

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.3 Термодинамические основы ресурсосбережения**

**Направление подготовки** 18.04.02 (241000.68) Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

**Квалификация выпускника** магистр

**Профиль (направленность)** Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов

**Форма обучения** очная  
(очная, очно-заочная и др.)

**Выпускающая кафедра** Химическая технология и промышленная экология

**Кафедра-разработчик рабочей программы** Химическая технология и промышленная экология

Семестр	Трудоем- кость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., час. / зачет)
1	180	14	56		65	Экзамен, 45
<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>14</b>	<b>56</b>		<b>65</b>	<b>Экзамен, 45</b>

Самара  
2014 год

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС ВО, приказом Минобрнауки России от 19 декабря 2013 года № 1367 «Об утверждении порядка организации осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» и учебным планом СамГТУ.

Составитель рабочей программы  
К.х.н., доцент, доцент  
(должность, ученое звание, степень)



(подпись)

А.Ю. Чуркина  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Химическая технология и промышленная экология»; протокол № 5 от 19.12.2014 года  
(наименование кафедры-разработчика, дата и номер протокола)

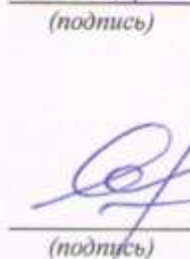
Зав. кафедрой-разработчиком  
« 19 » 12 2014 года



(подпись)

А.В. Васильев  
(Ф.И.О.)

Эксперт методической комиссии по УГНП  
« 12 » 01 2015 года



(подпись)

В.Д. Измайлов  
(Ф.И.О.)

Председатель методического совета НТФ  
« 04 » 02 2015 года



(подпись)

А.Ю. Чуркина  
(Ф.И.О.)

Декан НТФ  
« 19 » 02 2015 года



(подпись)

В.К. Тян  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедры  
« 19 » 12 2014 года



(подпись)

А.В. Васильев  
(Ф.И.О.)

Начальник УВО  
« 02 » 03 2015 года



(подпись)

А.Н. Лукьянова  
(Ф.И.О.)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
3. Структура и содержание дисциплины.....	6
3.1. Структура дисциплины.....	6
3.2. Содержание дисциплины.....	7
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
5. Образовательные технологии.....	11
6. Формы контроля освоения дисциплины.....	12
6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины.....	12
6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	12
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	14
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	14
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	15
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	15
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины.....	16
Приложение 1. Аннотация рабочей программы.....	17
Приложение 2. Методические указания к самостоятельной работе обучающихся.....	18
Приложение 3. Фонд оценочных средств дисциплины.....	24
Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	48

# 1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты освоения ОПОП магистратуры определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личностные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины «Термодинамические основы ресурсосбережения» обучаемый должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-4: готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез;

ПК-1: способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.

Планируемые результаты обучения представлены в табл. 1.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица 1

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	Знать: Уметь: Владеть:
ОПК-4	готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	<b>Знать:</b> принципы и методы термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем, методы термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения; <b>Уметь:</b> использовать методы термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем и термодинамической оптимизации работы энерготехнологических процессов и систем; <b>Владеть:</b> навыками применения методов термодинамического анализа и термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем
ПК-1	способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	<b>Знать:</b> теоретические основы термодинамики, методики инженерных расчетов теплоиспользующих аппаратов, принципы интенсификации технологических процессов и использования оборудования при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду; <b>Уметь:</b> применять методы вычислительной математики для решения конкретных задач расчета и оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения; <b>Владеть:</b> навыками решения конкретных задач расчета и оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Термодинамические основы ресурсосбережения» относится к вариативной части блока 1 учебного плана.

Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профессиональные компетенции, заявленные в разделе 1, приведены в табл. 2.

Перечень предшествующих и последующих дисциплин

Таблица 2

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>			
1	<b>ОПК-4:</b> готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	Предшествующие дисциплины отсутствуют	Дополнительные главы математики. Теория системного анализа и принятия решений; методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; моделирование технологических и природных систем; проектирование и эксплуатация оборудования очистки газовых выбросов; проектирование и эксплуатация оборудования очистки сточных вод; использование профессиональных программных продуктов; методы и средства обработки экологической информации; логистика по обращению с отходами; основы рециклинга; научно-исследовательская работа
<i>Профессиональные компетенции</i>			
1	<b>ПК-1:</b> способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	Предшествующие дисциплины отсутствуют	Ресурсосбережение и защита окружающей среды в нефтедобыче, нефтепереработке, нефтехимии и энергетике; ресурсосбережение и защита окружающей среды в металлургии, машиностроении и стройиндустрии; рекультивация карьеров отходами; обработка и утилизация осадков сточных вод; логистика по обращению с отходами; основы рециклинга; научно-исследовательская работа

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единиц (ЗЕТ), 180 академических часов.

Общие сведения о структуре дисциплины представлены в таблице 3.

#### Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 3

Вид учебной работы	Аудиторная работа, часов	Внеаудиторная работа, часов	Семестр
			1
<b>Контактная работа</b>	<b>70</b>	<b>5*</b>	<b>75</b>
В том числе:			
Лекции	14		14
Практические занятия (ПЗ)	56		56
<b>Самостоятельная работа</b>		<b>60</b>	<b>60</b>
В том числе:			
Подготовка к практическим занятиям		36	36
Курсовая работа		24	24
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет; экзамен, час.)</b>		<b>45</b>	<b>экзамен 45</b>
<b>ИТОГО:</b>	<b>70</b>	<b>110</b>	<b>180</b>
<b>час. зач. ед.</b>	<b>1,94</b>	<b>3,06</b>	<b>5,0</b>

\* **Примечание:** внеаудиторная контактная работа (КСР) – 5 часов (консультации по курсовой работе)

#### Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 4

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Теоретические основы термодинамики. Теплопередача	4	16	—	21	41
2	Термодинамический анализ энерготехнологических процессов	6	28	—	22	56
3	Термодинамическая оптимизация энерготехнологических процессов и систем	4	12	—	22	38
<b>ИТОГО</b>		<b>14</b>	<b>56</b>	<b>—</b>	<b>65</b>	<b>135</b>

### 3.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Лекционный курс

Таблица 5

Номер лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1	<p><b>Тема 1.1. Основные понятия термодинамики.</b>                      Понятие энергии, теплоты, работы. Термодинамическая система, ее составляющие. Виды термодинамических систем. Равновесное и неравновесное состояние термодинамической системы. Термодинамический процесс, виды термодинамических процессов. Понятие обратимого и необратимого процесса, признаки обратимости, причины необратимости.</p> <p><b>Тема 1.2. Термодинамические параметры состояния.</b>                      Термические параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния идеального газа. Калорические параметры состояния термодинамической системы.</p>	2
2	1	<p><b>Тема 1.3. Законы термодинамики.</b>                      I и II законы термодинамики: формулировки, математические выражения. Термодинамические потенциалы. Принцип Ле-Шателье-Брауна.</p> <p><b>Тема 1.4. Эксергия.</b>                      Понятие эксергии и анергии. Уравнение Гюи-Стодолы. Причины потери эксергии в термодинамических процессах (внешняя и внутренняя необратимость).</p>	2
3	2	<p><b>Тема 2.1. Эксергетический метод термодинамического анализа.</b>                      Метод КПД, его недостатки. Основы эксергетического метода анализа эффективности преобразования энергии. Степень термодинамического совершенства технических процессов. Эксергия массы, потока вещества, теплоты, концентрационная, реакционная, химическая эксергия. Понятия реакции девальвации и вещества отчета. Изменение эксергии при физических и химических процессах.</p>	2
4	2	<p><b>Тема 2.1. Продолжение.</b>                      Сравнительный анализ альтернативных методик расчета эксергии. Эксергетический баланс и эксергетический КПД. Диаграммы Грасмана. Взаимосвязь потерь эксергии.</p>	2
5	2	<p><b>Тема 2.2. Основы информационно-термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем.</b>                      Понятие информации. Всеобщность фактора энтропии. Функция Шеннона. Основные положения и этапы информационно-термодинамического анализа отдельных аппаратов и сложных систем. Информационные критерии совершенства процесса (системы).</p>	2
6	3	<p><b>Тема 3.1. Общая методология решения задач энерго- и ресурсосбережения.</b>                      Основные положения энерго- и ресурсосбережения. Структурный анализ и декомпозиция сложных энерготехнологических систем. Термодинамическая оптимизация. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация. Способы уменьшения необратимости в энерготехнологических процессах.</p>	2
7	3	<p><b>Тема 3.2. Оптимизация использования теплоты в сложных энерготехнологических схемах.</b>                      Метод Линхофа. «Pinch»-метод. Минимизация затрат тепловой энергии. Водный «pinch»-метод.</p>	2
<b>ИТОГО</b>			<b>14</b>

