




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) Черников В.П.  
«01» июня 2018г. (Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
Инженерных систем зданий и сооружений

  
(подпись) Кобзарь А.В.  
«01» июня 2018г. (Ф.И.О. зав. каф.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)

Термодинамический анализ

Подготовки бакалавров по направлению — 08.03.01 Строительство,

профиль Теплогазоснабжение и вентиляция

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5,6  
лекции 36 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы 0 час..  
в том числе с использованием МАО лек. 12 /пр. 6 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.  
в том числе с использованием МАО 18 час.  
самостоятельная работа 144 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 0 час.  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа / курсовой проект 0 семестр  
зачет 5, 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 7 июня 2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Инженерных систем зданий и сооружений, протокол № 10 от «20» июня 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой, доцент Кобзарь А.В.  
Составитель (ли): канд. техн. наук, профессор Штым А.С.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация дисциплины «Термодинамический анализ»**

Дисциплина «Термодинамический анализ» предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Дисциплина *входит в вариативную часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана и является дисциплиной выбора (Б1.В.ДВ.3.2)*. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 216 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа (144 часов). Дисциплина реализуется в 5-м, 6-м семестре 3-го курса.

Дисциплина «Термодинамический анализ» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных в ходе изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Химия», «Техническая термодинамика».

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов:

- законы термодинамики;
- основные термодинамические процессы;
- методы термодинамического анализа;
- циклы теплосиловых, холодильных установок и компрессорных машин и методы анализа их эффективности.

**Целью дисциплины** «Термодинамический анализ» *является:* формирование базовых знаний о фундаментальных законах существования тепловых процессов и понятий термодинамики, механизмов энергопревращений и реализации их в циклах энергоустановок с оценкой их эффективности, методах их изучения и путей повышения их эффективности в системах теплогазоснабжения и вентиляции

**Задачами дисциплины** «Термодинамический анализ» *является:* подготовка бакалавра по направлению Строительство, умеющего *проектировать* тепловые сети и сооружения на них, тепловое и насосное оборудование, системы микроклимата с учетом энергосбережения,

современные источники тепловой энергии на при соблюдении требований энергосбережения и экологии; оптимизировать проектные решения и эксплуатационные режимы с учетом надежного функционирования систем;

Для успешного изучения дисциплины «Термодинамический анализ» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-2 – способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат;

ОПК-3 – владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ПК-1</b> знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	Знает	нормативную базу в области проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест.
	Умеет	с точностью определить требования, которые предъявляются к ограждающим конструкциям конкретного объекта строительства или реконструкции, учитывая район застройки, климатологические факторы и показатели, ориентацию, тип, вид и назначение объекта.
	Владеет	методиками расчета основных теплофизических

		показателей ограждающих конструкций в соответствии с действующими нормативными документами.
<b>ПК-2</b> владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Знает	Особенности теплотехнических расчетов с использованием систем автоматизированного проектирования, способы проверки компьютерных моделей на адекватность.
	Умеет	Работать в специализированных программных комплексах для расчетов, связанных с тепловой защитой зданий и сооружений.
	Владеет	Навыками расчета теплофизических характеристик ограждающих конструкций как аналитическим, так и численным методом. методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
<b>ПК-6</b> способность осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы	Знает	законы термодинамики; основные термодинамические процессы; методы термодинамического анализа; циклы теплосиловых, холодильных установок и компрессорных машин
	Умеет	организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства
	Владеет	методикой анализа эффективности сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Термодинамический анализ» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: термодинамический анализ процессов, а также конкретных систем и объектов, лекция-визуализация, круглые столы по первому и второму законам термодинамики.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА «Термодинамический анализ» (Семестр 6, 18 часов).**

**Раздел 1. Задачи, объекты и возможности термодинамического анализа. (10 час.)**

**Тема 1. Использование эксергетического анализа в различных отраслях техники. (2 часа)**

Использование эксергетического анализа в системы воздушного пневмопривода; в процессах отопления, кондиционирования, в процессе сушки в градирни, в процессах тепловой электростанции, системах теплоснабжения.

### **Тема 2. Понятие эксергии в окружающей среде. (4 часа)**

Значение окружающей среды в промышленных энергетических процессах. Концентрация эксергии, как показатель возможности ее использования. Изменение эксергии вещества в физических и химических процессах. Закон уменьшения эксергии.

