

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия  
имени Н.В. Верещагина»

Инженерный факультет

Кафедра Энергетические средства и технический сервис

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ

Специальность: 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и  
оборудования

Квалификация выпускника: техник-механик

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

Разработчики:

канд. техн. наук, доцент

Иванов И.И.,

канд. техн. наук, доцент

Бирюков А.Л.

Программа одобрена на заседании кафедры энергетических средств и технического сервиса 20 февраля 2025 года, протокол № 6.

Зав. кафедрой: канд. техн. наук, доцент

Бирюков А.Л.

Программа согласована на заседании методической комиссии инженерного факультета 20 февраля 2025 года, протокол № 6.

Председатель методической комиссии:

канд. техн. наук, доцент

Берденников Е.А.

## **1 Цель и задачи дисциплины**

*Цель* - формирование базовых знаний в области гидравлики и теплотехники; умений применять в практической деятельности законы термодинамики, знать и уметь экономно расходовать энергетические ресурсы, знаний конструкции теплосиловых установок и способы преобразования энергии.

*Задачи:*

- изучение основных законов и закономерностей дисциплины «Теплотехника» и освоение методов решения ее задач;
- ведение технической документации, связанной с монтажом, наладкой и эксплуатацией оборудования, средств автоматики и энергетических установок сельскохозяйственных предприятий;
- эксплуатация систем, тепло-, водо-, газоснабжения, а также утилизация отходов сельскохозяйственного производства;

## **2 Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина "Основы гидравлики и теплотехники" относится к общепрофессиональному циклу обязательной части дисциплин Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования.

Индекс по учебному плану – ОПЦ.07.

К числу входных знаний, навыков и компетенций студента, приступающего к изучению дисциплины "Основы гидравлики и теплотехники", должно относиться следующее:

- основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, дискретной математики.
- фундаментальные разделы физики, в т.ч. физические основы механики, молекулярную физику и термодинамику, электричество и магнетизм, оптику.
- умение использовать математический аппарат для обработки технической и экономической информации и анализа данных, связанных с машиноиспользованием и надежностью технических систем;
- умение использовать физические законы для овладения основами теории и практики инженерного обеспечения АПК;

Освоение учебной дисциплины "Основы гидравлики и теплотехники" базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении таких дисциплин, как «Инженерная графика». Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, необходимы для изучения последующих междисциплинарных курсов (МДК) профессиональных циклов: «Назначение и общее устройство тракторов и автомобилей», «Подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин и механизмов к работе», «Комплектование машинно-тракторных агрегатов для выполнения сельскохозяйственных работ», «Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования», «Технологические процессы ремонтного производства», «Материально-техническое обеспечение технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в организации» и являются базой для прохождения учебной и производственной практики.

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины "Основы гидравлики и теплотехники" направлен на формирование следующих компетенций:

ОК 01.; ОК 02.; ПК 1.1.; ПК 1.2.; ПК 1.3.; ПК 1.4.; ПК 1.5.; ПК 2.1.; ПК 2.2.; ПК 2.3.; ПК 2.4.; ПК 2.5.

#### **а) общие (ОК):**

ОК-01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК-02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

#### **б) профессиональные (ПК):**

ПК-1.1. Выполнять приемку, монтаж, сборку и обкатку новой сельскохозяйственной техники, оформлять соответствующие документы.

ПК-1.2. Проводить техническое обслуживание сельскохозяйственной техники при эксплуатации, хранении и в особых условиях эксплуатации, в том числе сезонное.

ПК-1.3. Выполнять настройку и регулировку почвообрабатывающих, посевных, посадочных и уборочных машин, а также машин для внесения удобрений, средств защиты растений и ухода за сельскохозяйственными культурами.

ПК-1.4. Выполнять настройку и регулировку машин и оборудования для обслуживания животноводческих ферм, комплексов и птицефабрик.

ПК-1.5. Выполнять настройку и регулировку рабочего и вспомогательного оборудования тракторов и автомобилей.

ПК-2.1. Выполнять обнаружение и локализацию неисправностей сельскохозяйственной техники, а также постановку сельскохозяйственной техники на ремонт.

ПК-2.2. Проводить диагностирование неисправностей сельскохозяйственной техники и оборудования.

