

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет  
имени Владимира Даля»

Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального  
хозяйства

Кафедра вентиляции, теплогазо- и водоснабжения

УТВЕРЖДАЮ

Директор института строительства,  
архитектуры и жилищно-  
коммунального хозяйства  
д.т.н. проф. Андричук Н.Д.



« 11 » 07 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В  
ТЕХНИКЕ»**

По направлению подготовки 08.04.01 Строительство

Магистерская программа «Теплогазоснабжение населенных мест и  
предприятий»

Луганск – 2023

## Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехнические и газодинамические процессы в технике» по направлению подготовки 08.04.01 Строительство. – 23 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехнические и газодинамические процессы в технике» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «31» мая 2017 года № 482.

### СОСТАВИТЕЛИ:

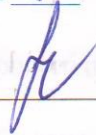
д.т.н., проф кафедры вентиляции, теплого- и водоснабжения Андрийчук Н.Д.  
к.т.н., доцент кафедры вентиляции, теплого- и водоснабжения Ремень В.И.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры вентиляции, теплого- и водоснабжения «12» 04 2023 года, протокол № 1

Заведующий кафедрой ВТГВ  /Андрийчук Н.Д./

Переутверждена: «  »    20   года, протокол №   

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства «13» 04 2023 года, протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии института ИСА и ЖКХ  /Ремень В.И./

## **Структура и содержание дисциплины**

### **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

**Цель изучения дисциплины** – изучение студентами методов применения законов гидрогазодинамики для решения задач теплогазоснабжения, включающих расчет газовых трактов котлов, расчет параметров изотермических и неизотермических, конвективных струй, теплотехнические и газогидравлические расчеты систем.

#### **Задачи:**

-развить навыки самостоятельного ориентирования в широком круге теоретических и прикладных вопросов в области гидрогазодинамики теплогазоснабжения в целом, которые необходимы магистру для понимания основ функционирования, происходящих процессов, проектирования, а также эксплуатации систем теплогазоснабжения, интенсификации и оптимизации современных энерготехнологических процессов, выявления и использования вторичных энергоресурсов;

-сформировать общее представление о постановке и методах решения теплового, влажностного, газового и воздушного режима систем теплогенераторов, как единой системы обеспечения заданных параметров заданных гидрогазодинамических процессов;

-научить студента умению использовать теоретические положения и методы расчета в процессе проектирования и эксплуатации систем обеспечения функционирования теплотехнического оборудования в технике.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Теплотехнические и газодинамические процессы в технике» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блок Б1.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания технической термодинамики, тепломассообмена, гидрогазодинамики, физико-химических основ горения топлива), основных законов, управляющих процессами получения и преобразования тепловой энергии, методов анализа эффективности использования теплоты, методы теплосбережения.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: городские, поселковые и внутридомовые системы теплогазоснабжения и пусконаладочные работы систем теплогазоснабжения и служит основой для освоения дисциплин: энергосберегающие технологии в системах теплогазоснабжения и современная методология расчетов систем теплогазоснабжения и основы современных систем теплогазоснабжения.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
<p>ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук</p>	<p>ОПК-1.1.Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление.</p>	<p><i>Знать:</i> фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление.</p>
	<p>ОПК-1.2.Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий.</p>	<p><i>Уметь:</i> составлять математические модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий.</p>
	<p>ОПК-1.3.Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.4.Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности</p>	<p><i>Владеть:</i> навыком оценки адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности; навыком применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-5. Способен вести и организовывать проектно-изыскательские работы в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением</p>	<p>ОПК-5.1.Определение потребности в ресурсах и сроков проведения проектно- изыскательских работ. ОПК-5.2.Выбор нормативно-правовых и нормативно- технических документов в сфере архитектуры и строительства, регулирующих создание безбарьерной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения. ОПК-5.3.Подготовка заданий на изыскания для инженерно-технического проектирования. ОПК-5.4.Подготовка заключения на результаты</p>	<p><i>Знать:</i> потребности в ресурсах и сроков проведения проектно-изыскательских работ; нормативно-правовых и нормативно- технических документов в сфере архитектуры и строительства, регулирующих создание безбарьерной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения. <i>Уметь:</i> подготавливать задания на изыскания для инженерно-технического проектирования; подготовка заключения на результаты изыскательских работ; устанавливать и</p>