### **Тема. 3. Термическая эксергия наиболее распространенных рабочих тел. (4 час.)**

Термическая эксергия технических газов, получаемых из воздуха. Термическая эксергия вещества, участвующего в химическом процессе. Термическая эксергия продуктов сгорания, не содержащих горючих веществ. Термическая эксергия водяного пара и воды. Термическая эксергия хладагентов. Химическая эксергия топлива.

### **Раздел 2. Эксергетические функции и параметры. (8 часов)**

#### **Тема 1. Эксергия вещества и эксергия теплового потока. (2 часа)**

Эксергия вещества в замкнутом объеме. Эксергия вещества в потоке.

Эксергия теплового потока. Эксергия излучения. Анергия

#### **Тема 2. Эксергетический баланс. (2 часа).**

Уравнение эксергии. Составление и анализ уравнений эксергетического анализа. Виды и характеристики потерь эксергии. Особенности оценки величин эксергии и её потерь в элементах реальных процессов.

#### **Тема 3. Составление эксергетического баланса охлаждающих установок. (2 часа)**

Принцип действия компрессионных холодильных машин. Принцип действия абсорбционных холодильных машин. Принцип действия парожеторных холодильных машин.

#### **Тема 4. Эксергетический анализ теплообменных аппаратов. (2 часа)**

Эксергетический анализ процессов теплообмена. Эксергетический КПД теплообменных аппаратов . Относительные потери эксергии

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия, проводимые в 6-ом семестре (36 час.)**

#### **Занятие 1. Определение контрольной поверхности.(2 час.)**

Изучение значения окружающей среды в промышленных энергетических процессах. Составление предварительной схемы распределения эксергетических потоков тепловой энергии.

Занятие в интерактивной форме – обсуждение вариантов контрольной поверхности.

Задание к следующей теме - подготовить теплообменные аппараты для эксергетического анализа.

**Занятие 2, 3. Обсуждение схем потоков эксергии для теплообменных аппаратов, имеющихся у студентов. (4 час.)**

Изображение схем потоков эксергии для теплообменных аппаратов при различных вариантах контрольной поверхности. Работа на ПК.

Занятие в интерактивной форме – обсуждение конкретных схем потоков эксергии для теплообменных аппаратов при различных вариантах контрольной поверхности.

Задание к следующей теме – подготовка алгоритм расчета потоков эксергии.

**Занятие 4 Эксергия рабочего тела – для систем, включающих рабочее тело и окружающую среду. (2 час.)**

Определение эксергии покоящегося рабочего тела и его потока. Эксергия теплоты. Работа на ПК.

Занятие в интерактивной форме – обсуждение, дискуссия, выводы по теме.

Задание к следующей теме выполнить расчет эксергии и подготовить сообщение о результатах расчета.

**Занятие 5, 6. Эксергия потока энергии, включающая эксергию теплоты (4час.)**

Определение эксергии потока энергии, включающая эксергию теплоты (для систем, состоящих из источника теплоты, рабочего тела и окружающей среды).

Занятие в интерактивной форме – представление презентаций на тему: Эксергия потока энергии, включающая эксергию теплоты.

Задание к следующей теме - подготовить сообщение о результатах расчета эксергии потока.

**Занятие 7. Расчет эксергии рабочего тела (2 час.)**

Эксергия рабочего тела. Эксергия теплоты.

Занятие в интерактивной форме – представление результатов расчета эксергии потока. Обсуждение, дискуссия.

Задание к следующей теме – подготовить варианты схем расчета эксергии потока при различной контрольной поверхности.

**Занятие 8, 9. Потери эксергии (2 час.) Виды потерь эксергии. (4 час.)**

Определение внутренних потерь эксергии, связанных с необратимостью процессов. Варианты расчета. Работа на ПК.

Занятие в интерактивной форме – представление вариантов расчета внутренних потерь эксергии, связанных с необратимостью процессов.

Задание к следующей теме – подготовить расчеты потерь эксергии.

**Занятие 10, 11. Определение эксергетического к.п.д. (4 час.)**  
Эксергетический анализ типовых тепловых процессов. Тепловой расчет теплообменного аппарата. Проверка расчетов. Работа на ПК.

Занятие в интерактивной форме – обсуждение результатов расчета. Работа на ПК.