ПК-2.3. Определять способы ремонта (способы устранения неисправности) сельскохозяйственной техники в соответствии с ее техническим состоянием и ресурсы, необходимые для проведения ремонта.

ПК-2.4. Выполнять восстановление работоспособности или замену детали (узла) сельскохозяйственной техники.

ПК-2.5. Выполнять оперативное планирование выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники и оборудования.

После изучения дисциплины "Основы гидравлики и теплотехники" студент должен:

#### **знать:**

- основные законы теплотехники, необходимые для решения типовых задач в области эксплуатации и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования.

#### **уметь:**

- применять основные законы теплотехники при эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники и оборудования.

### **4 Структура и содержание учебной дисциплины**

#### 4.1 Структура учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	44	44
в том числе:		
Лекции (Л)	22	22
Лабораторные занятия (ЛЗ)	22	22
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	8	8
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
часы		
Общая трудоемкость, часы	52	52

#### 4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

##### **Раздел 1. Основы гидравлики**

Теоретические основы статики и динамики жидкости.

Введение. Основные понятия прикладной механики жидкости. Краткая история становления науки. Понятия о гидростатическом давлении в точке покоящейся жидкости. Свойства гидростатического давления. Независимость гидростатического давления от ориентировки площадки действия. Дифференциальные уравнения равновесия идеальной жидкости Леонарда Эйлера. Случай равновесия жидкости в поле силы тяжести. Интегрирование дифференциальных уравнений идеальной жидкости для случая равновесия в поле силы тяжести. Свойства потенциального напора. Простейшие гидравлические машины гидростатического действия: пресс, мультипликатор, аккумулятор. Основы технической гидродинамики. Основные аналитические методы исследования движения жидкости: Лагранжа, Эйлера, гидравлический. Уравнение баланса элементарного расхода. Уравнение баланса механической энергии для элементарного потока идеальной жидкости. Геометрическая и графическая интерпретации. Трубка Пито. Полный напор для целого потока. Вспомогательные положения для вывода уравнения Бернулли для целого потока. Уравнения Д. Бернулли для целого потока. Интегральная характеристика живого сечения. Примеры использования. Водомер Вентури.

##### **Раздел 2. Прикладная гидравлика**

Прикладные зависимости и инженерные расчёты потока жидкости.

Потери напора в длинном трубопроводе. Основное уравнение равномерного установившегося движения жидкости для «правильных русел». Гипотеза И. Ньютона в вязком трении. Расчет длинного трубопровода. Формула Вейсбаха – Дарси. Зоны и области гидравлического сопротивления. Водопроводная формула. Применение справочников для определения гидравлического уклона. Расчет короткого трубопровода. Общий характер местных потерь напора. Формула Вейсбаха. Сложение потерь напора. Суммарный коэффициент потерь напора. Пример расчета истечения в атмосферу. Расчет сложного трубопровода. Соединения трубопроводов. Случай расхода, равномерно распределенного по длине трубопровода. Водопровод животноводческой фермы. Методика расчета. Определение диктующей точки. Выбор водонапорной башни. Насосы и насосные станции. Подбор насоса для водопровода сельскохозяйственного назначения. Маркировка насосов. Порядок пуска и остановки насосов.

##### **Раздел 3. Основы теплотехники**

###### **Тема 3.1. Техническая термодинамика**

### **3.1.1. Введение**

Предмет теплотехники. Связь теплотехники с другими отраслями знаний. Основные исторические этапы становления теплотехники, роль теплотехники в научно-техническом прогрессе, развитии новой техники и технологии. Проблема экономии топливно-энергетических ресурсов, снижение норм расхода теплоты и топлива, использование вторичных энергоресурсов, защита окружающей среды. Использование возобновляемых источников энергии. Основные задачи курса.

### **3.1.2. Основные понятия и определения термодинамики**

Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы). Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение давлений компонентов. Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел.

### **3.1.3. Первый закон термодинамики**

Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия.  $PV$  и  $TS$  диаграммы.

### **3.1.4. Второй закон термодинамики**

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.