	<p>изыскательских работ. ОПК-5.5.Подготовка заданий для разработки проектной документации. ОПК-5.6.Постановка и распределение задач исполнителям работ по инженерно-техническому проектированию, контроль выполнения заданий. ОПК-5.7.Выбор проектных решений области строительства и жилищно-коммунального хозяйства. ОПК-5.8.Контроль соблюдения требований по доступности для инвалидов и других маломобильных групп населения при выборе архитектурно-строительных решений зданий и сооружений.</p>	<p>распределять задачи исполнителям работ по инженерно-техническому проектированию, контроль выполнения заданий. <i>Владеть:</i> выбор проектных решений области строительства и жилищно-коммунального хозяйства; навыком контроля соблюдения требований по доступности для инвалидов и других маломобильных групп населения при выборе архитектурно-строительных решений зданий и сооружений.</p>
<p>ПК-1. Способность выполнять и организовывать научные исследования объектов инженерной инфраструктуры населенных мест и предприятий.</p>	<p>ПК-1.1.Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок.</p>	<p><i>Знать:</i> методы и средства планирования и организации исследований и разработок.</p>
	<p>ПК-1.2.Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.</p>	<p><i>Уметь:</i> оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.</p>
	<p>ПК-1.3.Имеет практический опыт организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок.</p>	<p><i>Владеть:</i> практическим опытом организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок.</p>

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Объем учебной дисциплины (всего)</b>	<b>108</b> (3 зач. ед)	<b>108</b> (3 зач. ед)
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего)</b>	<b>56</b>	<b>12</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	<b>28</b>	<b>6</b>
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	<b>28</b>	<b>6</b>

Лабораторные работы	-	-
<b>Курсовая работа</b> (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.)	+	+
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>52</b>	<b>96</b>
Форма аттестации	экзамен	экзамен

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### **Тема 1. ВВЕДЕНИЕ**

Предмет теплотехники, его место при подготовке специалистов транспорта, строительных и дорожных машин и оборудования, задачи курса, связь со смежными дисциплинами, распределение учебного времени, виды и организация занятий, отчетности по ним, вид и организация проведения промежуточной аттестации

### **Тема 2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

Уравнения состояния. Первый закон термодинамики. Газовые процессы. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Газовые циклы тепловых машин. Реальные газы. Водяной пар. Циклы паротурбинных установок

### **Тема 3. ТЕПЛОМАСООБМЕН**

Теплопроводность. Закон Фурье. Температурное поле. Градиент температуры. Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности. Тепловой поток. Граничные условия. Теплопроводность при стационарном и нестационарном режимах. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенок. Регулирование интенсивности теплопередачи. Нестационарная теплопроводность. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Режимы движения жидкости. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Основы теории подобия. Критериальные уравнения, обобщение опытных данных на основе теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Теплоотдача при кипении и конденсации. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между телами, экранирование. Излучение газов и паров. Процессы сложного теплообмена. Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения рекуперативных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты теплообменных аппаратов. Массообмен.

### **Тема 4. ГИДРОГАЗОДИНАМИКА**

Гидростатика. Гидродинамика. Физические свойства жидкостей. Гидростатика. Давление жидкости на стенки. Определения кинематики

жидкости. Уравнение неразрывности. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Измерение полного напора, трубка Пито. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Расходомер. Кавитация. Гидравлические сопротивления расчет трубопроводов. Гидравлический удар в трубах. Уравнение количества движения. Потери напора по длине трубы. Местные сопротивления. Гидравлический расчет трубопровода Гидравлический удар в трубах. Газодинамика. Адиабатные соотношения. Скорость звука, число Маха. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорость газа. Связь скорости газа с сечением потока. Сопло Лавая. Параметры изоэнтропического торможения газа. Истечение газа.