Задание к следующей теме – подготовить тепловой расчет теплообменного аппарата.

**Занятие 12, 13. Эксергетический анализ теплообменного аппарата. (4 час.)** Расчет потоков эксергии теплообменного аппарата. Работа на ПК.

Занятие в интерактивной форме – представление расчета потоков эксергии теплообменного аппарата.

Задание к следующей теме – подготовительная работа к расчету эксергетического к.п.д. теплообменного аппарата.

**Занятие 14, 15. Расчет эксергетического к.п.д. теплообменного аппарата. (4час.)**

Выполнить расчет эксергетического к.п.д. теплообменного аппарата для различных режимов работы. Работа на ПК.

Занятие в интерактивной форме – представление и сопоставление результатов расчета эксергетического к.п.д. теплообменного аппарата для различных режимов работы оборудования.

Задание к следующей теме - Оптимизация термодинамических параметров работы теплообменного аппарата, подготовка презентаций

**Занятие 16, 17. Практическая пригодность различных видов энергии и различные ее проявления. (4час.)**

Изучение практической пригодности различных видов энергии и различные ее проявления. Контроль общих принципов реализации тепловых процессов.

Занятие в интерактивной форме – представление и сопоставление результатов работы теплообменных аппаратов, разработанных студентами.

Задание к следующему занятию – подготовка к зачету.

**Занятие 18. Представление презентаций термодинамического анализа. (2 часа)**

Отчет студентов по выполненной за семестр работе и сдача зачетов.

Занятие в интерактивной форме – представление и сопоставление результатов оптимизации работы теплообменного аппарата на основе эксергетического метода термодинамического анализа. Подведение итогов семестра и рейтинга успеваемости студентов по дисциплине. **«Термодинамический анализ»**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Термодинамический анализ» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.



## IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

### «Термодинамический анализ»

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежу точная аттестац ия
1	Тепловой расчет теплообменного аппарата.	ПК-1,  ПК-2,	Знает	УО-3, УО-4	1,2,4,5,6
			Умеет	ПР-4	8,9,10
			Владеет	ПР-4	7,14,15
2	Расчет потоков эксергии теплообменного аппарата	ПК-2,	Знает	УО-3, УО-4	11,12,13
			Умеет	ПР-4	16,17
			Владеет	ПР-4, УО-4	18,19,20
3	Эксергетический к.п.д. теплообменного аппарата. Проверка расчетов. Работа на ПК.	ПК-1	Знает	УО-3, УО-4	19,20,21,
			Умеет	ПР-4	22,23,24
			Владеет	ПР-4, УО-3, УО-4	25,26-33 34-38
4	Оптимизация термодинамических параметров работы теплообменного аппарата	ПК-2, ПК-6	Знает Умеет Владеет	УО-3, УО-4, ПР-4	1-38
5	Зачет по дисциплине	ПК-1, ПК-2, ПК-6	Знает Умеет Владеет	По результатам рейтинга или в устной форме	1-38

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Термодинамический анализ»

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. Техническая термодинамика. – М.: Высшая школа, 2005 – 352 с.
2. Б. Я. Бендерский, Техническая термодинамика и теплопередача.– М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2007 – 264 с.
3. И. Пригожин, Д. Кондепуди, Современная термодинамика – М.: Мир, 2003 - 295 с.
4. Бахшиева Л.Т., Захарова А.А., Кондауров Б.П., Салтыкова В.С, Техническая термодинамика и теплотехника. – М.: Academia, 2006 – 272 с.
5. А.С. Штым Учебное пособие «Техническая термодинамика» - Изд. Дом ДВФУ, 2010 – 122с.