### **3.1.5. Термодинамические процессы**

Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение в координатах  $PV$  и  $TS$ . Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в  $PV$  и  $TS$  координатах. Водяной пар. Термодинамические таблицы воды и водяного пара,  $PV$ ,  $TS$ ,  $HS$ , диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и  $HS$  - диаграммы. Влажный воздух. Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха.  $hd$  - диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

### **3.1.6. Истечение и дросселирование газов и паров**

Основные положения. Уравнение истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Сопло Лавала. Действительный процесс истечения. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля - Томпсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Практическое использование процесса дросселирования.

### **3.1.7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах**

Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия. Полная работа, затраченная на привод компрессора.

Многоступенчатое сжатие. Изображение в PV и TS диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. КПД компрессора.

### **3.1.8. Термодинамические циклы**

Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС): Классификация и принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в PV и TS диаграммах. Сравнительный анализ. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Принцип действия ГТУ. Цикл ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты. Регенеративные циклы. Изображение циклов в PV и TS диаграммах. Циклы паросиловых установок. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Циклы холодильных установок. Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок

## **Тема 3.2 Теория теплообмена**

### **3.2.1 Теплопроводность**

Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, и цилиндрической стенок при граничных условиях 1 рода.

### **3.2.2 Конвективный теплообмен**

Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия. Основные определения. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия.

### **3.2.3. Теплопередача**

Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую, сферическую, и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.

### **3.2.4. Теплообмен излучением**

Общие понятия и определения. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Различные случаи теплообмен излучением.

### **3.2.5. Основы массообмена**

Основные понятия и определения. Фазовое равновесие.

## **Тема 3.3. Применение теплоты в сельском хозяйстве, промышленная энергетика**

### **3.3.1. Топливо, основы горения**

Виды сжигаемого топлива и их характеристика. Классификация топлив. Перспективы применения различных топлив в промышленности. Твердое, жидкое и газообразное топлива и их основные характеристики. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Структура топливного баланса страны и отрасли. Проблема экономии топлива и пути ее решения. Основы теории горения и организация сжигания топлив. Коэффициент избытка воздуха.

### **3.3.2. Основы энергосбережения.**

Основные направления экономии энергоресурсов в народном хозяйстве. Повышение эффективности энергетического и энергоиспользующего оборудования. Снижение энергопотерь, совершенствование учета и нормирования расхода энергоресурсов.

### 3.3.4 Вторичные энергетические ресурсы. Возобновляемые источники энергии

Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Общие положения и классификация ВЭР. Возможность использования ВЭР в отрасли. Роль ВЭР в топливно- и теплотреблении отрасли. Источники ВЭР отрасли и их использование.

### 4.3 Разделы учебной дисциплины и виды занятий

№ п.п.	Наименование раздела учебной дисциплины	Лекции	Лабораторные занятия	СРС	Всего
1	Основы гидравлики	12	10	4	26
2	Основы теплотехники	10	12	4	26
Итого:		22	22	8	52

### 4.4 Лабораторный практикум

#### Раздел 1. Основы гидравлики

№	Тема лабораторного практикума	Количество часов
1	Основные физические свойства жидкости. Приведение к СИ, Приборы и методы измерения давления, Энергетические характеристики покоящихся жидкостей и их определение, Определение силы давления на плоскую фигуру	2
2	Простейшие гидравлические машины гидростатического действия и их расчет, Определение местной скорости потока с помощью трубки Пито	2
3	Определение местной скорости потока с помощью трубки Пито, Изучение движения жидкости в диффузоре. Испытание водомера Вентури, Уравнение Д. Бернулли и его геометрическая интерпретация на лабораторном стенде, Изучение режимов движения жидкости на установке О. Рейнольдса, Изучение истечения жидкости в атмосферу из отверстий и насадков	2
4	Испытание центробежного насоса и построение его характеристик $p = 3000 \text{ мин}^{-1}$ , Испытание центробежного насоса с перестроением характеристик, Насосная установка и ее характеристики. Определение рабочей точки, Изучение устройства, работы и маркировки многосекционных и вихревых насосов	2
5	Изучение работы безбашенной электроводокачки, Водоподъемники сельскохозяйственного назначения. Особенности рабочего процесса, Гидропневмотранспортные установки в животноводстве (кормопроводы, навозопроводы)	2
Всего		10

#### Раздел 2. Основы теплотехники

Название лабораторной работы	Количество часов
1. Измерение давления	2
2. Измерение температуры	2
3. Измерение влажности воздуха	2

4. Измерение расхода и скорости движения вещества	2
5. Измерение количества теплоты	2
6. Изучение конструкции котельных установок	2
ВСЕГО:	12

## 5 Образовательные технологии

Объем аудиторных занятий: всего – 54 часа, в том числе лекций – 22 час, лабораторных работ – 22 часов.