### ***Тема 5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ГИДРОГАЗОДИНАМИКА.***

Безвихревое и вихревое течение. Циклонные аппараты. Функция тока. Потенциал скорости. Циркуляция скорости, подъемная сила крыла. Влияние вязкости. Критерии подобия, моделирование в гидрогазодинамике. Пограничный слой, его расчет. Отрыв пограничного слоя, сопротивление при отрывном обтекании. Крыло и лопаточная решетка в газовом потоке. Распыливание жидкостей. Диффузоры. Эжекторы. Турбулентные струи - свободные, ограниченные, полуограниченные.

### ***Тема 6. ТОПЛИВО И ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ***

Характеристики органических топлив. Виды органических топлив, применяемых в теплоэнергетике, металлургии и на транспорте. Состав и характеристики твердого, жидкого и газового топлива. Условное топливо и виды искусственных топлив.

Уравнения сгорания и физико-химические основы горения топлива. Стехиометрические соотношения горения компонентов топлива. Количество воздуха, теоретически необходимое для полного сжигания топлива. Коэффициент избытка воздуха Объемы и состав продуктов сгорания. Уравнения полного неполного сгорания. Уравнения теплового баланса процесс горения. Тепловые и температурные характеристики продуктов сгорания.

Общая характеристика процесса сгорания. Элементы кинетики реакций горения: параметры смесей и реакций, скорость и теплота реакции, закон Аррениуса и константа равновесия. Цепная теория процесса сгорания. Тепловое самовоспламенение. Возникновение и распространение пламени. Ламинарная, диффузионная и турбулентная зоны горения факела. Стабилизация пламени и процесса сгорания.

Процессы сгорания жидкого, газообразного и твердого топлива. Процессы распыливания и испарения топлива. Образование рабочей смеси, ее воспламенение и горение. Образование оксидов азота, оксидов углерода, различных углеводородов, сажи, оксидов серы и других соединений. Расчет процесса горения топлива. Материальный и тепловой балансы процесса горения. Способы интенсификации сжигания топлива.

## **Тема 7.ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА**

Теплоснабжение предприятий и населенных пунктов. Экономия энергоресурсов. Системы теплоснабжения. Источники теплоснабжения. Вторичные энергоресурсы. Биотопливо и установки для его сжигания. Энергосбережение и снижение вредных примесей. Энергосберегающие теплообменные установки на тепловых насосах и тепловых трубах. Выход вторичных энергоресурсов и экономия от их использования. Токсичные выбросы в окружающую среду. Снижение вредных выбросов и сбросной теплоты

### **4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение	4	-
2	Техническая термодинамика	4	1
3	Тепломассообмен	4	1
4	Гидрогазодинамика	4	1
5	Техническая гидрогазодинамика.	4	1
6	Топливо и теория горения	4	1
7	Промышленная теплоэнергетика	4	1
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	<b>6</b>

### **4.4. Практические занятия**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Расчет изменения параметров термодинамических систем при протекании основных термодинамических процессов.	4	1
2	Применение I и законов термодинамики. Расчеты термодинамических функций термодинамических систем. Кпд теплосиловых циклов.	4	1
3	Расчеты тепловых потоков и распределения температур в многослойных системах	4	1
4	Истечение газа через сопла, эжекция и инжекция.	4	1
5	Определение параметров свободной турбулентной струи	4	1
6	Расчет процесса горения топлива. Материальный и тепловой балансы процесса горения.	4	1



7	Термодинамика паровых теплосиловых установок	4	-
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	<b>6</b>

#### 4.5. Лабораторные работы не предполагаются учебным планом.

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название разделов	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	4	2
2	Техническая термодинамика	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	8	16
3	Тепломассообмен	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	8	16
4	Гидрогазодинамика	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	8	16
5	Техническая гидрогазодинамика.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	8	16
6	Топливо и теория горения	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	8	16
7	Промышленная теплоэнергетика	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному	8	14