### **Дополнительная литература и нормативно-правовые материалы<sup>1</sup>**

*(печатные и электронные издания)*

- 1 М.П. Вукалович, С.Л. Рявкин, А.А. Александров, Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. – М.: Изд-во стандартов, 1985 – 408 с.
- 2 В.М. Бродянский. Эксергетический метод термодинамического анализа –М.: Энергия, 1973.
- 3 В.А. Кирилин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин, Техническая термодинамика. – М.: Энергоатомиздат, 1983 – 416 с.
- 4 Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. М: Энергоатомиздат, 1988
- 5 М.М. Хазен, М.Е. Матвеев, М.Е. Грищевский, Ф.П. Козакевич, Теплотехника. – М.: Высш. шк., 1981 – 480 с.
- 6 Шаргут Я., Петела Р. Эксергия.- М., Энергия, 1968. -279 с.
- 7 В.В. Краснощекин, Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высш. шк., 1980 – 469 с.
- 8 Под общей ред. В.И. Крутова, Теплотехника. – М.: Машиностроение, 1986 – 432 с.
- 9 О.М. Рабинович, Сборник задач по технической термодинамике М.: Машиностроение, 1973 – 343 с.
- 10 Мазур Л. С. Техническая термодинамика и теплотехника издательство: **гэотар-медиа**, 2003 г. 352 стр.

---

<sup>1</sup> Данный раздел включается при необходимости

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Дзюбенко Б.В. Термодинамика. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Москва, 2006. <http://k204.ru/books/dzubenko/index.htm>
2. <http://e.lanbook.com/view/book/5107/> Семенов Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях
3. <http://www.stroyplan.ru/docs.php?showitem=43700> Гапоненко, Александр Макарович. Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях
4. [http://inocentr.com/educational\\_materials/energосber%20v%20teploteh%20i%20tehnolog%20D%20anilov%20O%20L%20.pdf](http://inocentr.com/educational_materials/energосber%20v%20teploteh%20i%20tehnolog%20D%20anilov%20O%20L%20.pdf) Электронный учебник : МЭИ под ред. Данилова О.Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях  
<http://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/russian-database.php>.

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

- 1) Вебинар – оформление строительных чертежей в системе ЕСКД  
[http://www.youtube.com/watch?v=UyI\\_hnnZeR0](http://www.youtube.com/watch?v=UyI_hnnZeR0)
- 2) Теплоизоляция полых конструкций методом заливки ППУ  
<http://www.youtube.com/watch?v=qxmgG9myZBc>
- 3) АРМ Civil Engineering 2010 - построение конструкции  
<http://www.youtube.com/watch?v=yZr6NKdfv1Y>

Профессиональные программы (имеются на кафедре):

1. Программный пакет "Терлов".
2. Программный пакет "Старт" .
3. Программный пакет "Zulu Thermo"
4. Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы "Эколог " (версия 3).

## **I. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение лекционного материала, практических занятий и самостоятельной работы студентов направлено на углубленное изучение дисциплины «Термодинамический анализ», получение необходимых компетенций, позволяющих осуществлять вариантный расчет термодинамических параметров систем, создающих и поддерживающих оптимальный микроклимат в помещениях различного назначения.

В лекционном материале изложены принципы оптимизации систем на основе эксергетического метода термодинамического анализа.

На практических занятиях студенты реализуют принципы решения оптимизационных задач, полученных на лекциях. Прорабатывают варианты режимов работы теплообменных аппаратов, приобретают навыки их оптимизации, составляют собственные программы для расчетов при решении задач оптимизации, графического изображения чертежей на ПК.

Лекции должны проходить в мультимедийных аудиториях (Е-812, Е-814).

Практические занятия в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием (Е-814). Студенты могут приносить на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

На первом занятии студенты получают рабочий учебный план дисциплины, знакомятся с примерами темами лекций. Во время занятий у студентов формируется представление о правильном выборе термодинамических параметров, обеспечивающих эффективную эксплуатацию оборудования. В конце занятия студенты получают задание для самостоятельной работы и подготовке к следующему занятию.

Аналогично проходят все остальные практические занятия, в приложении II подробно указано каждое задание для самостоятельной работы и программа работы на занятии. Временной график самостоятельной работы студента по данной дисциплине приведен в приложении I.

Практически, на каждом занятии студенту предлагается сделать сообщение и представить презентацию, где он обосновывает принятые им решения при оптимизации систем. Другие студенты задают вопросы, комментируют, делают замечания и предложения. Оцениваются знания, как докладчика, так и оппонентов. Это мотивирует студентов проявлять высокую активность, более глубоко и широко изучать предложенные вопросы, а не замыкаться на собственном задании. Выступления студентов формируют навыки профессионального мышления, закрепляют профессиональную лексику, учат отстаивать принятые решения или соглашаться с лучшими предложениями.

Если студент не подготовил презентацию и сообщение к текущему занятию, то он может перенести их на следующее, но представляемый материал должен содержать информацию, как предыдущего занятия, так и текущего.