## Практические занятия

Таблица 6

Номер занятия	Номер раздела	Тема практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов*
1	1	<b><u>Термодинамические параметры состояния.</u></b> Термические параметры состояния: абсолютная температура, абсолютное давление, удельный объем. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Удельная газовая постоянная. Аддитивные свойства смеси газов. Калорические параметры состояния: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, расчет их изменения в произвольном термодинамическом процессе. Изобарная и изохорная теплоемкость. Уравнение Майера, показатель адиабаты. Молярная теплоемкость идеальных газов разной атомности.	4
2	1	<b><u>Термодинамические процессы с идеальным газом.</u></b> Определение изменений калорических параметров состояния в определенном термодинамическом процессе (изобарном, изохорном, изотермическом, адиабатическом, политропном), расчет их энергетических характеристик (теплоты и работы). Изображение термодинамических процессов на диаграммах P-υ и T-s.	4
3	1	<b><u>Водяной пар и его свойства.</u></b> Свойства насыщенного и перегретого водяного пара. Правила работы с таблицами теплофизических свойств воды и водяного пара, h-s диаграммой водяного пара, программой PARVO95. Определение параметров состояния двухфазной системы «водяной пар – вода».	2
		<b><u>Энергетические балансы. Теплопередача.</u></b> Тепловой баланс теплоиспользующего оборудования. Особенности расчета при фазовых переходах одного или нескольких компонентов, при протекании химических реакций, процессов растворения, смешения. Основное уравнение теплопередачи, его использование для инженерных расчетов.	2
4	1	<b><u>Расчет процесса горения и определение основных параметров дымовых газов.</u></b> Удельная теплота сгорания топлива. Расчет состава продуктов сгорания. Теоретическое количество воздуха, подаваемого на горение. Расход топлива. Максимальная температура в зоне горения.	2
		<b><u>Теплоиспользующее оборудование для утилизации вторичных энергетических ресурсов.</u></b> Понятие вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Классификация ВЭР. Основные направления использования ВЭР. Способы утилизации теплоты. Характеристика и область применения оборудования использования ВЭР: котлов-утилизаторов, воздухоподогревателей, контактных и контактно-поверхностных утилизаторов, реакторов каталитического дожигания, тепловых труб, аппаратов мгновенного вскипания, теплообменников с промежуточным теплоносителем. Технологические схемы глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания.	2
5	2	<b><u>Эксергетический метод термодинамического анализа.</u></b> Расчет эксергии массы. Расчет термической эксергии. Определение изменения эксергии при теплообмене. Эксергетический анализ работы теплообменных аппаратов.	4
6	2	<b><u>Эксергетический метод термодинамического анализа (продолжение).</u></b> Расчет реакционной эксергии по методике Я. Шаргута. Понятия реакции девальвации и вещества отсчета.	4



7	2	<b><u>Эксергетический метод термодинамического анализа (продолжение).</u></b> Расчет концентрационной эксергии. Изменение эксергии при протекании химических процессов и процессов, связанных с изменением концентрации (смешение, разделение смесей).	4
8	2	<b><u>Эксергетический метод термодинамического анализа (продолжение).</u></b> Эксергетический анализ работы массообменных и теплообменных аппаратов.	4
9	2	<b><u>Эксергетический метод термодинамического анализа (продолжение).</u></b> Эксергетический анализ процесса производства аммиака (химическое превращение).	4
10	2	<b><u>Эксергетический метод термодинамического анализа (продолжение).</u></b> Эксергетический анализ энерготехнологических процессов производства аммиака.	4
11	2	<b><u>Основы информационно-термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем.</u></b> Алгоритмы проведения информационно-термодинамического анализа для систем разной сложности. Расчет энтропии информации, информационного критерия совершенства системы.	4
12	3	<b><u>Методы решения задач энерго- и ресурсосбережения.</u></b> Структурный анализ и декомпозиция сложных энерготехнологических систем. Термодинамическая оптимизация. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация. Способы уменьшения необратимости в энерготехнологических процессах.	4
13	3	<b><u>Повышение эффективности использования теплоты отходящих из технологической печи дымовых газов.</u></b> Расчет системы глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания. Эксергетический КПД печи. Эксергетический КПД системы утилизации теплоты продуктов сгорания.	4
14	3	<b><u>Оптимизация использования теплоты в сложных энерготехнологических схемах.</u></b> Метод Линхофа. «Pinch»-метод. Минимизация затрат тепловой энергии. Водный «pinch»-метод.	4
<b>ИТОГО</b>			<b>56</b>

\* **Примечание:** расписанием необходимо предусмотреть практические занятия длительностью 4 часа

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

**Самостоятельная работа студента**

Таблица 7

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	<b>Подготовка к практическому занятию № 1.</b> Термические параметры состояния: абсолютная температура, абсолютное давление, удельный объем. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Удельная газовая постоянная. Аддитивные свойства смеси газов. Калорические параметры состояния: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, расчет их изменения в произвольном термодинамическом процессе. Изобарная и изохорная теплоемкость. Уравнение Майера, показатель адиабаты. Молярная теплоемкость идеальных газов разной атомности.	1
	1.2	<b>Подготовка к практическому занятию № 2.</b> Определение изменений калорических параметров состояния в определенном термодинамическом процессе (изобарном, изохорном, изотермическом, адиабатическом, политропном), расчет их энергетических характеристик (теплоты и работы). Изображение термодинамических процессов на диаграммах P-υ и T-s.	1
	1.3	<b>Подготовка к практическому занятию № 3.</b> Тепловой баланс теплоиспользующего оборудования. Основное уравнение теплопередачи, его использование для инженерных расчетов.	1
	1.4	<b>Подготовка к практическому занятию № 4.</b> Удельная теплота сгорания топлива. Состав топлива. Расчет состава продуктов сгорания. Теоретическое количество воздуха, подаваемого на горение. Расход топлива. Максимальная температура в зоне горения.	1
	1.5	<b>Подготовка к практическому занятию № 4.</b> Понятие вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Классификация ВЭР. Основные направления использования ВЭР. Способы утилизации теплоты. Характеристика и область применения оборудования использования ВЭР: котлов-утилизаторов, воздухоподогревателей, контактных и контактно-поверхностных утилизаторов, реакторов каталитического дожига, тепловых труб, аппаратов мгновенного вскипания, теплообменников с промежуточным теплоносителем. Технологические схемы глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания.	3
	1.4	<b>Курсовая работа.</b> Расчет процесса горения. Тепловой баланс трубчатой печи. Расход топлива. Максимальная температура в зоне горения. Тепловой баланс теплоутилизационного оборудования	12
	1.5	<b>КСР (консультации по курсовой работе)</b>	2
<b>Итого</b>			<b>21</b>
2	2.1	<b>Подготовка к практическим занятиям № 5-10.</b> Понятие эксергии и анергии. Уравнение Гюи-Стодолы. Причины потери эксергии в термодинамических процессах (внешняя и внутренняя необратимость). Эксергия массы, потока вещества, теплоты, концентрационная, реакционная, химическая эксергия. Понятия реакции девальвации и вещества отсчета. Изменение эксергии при физических и химических процессах.	11
	2.2	<b>Подготовка к практическому занятию № 11.</b> Алгоритмы проведения информационно-термодинамического анализа для систем разной сложности. Расчет энтропии информации, информационного критерия совершенства системы.	4
	2.3	<b>Курсовая работа.</b> Эксергетический анализ работы трубчатой печи.	6