		контролю знаний и умений.		
	Итого:		<b>52</b>	<b>96</b>

#### **4.7.Индивидуальное задание.**

Темой работы является:

Проектирование, теплотехнический и гидродинамический расчет элементов систем ТГВ

#### **5.Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального

содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

## **6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература**

1. Новикова А.М. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Новикова А.М., Кудрявцев А.В., Иваненко И.И.— Электрон, текстовые данные.— Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 140 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58534.html>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Копко В.И. Теплоснабжение. Курс лекций М. из-во АСВ, 2014.-112 с. - Режим доступа: <https://www.livelib.ru/book/1001350233/about-teplosnabzhenie-kurs-lektsij-viktor-kopko>
3. Орлов М.Е. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен. Учебное пособие, г. Ульяновск. (УлГТУ).: 2013.- 204 с.-Режим доступа: <https://www.twirpx.com> > file
4. Самарин О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем: Справоч. пособие.-М.: Из-во АСВ,2014.-112с.- Режим доступа:[alltermeh.ru](http://alltermeh.ru) > teplomassoobmen > book\_tplomassoobmeh

### **б) дополнительная литература**

1. Белевич М.Ю. Гидромеханика. Основы классической теории [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белевич М.Ю.— Электрон, текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006.— 213 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17911.html>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Варсегова Е.В., Осипова Л.Э. Техническая гидромеханика. Учебно-методическое пособие для бакалавров для направления подготовки 08.03.01 и магистров направления подготовки 08.04.01 «Строительство». Казань: Изд-во КГАСУ, Казань, 2017. - 106 с.- Режим доступа: <https://chertezhi.ru> > modules > ebook >
3. Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. «Основы гидравлики и теплотехники» Учебник - М.: Издательство АСВ, 2014, 424с.-Режим доступа:<https://www.studmed.ru>.
4. Цветков Ф.Ф., Керимов Р.В., Величко В.И. Задачник по тепломассообмену. г. Москва. АСВ, 2008.- 195 с.- Режим доступа: <https://www.studmed.ru> > cvetkov-ff-kerimov-rv-velichko-vi-zadachnik-p...

### **в) Методические указания к практическим занятиям**

1. Термодинамические расчеты тепловых установок: метод. указания к РГР по дисциплине «Теплотехника и ТТО»/сост. Ю.С. Вытчиков, Ю.Н. Зотов и др.; Самарский гос. арх.– строит. университет. - Самара, 2007.- 40с.
2. Ивания С.П. Теплотехника: методические указания к выполнению РГЗ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С.П. Ивания; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа:
3. Жуховицкий Д.Л. Контрольная работа по теплотехнике (задания и методические указания). - М.: 1998.

### **г) интернет-ресурсы**

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
  2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
  3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
  4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
  5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
  6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
  7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
  8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
- Электронные библиотечные системы и ресурсы
9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
  10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru»
  11. <http://www.iprbookshop.ru>
  12. <https://chertezhi.ru> ›

### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>  
Научно-техническая библиотека ИСА и ЖКХ

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Теплотехнические и газодинамические процессы в технике» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет (при необходимости добавить специальное оборудование, которым оснащена академическая аудитория).

## Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	FirefoxMozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	FarManager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Теплотехнические и газодинамические расчеты в технике»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.1 ОПК-1.2. ОПК-1.3 ОПК-1.4	Тема 1 Введение	1
				Тема 2. Техническая термодинамика	1
				Тема 3. Тепломассообмен	1
				Тема 4. Газодинамика	1
				Тема 5. Техническая гидрогазодинамика.	1
				Тема 6. Топливо и теория горения	1
				Тема 7. Промышленная теплоэнергетика	1
2.	ОПК-5	Способен вести и организовывать проектно-исследовательские работы в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением	ОПК-5.1 ОПК-5.2. ОПК-5.3 ОПК-5.4 ОПК-5.5 ОПК-5.6 ОПК-5.7 ОПК-5.8	Тема 1 Введение	1
				Тема 2. Техническая термодинамика	1
				Тема 3. Тепломассообмен	1
				Тема 4. Газодинамика	1
				Тема 5. Техническая гидрогазодинамика.	1
				Тема 6. Топливо и теория горения	1
				Тема 7. Промышленная теплоэнергетика	1
3.	ПК-1	Способность выполнять и организовывать	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Тема 1 Введение	1
				Тема 2. Техническая термодинамика	1

