при $\alpha=1$;
- б) при $\alpha>1$;
- в) при $\alpha<1$;

6. При сжигании мазута в дымовых газах котлов нормируется:

- а) NO_x ;
- б) NO_x, SO_2, V_2O_5 ;
- в) SO_2, NO_x , зола;

7. Теплота сгорания условного топлива составляет:

- а) 8500 ккал/кг;
- б) 7000 ккал/кг;
- в) 9000 ккал/кг;
- г) 6000 ккал/кг;

8. Механическая топка – это:

- а) Топка с ПМЗ-РПК;
- б) Топка с цепной решеткой и ПМЗ;
- в) Шахтная топка с наклонными неподвижными колосниками.

9. При сжигании газообразного топлива в дымовых газах котлов нормируется:

- а) NO_x ;

- б) SO_x, NO_x ;
- в) SO_x, NO_x V2O5.

10. Недостатки аммоний-катионитного способа умягчения воды для паровых котлов:

- а) Повышенная щелочность;
- б) Повышенная щелочность и наличие аммиака в паре;
- в) Повышенная кислотность

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить потери тепла с продувочной водой (непрерывная продувка) для котельной с тремя паровыми котлами, работающими на газообразном топливе. Выработка котлов соответственно составляет $Q_1=5000$ Гкал, $Q_2=7000$ Гкал, $Q_3=8000$ Гкал.
 - а) 210 Гкал
 - б) 100 Гкал
 - в) 20 Гкал
 - г) 50 Гкал
2. Определить расход тепловой энергии на обдувку поверхностей нагрева котла, работающего на мазуте. Средняя производительность котла 10 т/ч, продолжительность работы 6000 ч, энтальпия пара используемого для обдува и питательной воды соответственно 650 ккал/кг и 100 ккал/кг.
 - а) 250 Гкал
 - б) 10 Гкал
 - в) 65 Гкал
 - г) 12,5 Гкал
3. Определить расход тепловой энергии на технологические нужды ХВО одноступенчатой схемы На – катионирования, при наличии охладителя выпара и отсутствии бака взрыхления. Удельный расход воды на собственные нужды ХВО $K_{хсо}=0,04$, средний расход воды на ХВО в расчетном периоде $G_{хсо}=50$ т/ч, температуры исходной воды и после системы ХВО соответственно равны $t''=70^\circ\text{C}$, $t'=5^\circ\text{C}$. Продолжительность работы системы $\tau_{хсо}=5000$ ч.
 - а) 1200 Гкал
 - б) 12 Гкал
 - в) 780 Гкал
 - г) 885 Гкал
4. Определить расход тепловой энергии на хозяйственно-бытовые нужды котельной при следующих исходных данных: норма расхода воды на одну душевую сетку $\alpha_d=0,27$ м³/сут; норма расхода воды на одного человека в смену $\alpha=0,024$ м³/сут/чел; количество душевых сеток $N_d=3$; численность работающих человек в сутки $M=5$; продолжительность расчетного периода $T_d=350$ сут; температуры горячей и исходной воды соответственно $t_r=60^\circ\text{C}$, $t_x=7^\circ\text{C}$.
 - а) 25,3 Гкал
 - б) 18 Гкал
 - в) 17,25 Гкал
 - г) 16 Гкал
5. Определить расход тепловой энергии на растопку двух котлов из холодного состояния. Часовая выработка котлов составляет $Q_1=3$ Гкал/ч, $Q_2=5$ Гкал/ч, количество растопок котлов в отопительном периоде $N_1^{on}=2$, $N_2^{on}=3$, в неотопительном периоде $N_1^{on}=1$, $N_2^{on}=4$.
 - а) 28 Гкал
 - б) 15 Гкал
 - в) 30 Гкал
 - г) 121 Гкал
6. Определить потерю тепловой энергии цилиндрическим баком, установленным в котельной. Норма плотности теплового потока $q_b=50$ Вт/м², диаметр бака 2 м, высота бака 3 м, температура горячей воды $t_r=80^\circ\text{C}$, средняя температура наружного воздуха $t_{нсп}=-5^\circ\text{C}$, продолжительность работы бака $\tau=200$ сут.
 - а) 3 Гкал
 - б) 5,1 Гкал
 - в) 7,2 Гкал
 - г) 6 Гкал