	2.4	<b>КСР (консультации по курсовой работе)</b>	1
		<b>Итого</b>	<b>22</b>
3	3.1	<b>Подготовка к практическому занятию № 12.</b> Структурный анализ и декомпозиция сложных энерготехнологических систем. Термодинамическая оптимизация. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация. Способы уменьшения необратимости в энерготехнологических процессах.	4
	3.2	<b>Подготовка к практическому занятию № 13.</b> Технологическая схема системы глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания. Эксергия топлива. Эксергия теплоты. Эксергетический КПД теплообменного оборудования.	4
	3.3	<b>Подготовка к практическому занятию № 14.</b> Метод Линхофа. «Pinch»-метод. Минимизация затрат тепловой энергии. Водный «pinch»-метод.	6
	3.4	<b>Курсовая работа.</b> Повышение эффективности использования теплоты отходящих из печи дымовых газов	6
	3.5	<b>КСР (консультации по курсовой работе)</b>	2
		<b>Итого</b>	<b>22</b>
		<b>ВСЕГО ЧАСОВ</b>	<b>65</b>

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **Форма представления исходного материала для выполнения курсовой работы**

Тематика курсовой работы: «Эксергетический анализ системы утилизации теплоты отходящих дымовых газов».

Студентам выдается индивидуальное задание на курсовую работу. В задании варьируется производительность технологической печи, условия процесса горения, температурный режим работы оборудования.

Методические указания в т.ч. для самостоятельной работы обучающихся и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приводятся в Приложении 2 и Приложении 3 к рабочей программе.

#### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В учебном процессе применяются пассивные (лекции) и активные (практические занятия) образовательные технологии. Использование интерактивных образовательных технологий учебным планом по данной дисциплине не предусмотрено.

## **6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине, в форме оценки работы на практических занятиях.

### **6.2. СОСТАВ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы) и защиты курсовой работы.

#### **6.2.1. Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Основные понятия термодинамики. Понятие энергии, теплоты, работы.
2. Термодинамическая система, ее составляющие. Виды термодинамических систем.
3. Равновесное и неравновесное состояние термодинамической системы.
4. Термодинамический процесс, виды термодинамических процессов.
5. Понятие обратимого и необратимого процесса, признаки обратимости, причины необратимости.
6. Термодинамические параметры состояния. Термические параметры состояния термодинамической системы.
7. Уравнение состояния идеального газа.
8. Калорические параметры состояния термодинамической системы.
9. I закон термодинамики: формулировки, математические выражения.
10. II закон термодинамики: формулировки, математические выражения.
11. Термодинамические потенциалы.
12. Принцип Ле-Шателье-Брауна.
13. Понятие эксергии и анергии.
14. Уравнение Гюи-Стодолы.
15. Причины потери эксергии в термодинамических процессах (внешняя и внутренняя необратимость).
16. Эксергетический метод термодинамического анализа. Метод КПД, его недостатки.
17. Основы эксергетического метода анализа эффективности преобразования энергии.
18. Степень термодинамического совершенства технических процессов.
19. Эксергия массы.
20. Эксергия потока вещества.
21. Эксергия теплоты (термическая эксергия).
22. Концентрационная эксергия
23. Реакционная и химическая эксергия. Понятия реакции девальвации и вещества отсчета.
24. Изменение эксергии при физических и химических процессах.
25. Сравнительный анализ альтернативных методик расчета эксергии.
26. Эксергетический баланс и эксергетический КПД. Диаграммы Грассмана.
27. Взаимосвязь потерь эксергии.
28. Основы информационно-термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем. Понятие информации.
29. Всеобщность фактора энтропии
30. Функция Шеннона.

31. Основные положения и этапы информационно-термодинамического анализа отдельных аппаратов и сложных систем.
32. Информационные критерии совершенства процесса (системы).
33. Общая методология решения задач энерго- и ресурсосбережения. Основные положения энерго- и ресурсосбережения.
34. Структурный анализ и декомпозиция сложных энерготехнологических систем.
35. Термодинамическая оптимизация.
36. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация.
37. Способы уменьшения необратимости в энерготехнологических процессах.
38. Оптимизация использования теплоты в сложных энерготехнологических схемах. Метод Линхофа.
39. «Pinch»-метод. Минимизация затрат тепловой энергии.
40. Водный «pinch»-метод.

### **6.2.2. Состав выполнения разделов курсовой работы**

Курсовая работа связана с изучением научной, учебной, нормативной и другой литературы и с выполнением необходимых расчетов.

Тематика курсовой работы – «Эксергетический анализ системы утилизации теплоты отходящих дымовых газов» – определяется общей направленностью подготовки магистра. Обязательным элементом курсовой работы является расчетно-пояснительная записка. Расчетно-пояснительная записка включает такие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- обсуждение полученных результатов;
- заключение (выводы);
- список использованной литературы и нормативных источников.

Графическая часть курсовой работы включает в себя эскизы оборудования, диаграммы, принципиальные схемы.

Задание на курсовую работу выдается преподавателем, ведущим данную дисциплину.

Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения промежуточной аттестации, а также методические указания для проведения промежуточной аттестации приводятся в Приложении 4 к рабочей программе.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная литература

Таблица 8

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1	Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача. М.: Юрайт. – 2011. – 560 с.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	300
2	Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. М.: Машиностроение. – 2011. - 373 с.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	50

#### Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1	Бухаркин Е.Н., Ладыгичев М.Г. Энергосберегающие технологии для теплогазоснабжающих систем. М.: Теплотехника. – 2011.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	10
2	Харитонов В.В., Голубев В.А., Овчинников В.М., Лиходиевский В.Л. Вторичные теплоэнергоресурсы и охрана окружающей среды. – Минск: Высш. шк.- 1988.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	3
3	Григоров В.Г., Нейман В.К., Чураков С.Д. и др. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях. – М.: Химия. – 1987.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	14
4	Хараз Д.И., Псахис Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах. – М.: Химия. – 1988.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	16
5	Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. – М.: Энергоатомиздат. – 1988.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	22
6	Бэр Г. Техническая термодинамика. – М.: Мир.-1977.	Электронный каталог НТБ СамГТУ	5

#### Периодические издания

1. Журнал «Экология и промышленность России»
2. Журнал «Экология производства»
3. Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки».
4. Журнал «Газовая промышленность».
5. Журнал «Холодильная техника».
6. Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение».

## 7.2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. <http://www.scopus.com> – Поисковая система SciVerse (издательство «ELSEVIER»).
2. <http://www.sciencedirect.com> – Полнотекстовая база данных издательства «ELSEVIER» FREEDOM COLLECTION на платформе Science Direct;
3. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
4. <http://n-t.ru> – Электронная библиотека «Наука и техника».
5. <http://www.tehлит.ru> – Электронная библиотека Тех.Лит.ру.
6. <http://www.chem.msu.ru> – Химическая информационная сеть «Наука. Образование. Технология».
7. <http://ru.wikipedia.org> – Электронная свободная энциклопедия.
8. <http://www.articleinweb.ru/>...processy...apparaty...tehnologii.html> – Процессы и аппараты химической технологии. Статьи. Обзоры
9. <http://www.edu.ru> – Каталог образовательных интернет-ресурсов.
10. <http://rsl.ru> – Полнотекстовые ресурсы библиотеки диссертаций РГБ;
11. <http://www2.viniti.ru> – Базы данных ВИНИТИ;
12. <http://www.nature.com> – Полнотекстовые ресурсы издательской группы «NATURE PG»;
13. <http://www.sevin.ru/fundecology> – Научно-образовательный портал «Фундаментальная экология»;
14. <http://studentum.net> – Электронная библиотека учебников;
15. <http://htpe.samgtu.ru> – сайт кафедры «Химическая технология и промышленная экология» ФГБОУ ВПО «СамГТУ».

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук, интерактивная доска);

### 2. Практические занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук, интерактивная доска);
- компьютерный класс на 10 посадочных мест;
- пакеты ПО общего назначения;
- наличие справочников и литературы по термодинамическим расчетам.