82% - занятия в интерактивных формах от объема аудиторных занятий.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии и тема занятия	Кол-во часов
4	Лекция	Лекции – визуализации с использованием электронных плакатов производства ООО НПП «Учтех-Профи»; приложения Microsoft Office Power Point.	22
	ЛР	Защита лабораторных работ методом тестирования на ЭВМ.	8
Итого:			30

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 6.1 Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля

При изучении дисциплины "Основы гидравлики и теплотехники" самостоятельная работа студентов очной формы обучения в основном реализуется в форме следующих домашних заданий:

- Исследование цикла Тринклера – цикла двигателя внутреннего сгорания
- Исследование цикла энергетической установки, работающей по циклу Ренкина
- Проектирование рекуперативного охладителя молока при дойке.
- Проектирование системы отопления жилого или производственного помещения

Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов представлено в п.8 рабочей программы. Контроль выполнения домашнего задания осуществляется путем его индивидуальной защиты.

К самостоятельной работе студентов также относится:

- подготовка к защите лабораторных работ по контрольным вопросам для самопроверки;
- подготовка к сдаче экзамена и зачетов методом тестирования с предварительной выдачей вопросов к экзамену или зачету.

Самостоятельная работа студентов заочной формы обучения осуществляется на образовательном портале Вологодской ГМХА. Для методического обеспечения самостоятельной работы используются электронные курсы, разработанные в среде MOODLE.

Электронные курсы включают:

- методические рекомендации по изучению дисциплины;
- лекции;
- тесты;
- задания и методические указания к контрольным работам.

## **6.2 Контрольные вопросы для самопроверки**

### **Раздел 1. Основы гидравлики**

1. Каковы базовые единицы размерности в СИ
2. В каких единицах СИ измеряется давление жидкости
3. Каким прибором обычно измеряется избыточное давление
4. Как изменяется абсолютное давление с ростом заглубления.
5. В каких единицах измеряется потенциальный напор.
6. Как распределен потенциальный напор по жидкости.
7. В какой точке приложена сила давления жидкости на плоскую фигуру
8. Для какой цели предназначен гидравлический пресс
9. Для какой цели предназначен гидравлический аккумулятор
10. Какие характеристики потока следует отнести к местным.
11. В каких единицах измеряется расход жидкости
12. По какой формуле можно определить расход жидкости потоком
13. Уравнение Д. Бернулли представляет собой
14. С чем связаны потери напора потоком, в чем их причина
15. В каких единицах измеряется полный напор
16. Какая линия располагается выше всех
17. Зависит ли динамическая вязкость от давления
18. По какой формуле определяют потери напора в трубах
19. При последовательном соединении труб потери напора
20. Какие силы входят в уравнение баланса количества движения.
21. По какой формуле определяют потери напора на местных сопротивлениях
22. Каким символом обозначают насос на схемах
23. Где, как правило, больше напор?
24. Чья зависимость лежит в основе основного уравнения лопастных гидравлических машин
25. Рабочая точка насосной установки определяется
26. По какой формуле определяется расчетный технологический расход воды в водопроводе
27. Какая из характеристик канала относится к гидродинамической
28. Чем характеризуется безнапорный поток
29. Какими насосами перекачивают загрязненные жидкости
30. Защиту от перегрузок в объемном гидроприводе обеспечивает

### **Раздел 2. Основы теплотехники**

1. Предмет технической термодинамики. Параметры состояния рабочего тела. Уравнения состояния идеального газа. Термодинамический процесс
2. 1-й закон термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия, энтальпия
3. Вывод 1-го закона через энтальпию, через энтропию
4. Вывод 1-го закона для потока рабочего тела. Дать его анализ
5. Аналитическое и графическое исследование изохорного процесса
6. Аналитическое и графическое исследование изобарного процесса
7. Аналитическое и графическое исследование изотермического процесса
8. Аналитическое и графическое исследование адиабатного процесса
9. Аналитическое и графическое исследование политропного процесса
10. Теплоемкость рабочего тела в различных процессах. График зависимости теплоемкости от показателя политропы