Наилучшей рекомендацией студентам – это подготовка к каждому занятию, что будет соответствовать плану выполнения работы, выдерживать технологию изучения дисциплины. В процессе обучения формируется рейтинг студентов, позволяющий дать оценку их знаний и представить в промежуточной аттестации.

Кроме аудиторных занятий предусмотрены еженедельные консультации по проблемам, возникшим у него при подготовке к текущему занятию или в процессе самостоятельной работы.

Студенты получают в электронном виде:

Конспект лекций по дисциплине;

Программу практических занятий;

Электронные и печатные каталоги оборудования, которые имеются на кафедре.

Студент пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ, кафедры и ведущего преподавателя.

В случае, если студент не набрал достаточно баллов в рейтинге, или его не устраивает оценка, которую он получил в результате систематической работы, то он готовится к зачету по вопросам, которые охватывают объем

знаний, предусмотренных дисциплиной «Термодинамический анализ». К зачету студент может быть допущен, если у него выполнены все задания по практическим занятиям по этой дисциплине.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Термодинамический анализ»**

Лекции должны проходить в мультимедийных аудиториях (Е-812, Е-814).

Практические занятия в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием (Е-814). Студенты могут приносить на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

Студенты получают по дисциплине в электронном виде:

Конспект лекций по дисциплине;

Программу практических занятий;

Справочную, учебную и научную литературу, необходимую при изучении дисциплины;

Электронные и печатные каталоги оборудования, которые имеются на кафедре.

Студент пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ, кафедры и ведущего преподавателя.

Студенты могут использовать в своей работе профессиональные программы, которые имеются на кафедре:

1. Программный пакет "Терлов".

2. Программный пакет "Старт" .

3. Программный пакет "Zulu Thermo"

4. Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы "Эколог " (версия 3).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Термодинамический анализ»  
Подготовки бакалавров по направлению — 08.03.01 Строительство,  
профиль Теплогазоснабжение и вентиляция  
Форма подготовки очная

**Владивосток  
2018**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине  
«Термодинамический анализ»,  
6 семестр – 90 часов самостоятельной работы.**

№ пп/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 недели К 3-ей недели	Подготовить теплообменные аппараты для эксергетического анализа	6 час.  6час.	обсуждение типов теплообменных аппаратов для эксергетического анализа, в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
2	1 неделя К 4-ой недели	Подготовка конкретных схем потоков эксергии для теплообменных аппаратов при различных вариантах контрольной поверхности.	5 час.  5час.	обсуждение конкретных схем потоков эксергии для теплообменных аппаратов при различных вариантах контрольной поверхности в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
3	2 недели К 5-ой недели	Определить эксергию покоящегося рабочего тела и его потока, эксергию теплоты.	6час.	обсуждение расчета эксергии покоящегося рабочего тела и его потока. эксергию теплоты, доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
4	2 недели К 7-ой недели	Выполнить расчет эксергии и подготовить сообщение о результатах расчета. Подготовить презентацию на тему: результаты расчета эксергии потока. Подготовить сообщение о вариантах схем расчета эксергии потока при различной контрольной поверхности	5часа  2 час  3 час	Студенты готовят сообщения по теме, доклад с презентациями, с последующим обсуждением.

5	2 недели К 9-ой недели	Подготовить тепловой расчет теплообменного аппарата. Подготовить представление расчета потоков эксергии теплообменного аппарата.	5 час.  5 час.	Представление вариантов теплового расчета теплообменного аппарата и потоков эксергии на ПК с использованием профессиональных программ.
6	2 недели К 12-ой недели	Выполнить расчет эксергетического к.п.д. теплообменного аппарата для различных режимов работы. Работа на ПК. Подготовить диаграмму эксергетического баланса теплообменного аппарата. Работа на ПК. Подготовить презентацию по результатам расчета.	5 час.  5 час.	Обсуждение, доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
7	1 неделя К 13-ой недели	Оптимизация термодинамических параметров работы теплообменного аппарата, подготовка презентаций	6 час.  6 час.	Обсуждение оборудования различных вариантов оптимизации, доклад в презентационной форме, дискуссия.
8	2 недели К 16-ой недели	Подготовить доклады для презентации по эксергетическому методу термодинамического анализа.	10 час	доклад в презентационной форме, обсуждение, дискуссия, выводы по теме.
9	2 неделя К 18-ой недели	Подготовить обсуждение термодинамического анализа теплообменного аппарата в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.	10 час	По результатам рейтинга оценить работу студентов в семестре

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению:**

Задания №№ 1, 2 – изучение методов термодинамического анализа теплообменного аппарата, особенности которого студенты изучают на первой неделе занятий. Определение тепловых потоков на основе 1 начала термодинамики, Определение энтропийного баланса на основе 2 начала термодинамики. Работа на ПК.