### 3. Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- ресурсы НТБ СамГТУ;
- ресурсы ИВЦ СамГТУ.

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

УТВЕРЖДАЮ  
Декан НТФ

\_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии факультета " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г."

Эксперты методической комиссии по УГНП

\_\_\_\_\_  
*шифр наименование личная подпись расшифровка подписи дата*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_  
*наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата*

Декан

\_\_\_\_\_  
*наименование факультета, где производится обучение, личная подпись расшифровка подписи дата*

Начальник УВО

\_\_\_\_\_  
*личная подпись расшифровка подписи дата*



### Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Термодинамические основы ресурсосбережения» относится к вариативной части блока 1 дисциплин учебного плана подготовки магистров по направлению 18.04.02 (241000.68) «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Дисциплина реализуется на нефтетехнологическом факультете ФГОУ ВПО «СамГТУ» кафедрой «Химическая технология и промышленная экология».

В результате освоения указанной дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-4: готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез;

ПК-1: способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.

В результате изучения дисциплины студент должен

**знать:** принципы и методы термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем, методы термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения; теоретические основы термодинамики, методики инженерных расчетов теплоиспользующих аппаратов, принципы интенсификации технологических процессов и использования оборудования при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду;

**уметь:** использовать методы термодинамического анализа и термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем; применять методы вычислительной математики для решения конкретных задач расчета и оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения;

**владеть:** навыками применения методов термодинамического анализа и термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем; навыками решения конкретных задач расчета и оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач термодинамического анализа и оптимизации энерготехнологических процессов с целью энерго- и ресурсосбережения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, курсовая работа, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме оценки работы на практических занятиях и промежуточный контроль в форме устного экзамена и защиты курсовой работы.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекции – 14 часов, практические занятия – 56 часов, 60 часов самостоятельной работы студента (из них 24 часа на курсовую работу), контактная самостоятельная работа – 5 часов (консультации по курсовой работе) и 45 часов для подготовки к экзамену.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ»

### Вводная часть

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих учебного процесса, в ходе которого происходит формирование знаний, умений и навыков в учебной, научно-исследовательской, профессиональной деятельности, формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущего магистра.

Учебно-методическое обеспечение создаёт среду актуализации самостоятельной творческой активности студентов, вызывает потребность к самопознанию, самообучению. Таким образом, создаются предпосылки «двойной подготовки» – личностного и профессионального становления.

Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

- комплексный подход организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
- сочетание всех уровней (типов) самостоятельной работы, предусмотренных рабочей программой;
- обеспечение контроля качества усвоения.

Методические материалы по самостоятельной работе студентов содержат целевую установку изучаемых тем, списки основной и дополнительной литературы для изучения всех тем дисциплины, теоретические вопросы и вопросы для самоподготовки, усвоив которые магистрант может выполнять определенные виды деятельности (предлагаемые на практических, семинарских, лабораторных занятиях), методические указания для студентов.

Виды самостоятельной работы:

- *для овладения знаниями* – чтение текста (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа со словарями и справочниками; работа с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;

- *для закрепления и систематизации знаний* – работа с конспектом лекции (обработка текста); аналитическая работа с фактическим материалом (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц и схем для систематизации фактического материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии; тестирование и др.;

- *для формирования умений* – решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; экспериментальная работа; исследовательская и проектная работа.

Особый вид самостоятельной работы – подготовка к экзаменам, зачетам, защитам. Основное его отличие от других видов самостоятельной работы состоит в том, что обучающиеся решают задачу актуализации и систематизации учебного материала, применения приобретенных знаний и умений в качестве структурных элементов компетенций, формирование которых выступает целью и результатом освоения образовательной программы.

## **1. Виды самостоятельной работы по дисциплине**

Целью самостоятельной работы по дисциплине является выполнение магистрантами большой индивидуальной работы, связанной с осмыслением теоретического материала по темам лекций и практических занятий, с умением использовать теоретические знания при решении задач на практических занятиях, при выполнении курсовой работы и т.п.

В образовательном процессе СамГТУ применяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – под руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная – по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

В рамках дисциплины предусмотрено выполнение самостоятельной работы **без участия преподавателей:**

- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение курсовой работы.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется путем устных опросов на практических занятиях. Кроме того, учебным планом и рабочей программой предусмотрена внеаудиторная контактная самостоятельная работа в форме консультаций по курсовой работе, позволяющая также контролировать выполнение данного вида самостоятельной работы.

## **2. Подготовка к практическим занятиям**

### 2.1. Общие сведения

Подготовка к практическим занятиям предполагает проработку теоретического материала по лекциям, учебниками, первоисточниками, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

При изучении нового материала на лекциях, освещаются наиболее важные и сложные вопросы учебной дисциплины, вводится новый фактический материал. Поэтому к каждому практическому занятию студенты готовятся по следующей схеме:

- разобраться с основными положениями соответствующей темы, разобранными на лекциях;
- найти и изучить дополнительный материал по соответствующей теме по учебникам, первоисточникам, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

Работа с дополнительной учебной и научной литературой включает в себя составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работу со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; конспектирование научных статей заданной тематики.

### 2.2. Перечень тем для подготовки к практическим занятиям

#### **Практическое занятие № 1.**

##### **Тема: «Термодинамические параметры состояния»**

1. Термические параметры состояния: абсолютная температура. Шкала Кельвина. Шкала Цельсия.

2. Термические параметры состояния: абсолютное давление. Соотношение между единицами измерения давления. Понятие абсолютного давления, избыточного давления и давления вакуума. Приборы для измерения давления.

3. Термические параметры состояния: удельный объем. Единицы измерения удельного объема в системе СИ. Соотношение удельного объема и плотности. Удельный объем при нормальных условиях. Определение удельного объема при заданных температуре и давлении.

4. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона) для 1 кмоль системы, 1 кг системы, всей системы. Универсальная газовая постоянная. Удельная газовая постоянная. Расчет удельной газовой постоянной.

5. Аддитивные свойства смеси газов. Закон Майера. Закон Дальтона. Понятие молярной и массовой доли компонента в смеси. Расчет кажущейся молярной массы смеси, плотности смеси, удельной газовой постоянной смеси.

6. Калорические параметры состояния: внутренняя энергия. Расчет изменения внутренней энергии в произвольном термодинамическом процессе.

7. Калорические параметры состояния: энтальпия. Расчет изменения энтальпии в произвольном термодинамическом процессе. Удельная теплота фазового перехода.

8. Калорические параметры состояния: энтропия. Расчет изменения энтропии в произвольном термодинамическом процессе, особенности расчета для фазового перехода.

9. Изобарная и изохорная теплоемкость. Уравнение Майера, показатель адиабаты.

10. Молярная теплоемкость идеальных газов разной атомности.

### **Практическое занятие № 2.**

#### **Тема: «Термодинамические процессы с идеальным газом»**

1. Определение изменений калорических параметров состояния, теплоты и работы в изобарном процессе.

2. Определение изменений калорических параметров состояния, теплоты и работы в изохорном процессе.

3. Определение изменений калорических параметров состояния, теплоты и работы в изотермическом процессе.

4. Определение изменений калорических параметров состояния, теплоты и работы в адиабатическом процессе.

5. Определение изменений калорических параметров состояния, теплоты и работы в политропном процессе.

6. Изображение термодинамических процессов на диаграммах P-υ и T-s.

### **Практическое занятие № 3.**

#### **Тема: «Энергетические балансы. Теплопередача»**

1. Тепловой баланс теплоиспользующего оборудования, особенности его составления для процессов без изменения агрегатного состояния и с фазовыми переходами. Понятие средней теплоемкости. Расчет теплоемкости смеси. Удельная теплота фазового перехода.

2. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи, его расчет. Использование основного уравнения теплопередачи для инженерных расчетов.

### **Практическое занятие № 4.**

#### **Тема: «Расчет процесса горения и определение основных параметров дымовых газов»**

1. Удельная теплота сгорания (теплотворная способность) топлив. Высшая и низшая теплота сгорания, способы определения (расчета). Понятие условного топлива, нефтяного эквивалента. Международная калория.

2. Состав топлива, способы представления информации.