11. Реальные газы. Фазовые переходы в координатах  $p-v$ ;  $T-s$ ;  $p-t$ . Работа и теплота фазового перехода
12. Диаграмма  $h-s$  водяного пара. Определение работы, теплоты, внутренней энергии в различных процессах по  $h-s$  диаграмме
13. Круговые процессы. Второй закон термодинамики.
14. Цикл Карно (прямой и обратный). Вывод термического КПД
15. Циклы теплосиловых установок. Цикл Тринклера. Координаты  $p-v$ ;  $T-s$ . Вывод термического КПД
16. Циклы теплосиловых установок. Цикл Дизеля. Координаты  $p-v$ ;  $T-s$ . Вывод термического КПД
17. Циклы теплосиловых установок. Цикл Отто. Координаты  $p-v$ ;  $T-s$ . Вывод термического КПД
18. Цикл Ренкина. Принципиальная схема установки. Цикл в диаграммах  $h-s$ ,  $p-v$ ,  $T-s$ . Термический КПД цикла
19. Цикл паросиловой установки с вторичным перегревом. Принципиальная схема установки. Цикл в диаграммах  $h-s$ ,  $p-v$ ,  $T-s$ . Термический КПД цикла
20. Способы повышения КПД паросиловых установок.
21. Цикл воздушной холодильной установки. Холодопроизводительность. Холодильный коэффициент
22. Цикл парокompрессионной холодильной установки. Холодопроизводительность. Холодильный коэффициент
23. Расчет парокompрессионной холодильной установки (с помощью диаграммы  $h-lgP$ )
24. Цикл газотурбинной (ГТУ) установки. Цикл ГТУ с регенерацией теплоты
25. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл
26. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана. Определение коэффициента теплоотдачи и методика его расчета.
27. Критерии подобия и критериальные уравнения
28. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи
29. Определение количества теплоты, проходящей через плоскую одно- и многослойную стенку за счет теплопроводности
30. Определение количества теплоты, проходящей через цилиндрическую одно- и многослойную стенку за счет теплопроводности
31. Теплопередача через плоскую одно- и многослойную стенку
32. Теплопередача через цилиндрическую одно- и многослойную стенку
33. Теплообменные аппараты. Их виды. Расчет теплообменного аппарата. Прямоток, противоток
34. Классификация топлив. Низшая и высшая теплота сгорания
35. Состав топлива на рабочую, сухую и горючую массы, перерасчет
36. Расчет расхода воздуха для сгорания 1 кг, 1 м<sup>3</sup> топлива. Коэффициент избытка воздуха и его значения в различных топках
37. Диаграмма  $h-d$  влажного воздуха. Процесс сушки на диаграмме
38. Цикл идеального компрессора. Работа при изотермическом, адиабатном и политропном сжатии. Предельная степень сжатия
39. Устройство современного котельного агрегата, котельной установки. Тепловой баланс котельного агрегата. КПД брутто и нетто. Определение расхода топлива на котел.
40. Расчет хвостовых поверхностей котельного агрегата
41. Системы отопления жилых и производственных помещений. Расчет и подбор приборов отопления (батарей)
42. Расчет площадей холодильной камеры, калорический расчет, расчет изоляции