Задания №№ 3, 4,5,6 – изучение эксергетического метода термодинамического анализа на основе потоков эксергии теплообменного аппарата.

Задания №№ 7,8 – определение эксергетического к.п.д. и оптимизация термодинамических параметров работы теплообменного аппарата, подготовка презентаций

Задание №№ 8,9 — подготовка презентации доклада по результатам термодинамического анализа.



### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы:**

В описательной части работы должны быть приведены современные методы термодинамического анализа, методика расчета, обоснование способа оптимизации.

Расчетная часть работы должны содержать обоснование выбранной методики расчета, основные расчетные зависимости со ссылками на источники, алгоритмы расчетов (не зависимо от того, какая программа расчета была использована), результаты расчета в табличной форме и выводы о соответствии СП. Работа должна быть оформлена в виде фрагмента пояснительной записки в электронном виде. По результатам расчета должны быть подготовлены презентации.

Графическая часть работы должна быть выполнена в профессиональной программе и содержать графическую часть разрез теплообменного аппарата. Работа представляется для всеобщего обсуждения мультимедийно, затем после замечаний и предложений, полученных в ходе обсуждения, вносятся исправления, работа должна соответствовать требованиям СП. Графическая часть должна быть представлена в электронном виде.

По всем частям работы подготовлены презентации, которые представляются студентами при обсуждении на занятиях.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы:**

На 18 занятиях студентам предоставлена возможность сделать сообщение и презентовать выполненную работу, это оценивается баллами от 1 до 3. Оценивается активность студентов при обсуждении представленных работ баллами от 1 до 2.

На последних трех занятиях происходит обсуждение работы. При обсуждении допускается всем задавать вопросы, касающиеся не только представляемой

работы, но и нормативных документов и теоретической части курса.

Качество выполненной работы оценивается следующим образом:

Пояснительная и расчетная часть - максимальное число баллов – 40;

Графическая часть - максимальное число баллов – 40;

Ответы на вопросы - максимальное число баллов – 20;

100-60 баллов – соответствуют оценке «зачтено»

Ниже 60 баллов – работа не зачитывается.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Термодинамический анализ»**  
**Направление подготовки 08.03.01 Строительство**  
Бакалаврская программа  
«Теплогасоснабжение и вентиляция»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2018**

**Перечень оценочных средств (ОС), используемый при изучении дисциплины «Современные тенденции развития систем отопления и вентиляции».**

**В седьмом семестре**

**УО-3, УО-4** – Доклад или сообщение в презентационной форме, дискуссия, полемика, диспут, дебаты.

Темы докладов, сообщений:

1. Представить чертежи теплообменного аппарата.
2. Подготовить и доложить - тепловой расчет теплообменного аппарата.
3. Представить конкретные схемы потоков эксергии для теплообменных аппаратов при различных вариантах контрольной поверхности.
4. Предложить алгоритм расчета эксергии и подготовить сообщение о результатах расчета.
5. Предложить алгоритм расчета эксергии покоящегося рабочего тела и его потока. Эксергия теплоты.
6. Подготовить варианты схем расчета эксергии потока при различной контрольной поверхности.
7. Изучить и представить варианты схем расчета эксергии потока при различной контрольной поверхности.
8. Докладить о выполнении расчета эксергетического к.п.д. теплообменного аппарата для различных режимов работы. Работа на ПК.
9. Изучить и доложить о практической пригодности различных видов энергии и различные ее проявления.
10. Описать контроль общих принципов реализации тепловых процессов.
11. Представление и сопоставление результатов оптимизации работы теплообменного аппарата на основе эксергетического метода термодинамического анализа.
12. Профессиональные программ для работы на ПК.