3. Состав продуктов сгорания. Основные реакции, протекающие при сгорании топлив различного состава и агрегатного состояния. Влияние температурного режима и количества кислорода в зоне горения на состав дымовых газов. Расчет состава продуктов сгорания.

4. Расчет теоретического количества воздуха, подаваемого на горение.

5. Тепловой баланс топки. КПД топки. Расход топлива.

6. Максимальная температура в зоне горения. Расчет энтальпии дымовых газов.

**Тема: «Теплоиспользующее оборудование для утилизации вторичных энергетических ресурсов»**

1. Понятие вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).
2. Классификация ВЭР. Основные направления использования ВЭР.
3. Способы утилизации теплоты.
4. Устройство, основные особенности работы, достоинства, недостатки, диапазон применения оборудования использования ВЭР: котлов-утилизаторов, воздухоподогревателей, контактных и контактно-поверхностных утилизаторов, реакторов каталитического дожига, тепловых труб, аппаратов мгновенного вскипания, теплообменников с промежуточным теплоносителем.
5. Варианты технологических схем глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания и их описание.

**Практические занятия № 5-10.**

**Тема: «Эксергетический метод термодинамического анализа»**

1. Понятие эксергии и анергии. Дополнительные формулировки 1 и 2 закона термодинамики с использованием понятий эксергии и анергии.
2. Уравнение Гюй-Стодолы.
3. Причины потери эксергии в термодинамических процессах (внешняя и внутренняя необратимость).
4. Эксергия массы. Изменение эксергии массы в термодинамическом процессе.
5. Эксергия потока вещества. Изменение эксергии потока вещества в термодинамическом процессе.
6. Эксергия теплоты. Изменение эксергии теплоты в термодинамическом процессе.
7. Концентрационная эксергия. Изменение концентрационной эксергии в термодинамическом процессе.
8. Реакционная эксергия. Понятия реакции девальвации и вещества отсчета. Изменение реакционной эксергии в термодинамическом процессе.
9. Химическая эксергия. Изменение химической эксергии в термодинамическом процессе.

**Практическое занятие № 11.**

**Тема: «Основы информационно-термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем»**

1. Основные принципы информационно-термодинамического анализа. Алгоритмы проведения информационно-термодинамического анализа для систем разной сложности.
2. Понятие энтропии информации, ее расчет. Определение информационного критерия совершенства системы.

**Практическое занятие № 12.**

**Тема: «Методы решения задач энерго- и ресурсосбережения»**

1. Структурный анализ сложных систем. Декомпозиция сложных систем. Структурный анализ и декомпозиция сложных энерготехнологических систем.
2. Цели, принципы, методы и алгоритмы термодинамической оптимизации.
3. Цели, принципы, методы и алгоритмы эксергетической технико-экономической оптимизации.
4. Внешняя и внутренняя необратимость в термодинамических системах. Способы уменьшения необратимости в энерготехнологических процессах.

### **Практическое занятие № 13.**

#### **Тема: «Повышение эффективности использования теплоты отходящих из технологической печи дымовых газов»**

1. Варианты технологических схем глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания и их описание. Характеристика аппаратов рассмотренных схем.
2. Эксергия топлива, расчетные формулы.
3. Эксергия теплоты, расчетные формулы.
4. Эксергетический КПД теплообменного оборудования, его расчет.

### **Практическое занятие № 14.**

#### **Тема: «Оптимизация использования теплоты в сложных энерготехнологических схемах»**

1. Основные положения метода Линхофа.
2. Основные положения «pinch»-метода.
3. Способы минимизации затрат тепловой энергии.
4. Основные положения водного «pinch»-метода.

Подробный перечень дидактических единиц по рассматриваемым вопросам приведён в разделе 3.2 Рабочей программы. Данные вопросы включены в Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине, приводимый в разделе 6.2 Рабочей программы.

#### **2.3. Требования к представлению и оформлению результатов подготовки к практическим занятиям**

Результатом выполненной самостоятельной работы по подготовке к практическим занятиям по дисциплине является, в первую очередь, конспект (краткое изложение) изученного теоретического материала по темам практических занятий. Особых требований к оформлению конспекта нет, кроме соответствия представленного материала вопросам для подготовки к практическим занятиям.

Одним из видов представления результатов выполнения самостоятельной работы, позволяющей студенту более полно освоить учебный материал, является подготовка сообщений (докладов) по темам практических занятий. Для иллюстрации текста доклада рекомендуется создание презентации. Создание презентации состоит из трех этапов:

- планирование презентации – многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала;
- разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации;
- репетиция презентации – проверка и отладка созданной презентации.

Подготовка доклада и презентации производится по инициативе самого обучающегося.

#### **2.4. Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы**

Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы производится преподавателям непосредственно на практическом занятии в форме устного опроса, который может проходить в форме семинара (конференции).

### 3. Курсовая работа

Тематика курсовой работы по дисциплине: «Эксергетический анализ системы утилизации теплоты отходящих дымовых газов».

Студентам выдается индивидуальное задание на курсовую работу. В задании варьируется производительность технологической печи, условия процесса горения, температурный режим работы оборудования.

Курсовая работа связана с изучением научной, учебной, нормативной и другой литературы и с выполнением необходимых расчетов.

Тематика курсовой работы определяется общей направленностью подготовки магистра и может касаться объекта исследования будущей магистерской диссертации.

Обязательным элементом курсовой работы является расчетно-пояснительная записка. Расчетно-пояснительная записка включает такие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- обсуждение полученных результатов;
- заключение (выводы);
- список использованной литературы и нормативных источников.

Графическая часть курсовой работы включает в себя эскизы оборудования, диаграммы, принципиальные схемы.

Задание на курсовую работу выдается преподавателем, ведущим данную дисциплину. Материалы курсовой работы могут быть использованы в магистерской диссертации.

Подробное описание требований к содержанию и оформлению курсовой работы представлено в Методических указаниях к курсовой работе по дисциплине.

Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы осуществляется во время консультаций (контактная самостоятельная работа) в течение семестра и в форме защиты курсовой работы (промежуточный контроль).

### 4. Рекомендуемая литература

1. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Техническая термодинамика и теплотеплопередача. М.: Юрайт. – 2011. – 560 с.
2. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. М.: Машиностроение. – 2011. – 373 с.
3. Бухаркин Е.Н., Ладыгичев М.Г. Энергосберегающие технологии для теплогазоснабжающих систем. М.: Теплотехника. – 2011.
4. Харитонов В.В., Голубев В.А., Овчинников В.М., Лиходиевский В.Л. Вторичные теплоэнергоресурсы и охрана окружающей среды. – Минск: Высш. шк.- 1988.
5. Григоров В.Г., Нейман В.К., Чураков С.Д. и др. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях. – М.: Химия. – 1987.
6. Хараз Д.И., Псахис Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах. – М.: Химия. – 1988.
7. Бродянский В.М., Фратшер В., Михалец К. Эксергетический метод и его приложения. – М.: Энергоатомиздат. – 1988.
8. Бэр Г. Техническая термодинамика. – М.: Мир. – 1977.