7. Определить расход тепла на отопление рабочей зоны котельной с постоянным обслуживающим персоналом, работающей на жидком топливе. Объем рабочей зоны составляет $V_{p,z}=1000 \text{ м}^3$, удельная отопительная характеристика при $t_{p,o}=-30 \text{ }^\circ\text{C}$ составляет $q_o = 0,1 \text{ ккал/м}^3/\text{ч}/^\circ\text{C}$, расчетная температура для проектирования отопления $t_{p,o}=-40 \text{ }^\circ\text{C}$, поправочный коэффициент на температуру наружного воздуха $\alpha=0,9$. Число суток работы системы отопления $n=200$ сут.
 - а) 15,36 Гкал
 - б) 23,76 Гкал
 - в) 16,3 Гкал
 - г) 29,48 Гкал
8. Определить значение самотяги дымовой трубы если ее высота 25м, плотность воздуха составляет $\rho_a=1,368 \text{ кг/м}^3$, а температура уходящих газов $t_{гх}=180^\circ\text{C}$.
 - а) 14,2Па
 - б) 153,6 Па
 - в) 178,6 Па
 - г) 140,4 Па
9. Определить значение самотяги дымовой трубы если ее высота 20м, плотность уходящих дымовых газов $\rho_g=0,81 \text{ кг/м}^3$, а температура воздуха $t_a=-25^\circ\text{C}$.
 - а) 253,6 Па
 - б) 11,8 Па
 - в) 120,3 Па
 - г) 110,2 Па
10. Определить общее сопротивление газового тракта ТГУ, выполненного из стали. Длина газохода $L=5\text{м}$, высота трубы $H=20\text{м}$, диаметр газохода и трубы одинаков и равен $d=0,4 \text{ м}$, плотность уходящих дымовых газов $\rho_g=0,8 \text{ кг/м}^3$, скорость газов $w=8\text{м/с}$. Коэффициент местных сопротивлений входа в трубу и выхода из нее соответственно равны $\zeta_{вх}=0,45$, $\zeta_{вых}=1$.
 - а) 69,12 Па
 - б) 75,23 Па
 - в) 152,8 Па
 - г) 52,2 Па

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Вопросы для подготовки к зачету (8 семестр/5 курс летняя сессия)

1. Общая характеристика ТГУ. Виды ТГУ.
2. Тепловые схемы котельных. Общая характеристика.
3. Тепловые схемы котельных с паровыми котлами (производственные котельные).
4. Тепловые схемы котельных с водогрейными котлами (отопительные котельные).
5. Тепловые схемы производственно - отопительных котельных.
6. Основы расчета тепловых схем котельных с паровыми котлами.
7. Основы расчета тепловых схем отопительных котельных.
8. Основы расчета тепловых схем производственно-отопительных котельных.
9. Как определить количество используемой воды в котле, паровой и водогрейной котельной.
10. Физико-химические свойства исходной воды.
11. Нормы качества питательной, котловой, подпиточной воды, конденсата и пара.
12. Удаление грубодисперсных примесей из воды. Конструкция механических фильтров.
13. Докотловая обработка воды. Катионирование.
14. Конструкция катионитовых фильтров.
15. Сущность Na-катионирования.
16. Сущность H-катионирования.
17. Сущность NH_4 - катионирования.
18. Выбор схемы водоподготовки.
19. Основы расчета схем водоподготовки.
20. Регенерация фильтров.
21. Химическая внутрикотловая обработка воды
22. Деаэрационно-питательная установка, характеристика оборудования.
23. Указать и обосновать место установки питательного насоса в котельной.
24. Конструкция деаэратора атмосферного типа. Описать работу термического деаэратора

атмосферного типа.

25. Конструкция вакуумного деаэрата. Описать работу термического вакуумного деаэрата.
26. Золошлакоудаление, конструкция устройств, схем золошлакоудаления.
27. Способы золоулавливания, конструкция устройств.
28. Мокрые способы улавливания золы в скрубберах.
29. Устройство и принцип действия электрофильтров. Преимущества и недостатки.
30. Топливное хозяйство котельных на твердом топливе.
31. Привести классификацию топливных складов
32. Устройство и принцип работы батарейных циклонов.
33. Топливное хозяйство котельных на жидком (мазуте) топливе.
34. Топливное хозяйство котельных на газообразном топливе.
35. Назвать основные принципы выбора дымососа.
36. Основы аэродинамического расчета воздушного тракта котельного агрегата.
37. Назначение, типы и конструкция дымовых труб.
38. Обосновать выбор высоты дымовой трубы при условии, что котельная на газообразном топливе располагается в районе застройки с 16-этажными жилыми домами.
39. Размещение котельной и компоновка оборудования.
40. Описать порядок пуска котельного агрегата на газообразном топливе
41. Техничко-экономические показатели котельной.
42. Выбор высоты дымовой трубы.
43. Перечислить основные вредности, выбрасываемые через дымовую трубу тепловой станции в атмосферу, обосновать их рассеивание в окружающей среде.
44. Понятие себестоимости тепловой энергии и основных ее составляющих.
45. Указать места установки взрывных клапанов по тракту движения газов в котлоагрегате, объяснить их конструкцию и назначение
46. Основы аэродинамического расчета газового тракта котельного агрегата.
47. Способы регулирования производительности дымососов.
48. Обосновать размещение дутьевого вентилятора и воздухопроводов в котельной закрытого типа.
49. Тягодутьевые устройства, общая характеристика
50. Дутьевые вентиляторы, конструкция и компоновка с ТГУ

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по вопросам.