	ь научные исследования объектов инженерной инфраструктуры населенных мест и предприятий.	Тема 3. Тепломассообмен	1
		Тема 4. Гидрогазодинамика	1
		Тема 5. Техническая гидрогазодинамика.	1
		Тема 6. Топливо и теория горения	1
		Тема 7. Промышленная теплоэнергетика	1

### Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2. ОПК-1.3 ОПК-1.4	<i>Знать:</i> фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление. <i>Уметь:</i> составлять математические модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий. <i>Владеть:</i> -навыком оценки адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности; -навыком применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8.	Вопросы для обсуждения (в виде сообщений), контрольные работы, индивидуальное задание, вопросы на экзамен
2.	ОПК-5	ОПК-5.1 ОПК-5.2. ОПК-5.3 ОПК-5.4 ОПК-5.5 ОПК-5.6	<i>Знать:</i> -потребности в ресурсах и сроков проведения проектно-изыскательских работ; -нормативно-правовые и нормативно-технические документы в сфере архитектуры	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6,	Вопросы для обсуждения (в виде сообщений), контрольные работы,

		ОПК-5.7 ОПК-5.8	и строительства, регулирующих создание безбарьерной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения. <i>Уметь:</i> -подготавливать задания на изыскания для инженерно-технического проектирования; подготовка заключения на результаты изыскательских работ; -устанавливать и распределять задачи исполнителям работ по инженерно-техническому проектированию, контроль выполнения заданий. <i>Владеть:</i> -навыком выбора проектных решений области строительства и жилищно-коммунального хозяйства; -навыком контроля соблюдения требований по доступности для инвалидов и других маломобильных групп населения при выборе архитектурно-строительных решений зданий и сооружений.	Тема 7, Тема 8.	индивидуальное задание, вопросы на экзамен
3.	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	<i>Знать:</i> методы и средства планирования и организации исследований и разработок. <i>Уметь:</i> оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. <i>Владеть:</i> практическим опытом организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8.	Вопросы для обсуждения (в виде сообщений), контрольные работы, индивидуальное задание, вопросы на экзамен

### **Оценочные средства по дисциплине «Теплотехнические и газодинамические процессы в технике»**

#### **Вопросы для обсуждения (в виде сообщений):**

1. Уравнения состояния. Первый закон термодинамики. Газовые процессы. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Газовые циклы тепловых машин. Реальные газы. Водяной пар. Циклы паротурбинных установок
2. Теплопроводность. Закон Фурье. Температурное поле. Градиент температуры. Коэффициенты теплопроводности и