### 6.3 Примерные тестовые задания для экзамена и зачета

#### Раздел 1. Основы гидравлики

№ раздела	Вопрос	Ответы			
		1	2	3	4
1	1. Каковы базовые единицы размерности в СИ	см, г, с	Н, м, с	кг, м, с *	Н, см, с
1	2. В каких единицах СИ измеряется давление жидкости	атмосфера	Паскаль *	мм.рт.ст.	м.вод.ст.
2	3. Каким прибором обычно измеряется избыточное давление	открытым пьезометром *	дифференциальным манометром	вакууметром	закрытым пьезометром
1	4. Как изменяется абсолютное давление с ростом заглубления.	не изменяется	изменяется пропорционально заглублению и не зависит от рода жидкости	изменяется пропорционально заглублению и зависит от рода жидкости *	увеличивается с возрастающей скоростью
1	5. В каких единицах измеряется потенциальный напор.	в метрах	в метрах вертикального столба	в метрах вертикального столба заданной жидкости *	в единицах работы
1	6. Как распределен потенциальный напор по жидкости.	неравномерный	увеличивается с заглублением	равномерно по объему жидкости *	увеличивается с возрастающей скоростью по мере заглубления
1	7. В какой точке приложена сила давления жидкости на плоскую фигуру	в центре тяжести фигуры	в центре давления *	в самой нижней точке фигуры	в самой верхней точке фигуры
1,2	8. Для какой цели предназначен гидравлический пресс	увеличить давление	увеличить силу *	увеличить энергию	увеличить напор
2	9. Для какой цели предназначен гидравлический аккумулятор	увеличить давление	увеличить силу	увеличить энергию *	уменьшить колебания давления в гидросистеме

2	10. Какие характеристики потока следует отнести к местным.	расход	потенциальный напор	скорость и давление	средняя скорость потока
				*	
1	11. В каких единицах измеряется расход жидкости	м <sup>2</sup> /с	кг/м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup> /с	кг/с
				*	
1	12. По какой формуле можно определить расход жидкости потоком	Q=Vd	DQ=Vdω	Q=Vω	Q=U × t
				*	
1	13. Уравнение Д. Бернулли представляет собой	уравнение баланса масс	уравнение баланса объемов	уравнение баланса механической энергии	уравнение баланса количества движения потока
				*	
1	14. С чем связаны потери напора потоком, в чем их причина	с расходом жидкости	с диаметром трубопровода	с работой сил трения	с подъемом трубопровода вверх
				*	
1	15. В каких единицах измеряется полный напор	Па	атм.	М	Дж
				*	
1,2	16. Какая линия располагается выше всех	осевая	пьезометрическая	напорная	линия тока
				*	
1,2	17. Зависит ли динамическая вязкость от давления	да	частично	нет	зависит для покоящейся жидкости
				*	
1,2	18. По какой формуле определяют потери напора в трубах	Никурадзе	Кольбука	Вейсбаха-Дарси	Пуазейля
				*	
1,2	19. При последовательном соединении труб потери напора	не зависят от соединения и диаметров	определяются экспериментально	складываются	зависят от расхода на участках соединения
				*	
1,2	20. Какие силы входят в уравнение баланса количества движения.	все силы	внутренние силы	внешние силы	поверхностные и массовые
				*	
1,2	21. По какой формуле определяют потери напора на местных сопротивлениях	$h_l = \lambda \frac{l}{a} \frac{V^2}{2g}$	$h_v = \alpha_0 \frac{V^2}{2g}$	$h_j = \zeta \frac{V^2}{2g}$	$h_e = \frac{Q^2}{K^2} \times 1$
				*	

1,2	22. Каким символом обозначают насос на схемах				$H_{потр.}$
2	23. Где, как правило, больше напор?	до насоса	не зависит от насоса	после насоса	в конечной точке трубопровода
2	24. Чья зависимость лежит в основе основного уравнения лопастных гидравлических машин	Жуковского	Пуазейля	Эйлера	Блазиуса
2	25. Рабочая точка насосной установки определяется	для расчета насоса	для расчета трубопровода	для характеристики трубопровода	для определения максимального давления, развиваемого насосом
2	26. По какой формуле определяется расчетный технологический расход воды в водопроводе	$Q = V\omega$	$Q = V_{эк}\omega$	$Q = \frac{\alpha_1 \alpha_2 qn}{3600}$	$Q = \int \omega \times dQ$
2	27. Какая из характеристик канала относится к гидродинамической	ширина	высота	смоченный периметр	длина
2	28. Чем характеризуется безнапорный поток	отсутствием напора	отсутствием насоса	наличием свободной поверхности трубопровода	наличием насоса
2	29. Какими насосами перекачивают загрязненные жидкости	центробежными	осевыми	струйными	объемными
2	30. Защиту от перегрузок в объемном гидроприводе обеспечивает	распределитель	дроссель	предохранительный клапан	манометр

## Раздел 2. Основы теплотехники

а) тестовые задания

Выберите номер верного ответа в заданиях.