**Вопросы для промежуточной аттестации – зачет по курсу "Термодинамический анализ" в шестом семестре** в устной форме по вопросам или по результатам рейтинга студентов.

1. Значение окружающей среды в промышленных энергетических процессах.
2. Эксергия – функция состояния.
3. Практическая пригодность различных видов энергии и различные ее проявления.
4. Полное использование практической энергетической пригодности вещества.
5. Различие видов эксергии.
6. Эксергия рабочего тела – для систем, включающих рабочее тело и окружающую среду.

7. Эксергия покоящегося рабочего тела.
8. Эксергия потока энергии.
9. Эксергия теплоты.
10. Термическая эксергия продуктов сгорания.
11. Термическая эксергия водяного пара и воды.
12. Термическая эксергия хладагентов.
13. Химическая эксергия топлива.
14. Уравнение эксергии.
15. Виды и характеристики потерь эксергии.
16. Внутренние потери связаны с необратимостью процессов.
17. Внешние потери связаны с условиями сопряжения системы с окружающей средой.
18. Диаграмма потоков и потерь эксергии.
19. Составление эксергетического баланса.
20. Эксергетический к.п.д.
21. Определение путей повышения экономичности теплового процесса.
22. Коэффициент ценности тепла.
23. Использование эксергии в экономике.
24. Оптимизация термодинамических параметров тепловых процессов.
25. КПД классических тепловых машин.

**Паспорт фонда оценочных средств**  
**по дисциплине «Термодинамический анализ», практические занятия.**  
(наименование дисциплины, вид практики)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ПК-1</b> знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	Знает	нормативную базу в области проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест.
	Умеет	с точностью определить требования, которые предъявляются к ограждающим конструкциям конкретного объекта строительства или реконструкции, учитывая район застройки, климатологические факторы и показатели, ориентацию, тип, вид и назначение объекта.
	Владеет	методиками расчета основных теплофизических показателей ограждающих конструкций в соответствии с действующими нормативными документами.
<b>ПК-2</b> владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Знает	Особенности теплотехнических расчетов с использованием систем автоматизированного проектирования, способы проверки компьютерных моделей на адекватность.
	Умеет	Работать в специализированных программных комплексах для расчетов, связанных с тепловой защитой зданий и сооружений.
	Владеет	Навыками расчета теплофизических характеристик ограждающих конструкций как аналитическим, так и численным методом. методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
<b>ПК-6</b> способность осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы	Знает	законы термодинамики; основные термодинамические процессы; методы термодинамического анализа; циклы теплосиловых, холодильных установок и компрессорных машин
	Умеет	организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства
	Владеет	методикой анализа эффективности сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства

**КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА  
«Термодинамический анализ», (шестой семестр).**

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тепловой баланс теплообменного аппарата и подготовка к эксергетическому анализу	ПК-1,	Знает	УО-3,	1,2,3,
			Умеет	УО-4	4,5,6,8,
			Владеет	УО-3, УО-4	10,7,14,9
2	Определение потоков эксергии теплообменного аппарата	ПК-2,	Знает	УО-3, УО-4	11,12,13
			Умеет	УО-4	16,17, 15
			Владеет	УО-3, УО-4	18,19,20
3	Оптимизация термодинамических параметров теплообменного аппарата и его к.п.д. Проверка расчетов. Работа на ПК.	ПК-6	Знает	УО-3, УО-4	19,20,
			Умеет	УО-3, УО-4	21,22,23,
			Владеет	УО-3, УО-4	24,25,
4	Представление результатов термодинамического анализа в виде презентаций.	ПК-1, ПК-2, ПК-6	Знает Умеет Владеет	УО-3, УО-4,	1-25
5	Зачет по дисциплине	ПК-1,ПК-2, ПК-6,	Знает Умеет Владеет	По результатам рейтинга или в устной форме	1-25

**Содержание методических рекомендаций,  
определяющих процедуры оценивания результатов освоения  
дисциплины (практики) «Термодинамический анализ»**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Термодинамический анализ» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Термодинамический анализ» проводится в форме контрольных мероприятий: доклад в презентационной форме, обсуждение результатов расчета, доклад в презентационной форме, дискуссия, представление работы на ПК с использованием профессиональных программ, оценивание фактических результатов обучения студентов осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- **учебная дисциплина** (активность на занятиях, своевременность

выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине) - оценивается баллами в плане –рейтинге дисциплины;

- **степень усвоения теоретических знаний** – оценивается по докладам в презентационной форме, дискуссии;

- **уровень овладения практическими умениями и навыками** по всем видам учебной работы - оценивается по докладам в презентационной форме, дискуссиям, выводам по теме, обсуждением результатов расчета;

- **результаты самостоятельной работы** оцениваются по представлению выполненной работы на ПК с использованием профессиональных программ.