- температуропроводности. Тепловой поток. Граничные условия. Теплопроводность при стационарном и нестационарном режимах. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенок. Регулирование интенсивности теплопередачи. Нестационарная теплопроводность.
3. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Режимы движения жидкости. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Основы теории подобия. Критериальные уравнения, обобщение опытных данных на основе теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Теплоотдача при кипении и конденсации.
  4. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между телами, экранирование. Излучение газов и паров. Процессы сложного теплообмена.
  5. Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения рекуперативных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты теплообменных аппаратов. Массообмен
  6. Гидростатика. Гидродинамика. Физические свойства жидкостей. Гидростатика. Давление жидкости на стенки. Определения кинематики жидкости. Уравнение неразрывности. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Измерение полного напора, трубка Пито. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Расходомер. Кавитация. Гидравлические сопротивления расчет трубопроводов. Гидравлический удар в трубах. Уравнение количества движения. Потери напора по длине трубы. Местные сопротивления. Гидравлический расчет трубопровода. Гидравлический удар в трубах.
  7. Газодинамика. Адиабатные соотношения. Скорость звука, число Маха. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорость газа. Связь скорости газа с сечением потока. Сопло Лаваля. Параметры изоэнтропического торможения газа. Истечение газа
  8. Безвихревое и вихревое течение. Циклонные аппараты. Функция тока. Потенциал скорости. Циркуляция скорости, подъемная сила крыла. Влияние вязкости. Критерии подобия, моделирование в гидрогазодинамике. Пограничный слой, его расчет. Отрыв пограничного слоя, сопротивление при отрывном обтекании. Крыло и лопаточная решетка в газовом потоке. Распыливание жидкостей. Диффузоры. Эжекторы. Турбулентные струи - свободные, ограниченные, полуограниченные.
  9. Характеристики органических топлив. Виды органических топлив, применяемых в теплоэнергетике, металлургии и на транспорте. Состав и характеристики твердого, жидкого и газового топлива. Условное топливо и виды искусственных топлив.
  10. Уравнения сгорания и физико-химические основы горения топлива. Стехиометрические соотношения горения компонентов топлива.

Количество воздуха, теоретически необходимое для полного сжигания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Объемы и состав продуктов сгорания. Уравнения полного и неполного сгорания. Уравнения теплового баланса процесса горения. Тепловые и температурные характеристики продуктов сгорания.

11. Общая характеристика процесса сгорания. Элементы кинетики реакций горения: параметры смесей и реакций, скорость и теплота реакции, закон Аррениуса и константа равновесия. Цепная теория процесса сгорания. Тепловое самовоспламенение. Возникновение и распространение пламени. Ламинарная, диффузионная и турбулентная зоны горения факела. Стабилизация пламени и процесса сгорания.
12. Процессы сгорания жидкого, газообразного и твердого топлива. Процессы распыливания и испарения топлива. Образование рабочей смеси, ее воспламенение и горение. Образование оксидов азота, оксидов углерода, различных углеводородов, сажи, оксидов серы и других соединений. Расчет процесса горения топлива. Материальный и тепловой балансы процесса горения. Способы интенсификации сжигания топлива.
13. Теплоснабжение предприятий и населенных пунктов. Экономия энергоресурсов. Системы теплоснабжения. Источники теплоснабжения. Вторичные энергоресурсы. Биотопливо и установки для его сжигания.
14. Энергосбережение и снижение вредных примесей. Энергосберегающие теплообменные установки на тепловых насосах и тепловых трубах. Выход вторичных энергоресурсов и экономия от их использования.
15. Токсичные выбросы в окружающую среду. Снижение вредных выбросов и сбросной теплоты

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «сообщение»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	сообщение представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	сообщение представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	сообщение представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	сообщение представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

## Вопросы к контрольным работам:

1. Расчет изменения параметров термодинамических систем при протекании основных термодинамических процессов.
2. Применение I и законов термодинамики. Расчеты термодинамических функций термодинамических систем. КПД теплосиловых циклов.
3. Расчеты тепловых потоков и распределения температур в многослойных системах
4. Истечение газа через сопла, эжекция и инжекция.
5. Определение параметров свободной турбулентной струи
6. Расчет процесса горения топлива. Материальный и тепловой балансы процесса горения.
7. Термодинамика паровых теплосиловых установок
8. Методы расчетов турбулентных течений.
9. Исследование воздухоприемника постоянного сечения.
10. Исследование приточных струй.
11. Модели турбулентности.