1. Какие величины называются основными термодинамическими параметрами состояния?

1. расстояние, высота, дисперсия
2. сопротивление, напряжение, индуктивность
3. давление, температура, объем
4. постоянная Больцмана, постоянная Планка, масса

2. Какие из уравнение являются уравнением состояния идеальных газов?

1.  $W = I U$
2.  $PV = mRT$
3.  $Q = \alpha(t_c T - t_{ж}) F$
4.  $q = \Delta u + l$

3. Какое из уравнений является математическим выражением первого закона термодинамики?

- 1)  $\delta Q = dU + L$
- 2)  $P = \frac{2}{3} n \frac{mc^2}{2}$
- 3)  $Q_1 = q_2 + l_u$
- 4)  $dU = M \cdot C_v \cdot \Delta T$

4. Чем является величина  $C_p \left( \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right)$

1. теплоемкость тела;
2. удельной изобарной массовой теплоемкостью
3. удельной изохорной объемной теплоемкостью
4. удельной объемной изобарной теплоемкостью

5. Чем является величина  $\mu C_v \left( \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}} \right)$

1. средняя теплоемкость тела в интервале температур;
2. удельная изохорная мольная теплоемкость
3. Истинная теплоемкость
4. удельная изобарная массовая теплоемкость

6. Какое из уравнений является уравнением Майера?

- 1)  $C = \frac{\delta q}{dT}$ ;
- 2)  $K = \frac{C_p}{C_v}$ ;
- 3)  $R = C_p - C_v$ ;
- 4)  $dh = C_p \Delta T$

7. Чем является сумма внутренней энергии системы U и произведения давления системы P на ее V?

1. энтропией S?
2. энтальпией H
3. теплотой Q
4. внутренней энергией системы;

8. Чем является следующее определение: «Невозможен двигатель, полностью превращающий в работу всю полученную теплоту»?

1. тепловой теоремой Нернста;
2. определением эксергии;
3. определением второго закона термодинамики;
4. определением первого закона термодинамики

9. Указать правильное определение формулы  $\eta_t = \frac{l_{ц}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$ .

1. термический коэффициент полезного действия двигателя;
2. механический КПД двигателя;
3. индикаторный КПД двигателя;
4. холодильный коэффициент.

10. Из каких термодинамических процессов состоит цикл Карно (идеальный цикл тепловой машины)?

1. двух изобар и двух изохор;
2. двух изотерм и двух адиабат;
3. двух политроп и двух изохор;
4. двух изотерм и двух изохор.

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература:

1. Миркина, Е. Н. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Н. Миркина, М. П. Горбачева. - Электрон.дан. - Саратов : Саратовский ГАУ, 2019. - 134 с. - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/137503>
2. Ухин, Борис Владимирович. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебник / Б. В. Ухин, А. А. Гусев. - Электрон.дан. - М. : Инфра-М, 2019. - 432 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1026900>
3. Федюнина, Т. В. Основы теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. В. Федюнина, О. В. Наумова, Д. С. Катков. - Электрон.дан. - Саратов : Саратовский ГАУ, 2019. - 100 с. - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/137512>
4. Гидравлика, пневматика и термодинамика [Электронный ресурс] : курс лекций / под общ. ред. В. М. Филина. - Электрон.дан. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. - 318 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1045819>
5. Логинов, В. С. Основы теплотехники [Электронный ресурс] : практикум : учебное пособие для СПО / В. С. Логинов, В. Е. Юхнов. - Электрон.дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 128 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/151217>
6. Пташкина-Гирина, О. С. Основы гидравлики [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / О. С. Пташкина-Гирина, О. С. Волкова. - 2-е изд., стер. - Электрон.дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 192 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/179044>
7. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. Ф. Вольвак, Ю. Н. Ульянов, Д. Н. Бахарев [и др.]. - Электрон.дан. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 525 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/catalog/document?id=397990>
8. Круглов, Г. А. Основы теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - 2-е изд., стер. - Электрон.дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 208 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/230405>
9. Моргунов, К. П. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебник для СПО / К. П. Моргунов. - 3-е изд., стер. - Электрон.дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 280 с. - (Среднее профессиональное образование). -

Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/284033>

10. Брюханов, Олег Николаевич. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики [Электронный ресурс] : учебник / О. Н. Брюханов, В. И. Коробко, А. Т. Мелик-Аракелян. - Электрон.дан. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 254 с. - (Среднее профессиональное образование). -

Внешняя ссылка: <https://znanium.com/catalog/document?id=419110>

11. Замалеев, З. Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для спо / З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов. - 3-е изд., стер. - Электрон.дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 352 с. -

Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/305225>

## **7.2 Дополнительная литература:**

12. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2021. — 308 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-6991-7. - <https://www.biblio-online.ru/viewer/0F27B612-D9AB-42AB-9FF5-F7A51E849C7A#page/1>

13. Теплопередача [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2-х частях / В. С. Чередниченко [и др.] ; под ред. В. С. Чередниченко, А. И. Алиферова. - Электрон.дан. Ч. 2 : Упражнения и задачи. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 348 с. Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1001096>

14. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2021. — 198 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-7197-2. - <https://www.biblio-online.ru/viewer/6A593465-8021-4362-9D54-19662A1C8BF75#page/1>

15. Быстрицкий, Г. Ф. Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебник для академического бакалавриата / Г. Ф. Быстрицкий. — 5-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 305 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8147-6. - <https://www.biblio-online.ru/viewer/D9552103-0742-46DC-855D-4F7B94DD8C45#page/1>

16. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 264 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-7251-1. - <https://www.biblio-online.ru/viewer/82DC73D6-8033-49E9-AFB5-70DE4E9C7AC8#page/1>

17. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 248 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-7252-8. - <https://www.biblio-online.ru/viewer/113837CE-BDDD-4E79-A4FA-B30D63956946#page/1>

18. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 442 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-6607 - <https://www.biblio-online.ru/viewer/8F33C936-F3DF-418F-B256-498D615CE1B0#page/1>

## **7.3 Перечень информационных технологий, используемых при проведении научно-исследовательской работы, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

**Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows XP / Microsoft Windows 7 Professional , Microsoft Office Professional 2003 / Microsoft Office Professional 2007 / Microsoft Office Professional 2010  
STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows

**в т.ч. отечественное**

Astra Linux Special Edition РУСБ 10015-01 версии 1.6.

1С:Предприятие 8. Конфигурация, 1С: Бухгалтерия 8 (учебная версия)

Project Expert 7 (Tutorial) for Windows

СПС КонсультантПлюс

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный

**Свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение:**

OpenOffice

LibreOffice

7-Zip

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome

**в т.ч. отечественное**

Яндекс.Браузер

**Информационные справочные системы**

– [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) – режим доступа: <http://window.edu.ru/>

– ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

– Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>

– Информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU – режим доступа:

– Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия) - режим доступ: <http://gtexam.ru/>

**Профессиональные базы данных**

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>

– Научометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>

– Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ)

– Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим д

– Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mex.ru/> (Открытый доступ)

**у Электронные библиотечные системы:**

п - электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: ["https://molochnoe.ru/cgi-](https://molochnoe.ru/cgi-)  
aHYPERLINK

b

Н - ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>,

Ў - ЭБС Znanium.com – режим доступа: <https://new.znanium.com/>,

Р - ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>,

Е - ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>,

Р - электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО),

І - ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>.

Н

К

4

г

h

## **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория 4209 Лаборатория теплотехники, для проведения лабораторных занятий.

Оснащенность:

Учебная мебель: столы – 19, стулья – 32, доска меловая  
Основное оборудование: компьютеры, комплект «Ленинград», учебно-наглядные пособия по теме «Термодинамика», комплект учебного оборудования по определению тепловых характеристик приборов отопления, теплотехнике газов и жидкостей.

Кабинет № 4127 - 50,1 м<sup>2</sup>.

Учебная аудитория 4305 для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащенность:

Учебная мебель: столы – 37, стулья – 74, кафедра, доска меловая.  
Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

Программное обеспечение:

Professional Лицензии 49230531, Microsoft Office Professional 2007 Лицензии 42543554  
Кабинет № 17 - 82,5 м<sup>2</sup>.

## **9 Обеспечение образования для лиц с ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.