Зачтено ставится в случае, если студент демонстрирует полное или частичное понимание заданий. Все требования или большинство из них, предъявляемые к выполнению курсовой работы и тестов выполнены.

Не зачтено ставится в случае, если студент демонстрирует непонимание заданий. У студента нет ответа. Многие требования, предъявляемые к выполнению курсовой работы и тестов не выполнены.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------------------	----------------------------------

1	Топливо-энергетические ресурсы	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
2	Паровые и водогрейные котлы	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
3	Тепловой расчет котлоагрегатов	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
4	Компоновка и топливное хозяйство ТГУ	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
5	Водное хозяйство теплогенерирующих установок	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
6	Тепловые схемы теплогенерирующих установок	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
7	Тягодутьевые устройства	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе
8	Мини-ТЭЦ	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, контрольная работа, требования к курсовой работе

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Теплогенерирующие установки [Текст] : учебник / Делягин, Геннадий Николаевич [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Бастет, 2010 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2010). - 622, [1] с. - Библиогр.: с. 619-620. - ISBN 978-5-903178-17-9 : 684-10. -25 экз.
2. Теплогенерирующие установки [Текст] : методические указания по применению ЕСКД

и СПДС в курсовом и дипломном проектировании теплогенерирующих установок для студентов специальности 270109 "Теплогазоснабжение и вентиляция" / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. : А. Т. Курносов, Д. Н. Китаев. - Воронеж : [б. и.], 2013 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2013). - 21 с.-25 экз.

Дополнительная литература

1. Теплотехника [Текст] : учебник / под ред. А. П. Баскакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Бастет, 2010 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2010). - 324, [1] с., [1] л. диагр. : ил. - ISBN 978-5-903178-19-3 : 492-00. – 25 экз.
2. Боровков, Валерий Михайлович. Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей [Текст] : учебник / Боровков, Валерий Михайлович, Калютник, Александр Антонович, Сергеев, Виталий Владимирович. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2012 (Можайск : ОАО "Можайский полиграф. комбинат", 2012). - 198, [1] с. - (Среднее профессиональное образование. Энергетика). - ISBN 978-5-7695-9036-8 :553-00. 25 экз.
3. Примеры и задачи по тепломассообмену [Текст] : учеб. пособие : рек. УМО. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011 (Архангельск : ОАО "ИПП "Правда Севера", 2011). - 254 с. - Библиогр.: с. 251-254. - ISBN 978-5-8114-1132-0 : 449-90.-25экз.

Нормативные документы

1. СП 89.13330.2012 "Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76" Утвержден Приказом Минрегиона России от 30.06.2012 N 281
2. СП 90.13330.2012 «Электростанции тепловые. Актуализированная редакция СНиП II-58-75» Утвержден Приказом Минрегиона России от 30 июня 2012 г. №282

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Китаев Д.Н. Курносов А.Т. Расчет характеристик продуктов сгорания топлива ТГУ (программа). Отраслевой фонд алгоритмов и программ 31 октября 2007г. № гос. рег. 50200702253. Москва
2. www.rosteplo.ru
3. www.kotelinform.ru
4. www.okotlah.ru
5. www.teplosnabj.ru

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий.

Лекционные и практические занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, с использованием интерактивных досок, проекционного и мультимедийного оборудования.

В самостоятельной и аудиторной работе студентами активно используются единая информационная база (новая литература, периодика, электронные образовательные ресурсы, электронные учебники, справочники, цифровые образовательные ресурсы):

- образцы оборудования и материалов, используемых в ТГУ (ауд. 15);
- IBM PC - совместимые компьютеры (ауд. 7);
- мультимедийное оборудование

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета материального баланса котла и составлять его тепловой баланс, по выданному заданию производить выбор и расчет топочного устройства для котла, производить полный поверочный расчет котла, уметь разрабатывать схемы выбранной низкотемпературной поверхности нагрева и производить ее конструкторский расчет, выполнять итоговый баланс котлоагрегата. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, зачетом три дня эффективнее всего использовать для

	повторения и систематизации материала.
--	--