#### **Промежуточная аттестация студентов.**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «**Термодинамический анализ**» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточной аттестацией предусмотрен зачет по дисциплине в форме ответов на вопросы в устной форме или оцениваются по результатам рейтинга.

#### **Перечень вопросов для промежуточной аттестация студентов по дисциплине «Термодинамический анализ»:**

1. Значение окружающей среды в промышленных энергетических процессах.
2. Эксергия – функция состояния.
3. Практическая пригодность различных видов энергии и различные ее проявления.
4. Полное использование практической энергетической пригодности вещества.
5. Различие видов эксергии.
6. Эксергия рабочего тела – для систем, включающих рабочее тело и окружающую среду.
7. Эксергия покоящегося рабочего тела.
8. Эксергия потока энергии.
9. Эксергия теплоты.
10. Термическая эксергия продуктов сгорания.
11. Термическая эксергия водяного пара и воды.
12. Термическая эксергия хладагентов.
13. Химическая эксергия топлива.
14. Уравнение эксергии.
15. Виды и характеристики потерь эксергии.
16. Внутренние потери связаны с необратимостью процессов.
17. Внешние потери связаны с условиями сопряжения системы с окружающей средой.
18. Диаграмма потоков и потерь эксергии.
19. Составление эксергетического баланса.
20. Эксергетический к.п.д.

21. Определение путей повышения экономичности теплового процесса.
22. Коэффициент ценности тепла.
23. Использование эксергии в экономике.
24. Оптимизация термодинамических параметров тепловых процессов.
25. КПД классических тепловых машин.

**Критерии выставления студенту «зачтено»  
по дисциплине  
«Термодинамический анализ»**

<b>Баллы</b> (рейтингово й оценки)	<b>Оценка</b> <b>экзамена</b> (стандартная)	<b>Требования к сформированным компетенциям</b> <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями.</i> <i>Привязать к дисциплине</i>
100-86	«зачтено»	«Зачтено» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85- 76	«зачтено»	«Зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	«зачтено»	«Зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



## Темы докладов, сообщений

по дисциплине

### «Термодинамический анализ»

Темы докладов, сообщений:

1. Представить чертежи теплообменного аппарата.
2. Подготовить и доложить - тепловой расчет теплообменного аппарата.
3. Представить конкретные схемы потоков эксергии для теплообменных аппаратов при различных вариантах контрольной поверхности.
4. Предложить алгоритм расчета эксергии и подготовить сообщение о результатах расчета.
5. Предложить алгоритм расчета эксергии покоящегося рабочего тела и его потока. Эксергия теплоты.
6. Подготовить варианты схем расчета эксергии потока при различной контрольной поверхности.
7. Изучить и представить варианты схем расчета эксергии потока при различной контрольной поверхности.
8. Докладить о выполнении расчета эксергетического к.п.д. теплообменного аппарата для различных режимов работы. Работа на ПК.
9. Изучить и доложить о практической пригодности различных видов энергии и различные ее проявления.
10. Описать контроль общих принципов реализации тепловых процессов.
11. Представление и сопоставление результатов оптимизации работы теплообменного аппарата на основе эксергетического метода термодинамического анализа.
12. Профессиональные программы для работы на ПК.

Критерии оценки доклада или сообщения, выполненных в форме презентаций:

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Изучил методы и приемы анализа различных методов термодинамического анализа, применяемых в разрабатываемых системах, знаком с положениями СП и СНиП, знает отечественное и зарубежное оборудование, его достоинства и недостатки.

✓ 85-76 - баллов выставляется студенту, если он аргументировал своё мнение по сформулированной проблеме, точно определив ее содержание и составляющие характеризуются смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы.

✓ 75-61 баллов выставляется студенту, если он проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой

теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если его работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без комментариев и анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация не логически связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Составитель \_\_\_\_\_ А.С. ШТЫМ