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Самарский государственный технический университет»

**Факультет Нефтетехнологический**

**Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**текущего контроля и промежуточной аттестации**

дисциплины: **Термодинамические основы ресурсосбережения**

в составе основной образовательной программы по направлению подготовки:

**18.04.02 (241000.68) Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

по уровню высшего образования: **магистр**

направленность (профиль) программы: **Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов**



**ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЗАДАННЫЙ УРОВЕНЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Таблица 1.1

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	
ОПК-4	готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	<p><i>Знать:</i></p> <p><i>Уметь:</i></p> <p><i>Владеть:</i></p> <p><b>Знать:</b> принципы и методы термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем, методы термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать методы термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем и термодинамической оптимизации работы энерготехнологических процессов и систем;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения методов термодинамического анализа и термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем</p>
ПК-1	способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	<p><b>Знать:</b> теоретические основы термодинамики, методики инженерных расчетов теплоиспользующих аппаратов, принципы интенсификации технологических процессов и использования оборудования при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду;</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы вычислительной математики для решения конкретных задач расчета и оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения конкретных задач расчета и оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения</p>

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ

**КОМПЕТЕНЦИЯ ОПК-4:** готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

*общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы из укрупненной группы направлений высшего образования Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, уровень ВО – магистратура, виды профессиональной деятельности научно-исследовательская и педагогическая*

Таблица 2.1

#### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		
		1	2	3
<b><u>Первый этап (уровень)</u></b> Знакомство с методами математического моделирования материалов и технологических процессов, теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез	<b>Знать:</b> принципы и методами термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем (ОПК-4) – I	Знаком с принципами и методами термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем	Ориентируется в принципах и методах термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем	Владеет принципами и методами термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем
	<b>Уметь:</b> использовать методы термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем (ОПК-4) – I	Знаком с приемами использования методов термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем	Ориентируется в приемах использования методов термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем	Владеет приемами использования методов термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем
	<b>Владеть:</b> навыками применения методов термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем (ОПК-4) – I	Знаком с алгоритмами термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем	Ориентируется в алгоритмах термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем	Владеет алгоритмами термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		
		1	2	3
<b>Второй этап (уровень)</b> Способность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, выполнять теоретический анализ и экспериментальную проверку теоретических гипотез	<b>Знать:</b> методы термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения (ОПК-4) – II	Знаком с методами термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Ориентируется в методах термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Владеет методами термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения
	<b>Уметь:</b> использовать методы термодинамической оптимизации работы энерготехнологических процессов и систем (ОПК-4) – II	Знаком с приемами использования методов термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Ориентируется в приемах использования методов термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Владеет приемами использования методов термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения
	<b>Владеть:</b> навыками применения методов термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем (ОПК-4) – II	Знаком с алгоритмами термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Ориентируется в алгоритмах термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Владеет алгоритмами термодинамической оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения

КОМПЕТЕНЦИЯ **ПК-1**: способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

*профессиональная компетенция выпускника образовательной программы из укрупненной группы направлений высшего образования Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, уровень ВО – магистратура, виды профессиональной деятельности научно-исследовательская и педагогическая*

Таблица 2.2

#### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		
		1	2	3
<b><u>Первый этап</u></b> <b><u>(уровень)</u></b> Знакомство с особенностями формулировки научно-исследовательских задач в области реализации энерго- и ресурсосбережения и методами их решения	<b>Знать:</b> теоретические основы термодинамики, методики инженерных расчетов теплоиспользующих аппаратов (ПК-1) – I	Знаком с основными теоретическими положениями термодинамики, методикой инженерных расчетов теплоиспользующих аппаратов	Ориентируется в основных теоретических положениях термодинамики, методике инженерных расчетов теплоиспользующих аппаратов	Владеет основными теоретическими положениями термодинамики, методикой инженерных расчетов теплоиспользующих аппаратов
	<b>Уметь:</b> применять методы вычислительной математики для решения конкретных задач расчета энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения (ПК-1) – I	Знаком с приемами использования методов вычислительной математики для решения конкретных задач расчета энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Ориентируется в приемах использования методов вычислительной математики для решения конкретных задач расчета энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Владеет приемами использования методов вычислительной математики для решения конкретных задач расчета энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения
	<b>Владеть:</b> навыками решения конкретных задач расчета энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения (ПК-1) – I	Знаком с алгоритмами решения конкретных задач расчета энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Ориентируется в алгоритмах решения конкретных задач расчета энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Владеет алгоритмами решения конкретных задач расчета энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		
		1	2	3
<b>Второй этап (уровень)</b> Способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	<b>Знать:</b> принципы интенсификации технологических процессов и использования оборудования при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду (ПК-1) – II	Знаком с принципами интенсификации технологических процессов и использования оборудования при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду	Ориентируется в принципах интенсификации технологических процессов и использования оборудования при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду	Владеет принципами интенсификации технологических процессов и использования оборудования при минимальных затратах сырья, энергии и воздействия на окружающую среду
	<b>Уметь:</b> применять методы вычислительной математики для решения конкретных задач оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения (ПК-1) – II	Знаком с приемами использования методов вычислительной математики для решения конкретных задач оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Ориентируется в приемах использования методов вычислительной математики для решения конкретных задач оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Владеет приемами использования методов вычислительной математики для решения конкретных задач оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения
	<b>Владеть:</b> навыками решения конкретных задач оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения (ПК-1) – II	Знаком с алгоритмами решения конкретных задач оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Ориентируется в алгоритмах решения конкретных задач оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения	Владеет алгоритмами решения конкретных задач оптимизации энерготехнологических процессов и систем с целью энерго- и ресурсосбережения

### 3. ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Теоретические основы термодинамики. Теплопередача	ОПК-4, ПК-1	Собеседование (устный опрос) Курсовая работа Экзамен
2	Термодинамический анализ энерготехнологических процессов	ОПК-4, ПК-1	Собеседование (устный опрос) Курсовая работа Экзамен
3	Термодинамическая оптимизация энерготехнологических процессов и систем	ОПК-4, ПК-1	Собеседование (устный опрос) Курсовая работа Экзамен

**Критерии оценки достижений студентом запланированных результатов освоения дисциплины в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценка, уровень	Критерии
«отлично», повышенный уровень	Студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций
«хорошо», пороговый уровень	Студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций
«удовлетворительно», пороговый уровень	Студент показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«неудовлетворительно», уровень не сформирован	При ответе студента выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование (устный опрос)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам практических занятий
2	Курсовая работа	Форма контроля для демонстрации обучающимся умения работать с объектами изучения, справочной, научной, технической, учебной литературой, периодическими изданиями, выполнять расчеты, связанные с определением термодинамических характеристик системы, разрабатывать принципиальные технологические схемы для решения вопросов энерго- и ресурсосбережения, выполнять термодинамический и эксергетический анализ отдельных аппаратов и технологических систем, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы	Тематика курсовой работы; вопросы для защиты курсовой работы
3	Экзамен	Форма контроля, представляющая собой оценивание образовательных достижений обучаемых с целью промежуточной аттестации	Экзаменационные вопросы и билеты

## Вопросы для собеседования (устного опроса)

### Практическое занятие № 1.

#### Тема: «Термодинамические параметры состояния»

1. Термические параметры состояния: абсолютная температура, абсолютное давление, удельный объем.
2. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Удельная газовая постоянная.
3. Аддитивные свойства смеси газов.
4. Калорические параметры состояния: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, расчет их изменения в произвольном термодинамическом процессе.
5. Изобарная и изохорная теплоемкость. Уравнение Майера, показатель адиабаты.
6. Молярная теплоемкость идеальных газов разной атомности.

### Практическое занятие № 2.

#### Тема: «Термодинамические процессы с идеальным газом»

1. Определение изменений калорических параметров состояния в определенном термодинамическом процессе (изобарном, изохорном, изотермическом, адиабатическом, политропном), расчет их энергетических характеристик (теплоты и работы).
2. Изображение термодинамических процессов на диаграммах P-v и T-s.

### Практическое занятие № 3.

#### Тема: «Энергетические балансы. Теплопередача»

1. Тепловой баланс теплоиспользующего оборудования.
2. Основное уравнение теплопередачи, его использование для инженерных расчетов.

### Практическое занятие № 4.

#### Тема: «Расчет процесса горения и определение основных параметров дымовых газов»

1. Удельная теплота сгорания топлива.
2. Состав топлива.
3. Расчет состава продуктов сгорания.
4. Теоретическое количество воздуха, подаваемого на горение.
5. Расход топлива.
6. Максимальная температура в зоне горения.

#### Тема: «Теплоиспользующее оборудование для утилизации вторичных энергетических ресурсов»

1. Понятие вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).
2. Классификация ВЭР. Основные направления использования ВЭР.
3. Способы утилизации теплоты.
4. Характеристика и область применения оборудования использования ВЭР: котлов-утилизаторов, воздухоподогревателей, контактных и контактно-поверхностных утилизаторов, реакторов каталитического дожигания, тепловых труб, аппаратов мгновенного вскипания, теплообменников с промежуточным теплоносителем.
5. Технологические схемы глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания.