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

### Темы индивидуальных заданий:

Проектирование, теплотехнический и гидродинамический расчет элементов систем ТГВ

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «индивидуальное задание»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

## Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Предмет гидромеханики систем теплогазоснабжения и вентиляции.
2. Физические характеристики и свойства жидкостей и газов (сжимаемость, вязкость и т.д.). Гипотеза сплошной среды в механике сплошных сред.
3. Модели жидкостей и газов (идеальная жидкость, вязкая жидкость, идеальный газ и т.д.).
4. Гидростатика. Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики.
5. Способы определения давления. Понятие полного, статического и динамического давления жидкости или газа. Избыточное, вакуумметрическое и атмосферное давление.
6. Основные понятия кинематики жидкости (в том числе поле скоростей, местные и средние скорости, расход, линии тока и траектория, трубка тока, струя и т.д.).
7. Точки зрения Лагранжа и Эйлера на движение сплошной среды.
8. Основные факторы, влияющие на критическое число Рейнольдса, соответствующее началу перехода от ламинарного течения к турбулентному в пограничном слое на пластине.
9. Статистический подход к описанию турбулентных течений. Методы осреднения
10. Основные характеристики турбулентности (кинетическая энергия турбулентности, степень турбулентности, Колмогоровский масштаб).
11. Каскадный перенос энергии в турбулентных течениях. Области энергетического спектра.
12. Уравнения динамики для осредненных величин. Уравнения Рейнольдса. Тензор напряжений Рейнольдса.
13. Уравнения пограничного слоя. Толщина пограничного слоя.
14. Термодинамические параметры состояния, процессы и системы.
15. Теплота, работа.
16. Термодинамическое равновесие.
17. Основные законы идеальных газов.
18. Уравнения Клапейрона и Клапейрона-Менделеева.
19. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Основные свойства газовых смесей.
20. Закон сохранения энергии.
21. Внутренняя энергия. Работа процесса. Обратимые и необратимые процессы. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Энтальпия. Теплоемкость газов. Энтропия.
22. Тепловая Ts-диаграмма.
23. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.
24. Политропные процессы.
25. Основные формулировки второго закона термодинамики.
26. Круговые термодинамические процессы.
27. Циклы и теорема Карно.

28. Математическое выражение 2 закона термодинамики. Уравнение Гюи-Стодолы.
29. Максимальная работа. Эксергия. Абсолютная термодинамическая температура.
30. Водяной пар. Влажный воздух
31. Водяной пар, парообразование при постоянном давлении.
32.  $p-v$ ,  $T-s$ ,  $i-s$  - диаграммы водяного пара.
33. Параметры влажного воздуха.
34.  $p-v$  - диаграмма влажного воздуха.
35.  $i-d$  - диаграмма влажного воздуха.
36. Уравнение первого закона термодинамики для потока.
37. Дросселирование газов и паров.
38. Сопла и диффузоры.
39. Истечение газа из простого сопла. Сопло Лавалья.
40. Понятие о теплообменных процессах.
41. Виды теплообмена.
42. Температурное поле и градиент температуры.
43. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
44. Граничные и начальные условия задач теплопроводности.
45. Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках при стационарном режиме и граничных условиях первого и второго рода.
46. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода.
47. Регулярный режим теплопроводности.
48. Теплопроводность при нестационарном режиме.
49. Основные понятия теории конвективного теплообмена.
50. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
51. Основы теории подобия.
52. Конвективный теплообмен в свободном и вынужденном потоке жидкости.
53. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.
54. Основные законы теплового излучения.
55. Сложный теплообмен.
56. Парообразование при постоянном давлении.
57. Диаграммы  $p-V$ ,  $T-s$ ,  $i-s$  парообразования.
58. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный процессы.
59. Условия возникновения дросселирования.
60. Адиабатное течение идеального газа в каналах.
61. Истечение реальных газов и паров.
62. Процессы в эжекторах и инжекторах
63. Цикл Карно.
64. Цикл Ренкина.
65. Расширение пределов рабочего процесса.
66. Пути повышения цикла паросиловых установок.
67. Атомные силовые установки.

- 68. Характеристика массообменных процессов.
- 69. Законы фазового равновесия. Механизм массообмена в системах.
- 70. Материальный баланс процессов массообмена.
- 71. Движущая сила процессов массообмена.
- 72. Абсорбция и десорбция.
- 73. Устройство и расчет абсорберов. Способы проведения десорбции.
- 74. Виды и устройства адсорберов. Адсорбция и десорбция.
- 75. Характеристика и виды сушки.
- 76. Расчет процесса конвективной сушки

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)