### Практические занятия № 5-10.

#### Тема: «Эксергетический метод термодинамического анализа»

1. Понятие эксергии и анергии.
2. Уравнение Гюи-Стодолы.
3. Причины потери эксергии в термодинамических процессах (внешняя и внутренняя необратимость).



4. Эксергия массы, потока вещества, теплоты, концентрационная, реакционная, химическая эксергия. Понятия реакции девальвации и вещества отсчета.
5. Изменение эксергии при физических и химических процессах.

#### **Практическое занятие № 11.**

##### **Тема: «Основы информационно-термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем»**

1. Алгоритмы проведения информационно-термодинамического анализа для систем разной сложности.
2. Расчет энтропии информации, информационного критерия совершенства системы.

#### **Практическое занятие № 12.**

##### **Тема: «Методы решения задач энерго- и ресурсосбережения»**

1. Структурный анализ и декомпозиция сложных энерготехнологических систем.
2. Термодинамическая оптимизация.
3. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация.
4. Способы уменьшения необратимости в энерготехнологических процессах.

#### **Практическое занятие № 13.**

##### **Тема: «Повышение эффективности использования теплоты отходящих из технологической печи дымовых газов»**

1. Технологическая схема системы глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания.
2. Эксергия топлива.
3. Эксергия теплоты.
4. Эксергетический КПД теплообменного оборудования.

#### **Практическое занятие № 14.**

##### **Тема: «Оптимизация использования теплоты в сложных энерготехнологических схемах»**

1. Метод Линхофа.
2. «Pinch»-метод.
3. Минимизация затрат тепловой энергии.
4. Водный «pinch»-метод.

**Контролируемые компетенции – ОПК-4, ПК-1.**

Разработчик

«19» декабря 2014 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.Ю. Чуркина

## **Перечень вопросов для промежуточной аттестации (защита курсовой работы)**

1. Альтернативные технологические схемы глубокой утилизации тепла дымовых газов: описание, достоинства, недостатки.
2. Устройство, принципы работы, достоинства, недостатки основных аппаратов, используемых при построении технологических схем глубокой утилизации тепла дымовых газов.
3. Тепловой баланс теплообменных аппаратов, используемых при построении технологических схем глубокой утилизации тепла дымовых газов.
4. Устройство трубчатой печи. Тепловой баланс печи. Расход топлива.
5. Процесс горения природного газа: основные реакции, состав продуктов сгорания. Влияние на состав дымовых газов температуры в зоне горения, количества кислорода и др. факторов. Управление процессом горения.
6. Понятие эксергии и анергии. Уравнение Гюи-Стодолы. Причины потерь эксергии при протекании термодинамических процессов.
7. Эксергия массы, потока вещества, термическая, концентрационная, реакционная, химическая эксергия. Эксергия топлива.
8. Принципы эксергетического метода анализа. Эксергетический баланс, эксергетический КПД.
9. Методы повышения эффективности использования тепловой энергии.

Разработчик

«19» декабря 2014 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.Ю. Чуркина

## Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Основные понятия термодинамики. Понятие энергии, теплоты, работы.
2. Термодинамическая система, ее составляющие. Виды термодинамических систем.
3. Равновесное и неравновесное состояние термодинамической системы.
4. Термодинамический процесс, виды термодинамических процессов.
5. Понятие обратимого и необратимого процесса, признаки обратимости, причины необратимости.
6. Термодинамические параметры состояния. Термические параметры состояния термодинамической системы.
7. Уравнение состояния идеального газа.
8. Калорические параметры состояния термодинамической системы.
9. I закон термодинамики: формулировки, математические выражения.
10. II закон термодинамики: формулировки, математические выражения.
11. Термодинамические потенциалы.
12. Принцип Ле-Шателье-Брауна.
13. Понятие эксергии и анергии.
14. Уравнение Гюи-Стодолы.
15. Причины потери эксергии в термодинамических процессах (внешняя и внутренняя необратимость).
16. Эксергетический метод термодинамического анализа. Метод КПД, его недостатки.
17. Основы эксергетического метода анализа эффективности преобразования энергии.
18. Степень термодинамического совершенства технических процессов.
19. Эксергия массы.
20. Эксергия потока вещества.
21. Эксергия теплоты (термическая эксергия).
22. Концентрационная эксергия
23. Реакционная и химическая эксергия. Понятия реакции девальвации и вещества отчета.
24. Изменение эксергии при физических и химических процессах.
25. Сравнительный анализ альтернативных методик расчета эксергии.
26. Эксергетический баланс и эксергетический КПД. Диаграммы Грассмана.
27. Взаимосвязь потерь эксергии.
28. Основы информационно-термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем. Понятие информации.
29. Всеобщность фактора энтропии
30. Функция Шеннона.
31. Основные положения и этапы информационно-термодинамического анализа отдельных аппаратов и сложных систем.
32. Информационные критерии совершенства процесса (системы).
33. Общая методология решения задач энерго- и ресурсосбережения. Основные положения энерго- и ресурсосбережения.
34. Структурный анализ и декомпозиция сложных энерготехнологических систем.
35. Термодинамическая оптимизация.
36. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация.
37. Способы уменьшения необратимости в энерготехнологических процессах.
38. Оптимизация использования теплоты в сложных энерготехнологических схемах. Метод Линхофа.
39. «Pinch»-метод. Минимизация затрат тепловой энергии.
40. Водный «pinch»-метод.

Разработчик

\_\_\_\_\_ (подпись)

А.Ю. Чуркина

«19» декабря 2014 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Основные понятия термодинамики. Понятие энергии, теплоты, работы.
2. Реакционная и химическая эксергия. Понятия реакции девальвации и вещества отчета.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Термодинамическая система, ее составляющие. Виды термодинамических систем.
2. Эксергия теплоты (термическая эксергия).

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Равновесное и неравновесное состояние термодинамической системы.
2. Концентрационная эксергия.

Составитель: \_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина \_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Термодинамический процесс, виды термодинамических процессов.
2. Изменение эксергии при физических и химических процессах.

Составитель: \_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина \_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Понятие обратимого и необратимого процесса, признаки обратимости, причины необратимости.
2. Сравнительный анализ альтернативных методик расчета эксергии.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Термодинамические параметры состояния. Термические параметры состояния термодинамической системы.
2. Эксергетический баланс и эксергетический КПД. Диаграммы Грассмана.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Уравнение состояния идеального газа.
2. Взаимосвязь потерь эксергии.

Составитель: \_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина \_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Калорические параметры состояния термодинамической системы.
2. Основы информационно-термодинамического анализа энерготехнологических процессов и систем. Понятие информации.

Составитель: \_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина \_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. I закон термодинамики: формулировки, математические выражения.
2. Всеобщность фактора энтропии.

Составитель: \_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина \_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. II закон термодинамики: формулировки, математические выражения.
2. Функция Шеннона.

Составитель: \_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина \_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года





МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Термодинамические потенциалы.
2. Основные положения и этапы информационно-термодинамического анализа отдельных аппаратов и сложных систем.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Принцип Ле-Шателье-Брауна.
2. Информационные критерии совершенства процесса (системы).

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Понятие эксергии и анергии.
2. Общая методология решения задач энерго- и ресурсосбережения. Основные положения энерго- и ресурсосбережения.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Уравнение Гюи-Стодолы.
2. Структурный анализ и декомпозиция сложных энерготехнологических систем.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Причины потери эксергии в термодинамических процессах (внешняя и внутренняя необратимость).
2. Термодинамическая оптимизация.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Эксергетический метод термодинамического анализа. Метод КПД, его недостатки.
2. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Основы эксергетического метода анализа эффективности преобразования энергии.
2. Способы уменьшения необратимости в энерготехнологических процессах.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Степень термодинамического совершенства технических процессов.
2. Оптимизация использования теплоты в сложных энерготехнологических схемах. Метод Линхофа.

Составитель:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина

\_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Эксергия массы.
2. «Pinch»-метод. Минимизация затрат тепловой энергии.

Составитель: \_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина \_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Химическая технология и промышленная экология»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20**

по дисциплине Термодинамические основы ресурсосбережения  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.02 Факультет НТФ Семестр 1  
(шифр) (наименование факультета) (номер)

1. Эксергия потока вещества.
2. Водный «pinch»-метод.

Составитель: \_\_\_\_\_ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ доцент А.Ю. Чуркина \_\_\_\_\_ профессор А.В. Васильев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 года

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Оценивание знаний, умений, навыков и опыта деятельности проводятся на основе сведений, приводимых в Карте компетенций на различных этапах их формирования (раздел 2 ФОС).

Цель текущего контроля успеваемости по учебным дисциплинам в семестре – проверка приобретаемых обучающимися знаний, умений, навыков в контексте формирования установленных образовательной программой компетенций в течение семестра. Текущий контроль осуществляется через систему оценки преподавателем всех видов работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины и учебным планом.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание результатов освоения дисциплины посредством испытания в форме экзамена и защиты курсовой работы. Промежуточная аттестация проводится в конце семестра.

Разработанный фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации используется для осуществления контрольно-измерительных мероприятий и выработки обоснованных управляющих и корректирующих действий в процессе приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и навыков, формирования соответствующих компетенций в результате освоения дисциплины.

Далее приводится форма Протокола экспертизы соответствия уровня достижения студентом запланированных результатов обучения по дисциплине «Термодинамические основы ресурсосбережения».

**Протокол экспертизы соответствия уровня достижения студентом \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.) \_\_\_\_\_ запланированных результатов обучения по дисциплине «Термодинамические основы ресурсосбережения»**

Перечень компетенций по дисциплине	Структурные элементы заданий по дисциплине							
	Подготовка к практическим занятиям (раздел 1)	Подготовка к практическим занятиям (раздел 2)	Подготовка к практическим занятиям (раздел 3)	Курсовая работа			Экзамен	
				Качество выполнения расчетной части	Уровень самостоятельности принятия технологических решений	Полнота и точность ответов на вопросы во время защиты	1 вопрос	2 вопрос
	Виды СРС, предусмотренные рабочей программой дисциплины						Экзаменационные вопросы	
<b>ОПК-4:</b> готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез								
<b>ПК-1:</b> способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их								

*Оценки по пятибалльной шкале выставляются в ячейках, соответствующих компетенциям (по строке), подлежащим оцениванию по результатам конкретного элемента задания по дисциплине (по столбцам) в соответствии с запланированными в рабочей программе видами СРС и ответами на зачётные вопросы. Остальные ячейки заполняются символом X.*

Преподаватель \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛЕКЦИОННЫМ И ПРАКТИЧЕСКИМ  
ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ»**

**1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Вид учебных занятий	Организация деятельности 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. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, самостоятельное изучение теоретического материала, выступление с докладом по результатам подготовки к практическим занятиям с представлением иллюстрационного материала в виде презентации Microsoft PowerPoint.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, материалы практических занятий.
Подготовка к защите курсовой работы	При подготовке к защите курсовой работы необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, материалы практических занятий, результаты, полученные в курсовой работе.

**2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛЕКЦИОННЫХ  
ЗАНЯТИЙ**

Лекция представляет собой систематическое устное изложение учебного материала. С учетом целей и места в учебном процессе различают лекции вводные, установочные, текущие, обзорные и заключительные. В зависимости от способа проведения выделяют лекции:

- *информационные;*
- *проблемные;*
- *визуальные;*
- *бинарные (лекция-диалог);*
- *лекции-провокации;*
- *лекции-конференции;*
- *лекции-консультации;*
- *лекции-беседы;*
- *лекция с эвристическими элементами;*
- *лекция с элементами обратной связи;*
- *лекция с решением производственных и конструктивных задач;*
- *лекция с элементами самостоятельной работы студентов;*



- лекция с решением конкретных ситуаций;
- лекция с коллективным исследованием;
- лекции спецкурсов.

Лекции по настоящей дисциплине проводятся в форме информационных, т.е. с использованием объяснительно иллюстративного метода изложения.

Перед началом лекции до обучающихся доводятся основные литературные источники, сообщается тема лекции и последовательность вопросов, подлежащих рассмотрению. При этом обращается внимание на логику построения вопросов, их формулировку и взаимосвязь.

По ходу лекции при возникновении проблемных вопросов (или ситуаций) процесс познания происходит через научный поиск, диалог, анализ, сравнение разных точек зрения.

При объяснении различных вопросов большое значение имеет иллюстрационный материал (формы документов, структур систем управления и проч.), поэтому в случае их сложного или долгого воспроизводства на лекции используется раздаточный материал.

Обращается внимание на вопросы, сведения из которых будут использоваться при проведении практических и лабораторных занятий и самостоятельной работе студентов. В Рабочей программе приводится содержание лекций и вопросы, выносимые на самостоятельное изучение с учётом дидактических единиц.

В некоторых случаях преподавателем может использоваться способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия, менять темп изложения с учетом особенности аудитории.

В начале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме. Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах. Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний. При этом необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу. Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

#### Рекомендации обучающимся при работе с лекционным материалом:

1. Материал каждой законспектированной лекции должен прочитываться и прорабатываться с выявлением затрудненных в понимании вопросов и неясностей.
2. Необходимо попытаться добиться ясности понимания с использованием проработки рекомендованных литературных источников.
3. Если и в этом случае не удаётся добиться результата, то следует получить консультацию преподавателя по этому вопросу.
4. Следует посмотреть, как этот вопрос формулируется в вопросах для подготовки к экзамену и быть готовым представить по нему информацию при проведении экзамена.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

**Практическое занятие** — форма организации обучения, которая направлена на формирование практических умений и навыков и является связующим звеном между самостоятельным теоретическим освоением студентами учебной дисциплины и применением ее положений на практике.

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении управленческих задач, выполнении заданий, разработке и оформлении документов, практического овладения компьютерными технологиями. Главным их содержанием является практическая работа каждого студента.

Подготовка студентов к практическому занятию – один из видов самостоятельной работы в рамках данной дисциплины. Подготовка производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий. Данная информация доводится до студентов заранее. По желанию обучающихся, они могут не только составить конспект по материалам подготовки к практическому занятию, но и подготовить доклад по соответствующей теме, которая формулируется самим обучающимся и согласуется с преподавателем. Доклад иллюстрируется с помощью презентации Microsoft PowerPoint. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы представлены в соответствующих методических указаниях.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале занятия. Предварительно преподаватель проводит устный опрос по материалам подготовки к практическому занятию.

Практические занятия составляют значительную часть всего объема аудиторных занятий и имеют важнейшее значение для усвоения программного материала. Выполняемые задания могут быть:

- 1) иллюстрацией теоретического материала и носить воспроизводящий характер; они выявляют качество понимания студентами теории;
- 2) образцами задач и примеров, разобранных в аудитории; для самостоятельного выполнения требуется, чтобы студент овладел показанными методами решения;
- 3) видом заданий, содержащим элементы творчества; одни из них требуют от студента обобщений, для их выполнения необходимо привлекать ранее приобретенный опыт, устанавливать внутрисубъектные и межпредметные связи; решение других требует дополнительных знаний, которые студент должен приобрести самостоятельно; третьи предполагают наличие у студента некоторых исследовательских умений;
- 4) может применяться выдача индивидуальных или опережающих заданий на различный срок, определяемый преподавателем, с последующим представлением их для проверки в указанный срок.

По данной дисциплине предусмотрено проведение 14 практических занятий длительностью 4 академических часа каждое. Темы практических занятий приведены в Разделе 4.2 Рабочей программы.

В начале занятия рассматриваются основные теоретические положения, положенные в основу занятия. Обращается внимание на основные понятия, расчетные формулы, алгоритмы, практическую значимость рассматриваемых вопросов. Далее студентам предлагаются определенные условия (задачи), для которых требуется выполнить расчет определенных параметров или свойств системы или выработать определенные технологические решения. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения, или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Материалы практических занятий используются студентами при выполнении курсовой работы, что позволяет закрепить полученные результаты.