

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

09.03.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.27 Теплотехника

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

35.03.02 Технология лесозаготовительных и  
деревоперерабатывающих производств

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Технология деревообработки

Курс 3

Семестр 5, 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	2	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	2	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	4	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	104	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	6	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

*Оборотная сторона титульного листа*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	Е.В. Егошин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

(наименование кафедры)		
25.01.2023	протокол №	5
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Х. Гайнуллин
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Кропотов Александр Евгеньевич, заместитель директора ООО "Пайн"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 09.03.2023 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач в области лесозаготовок и деревопереработки	<b>знания:</b> Знает основные законы математических и естественных наук, необходимые для решения типовых задач в области лесозаготовок и деревопереработки <b>умения:</b> Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач в области лесозаготовок и деревопереработки <b>навыки:</b> Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач в области лесозаготовок и деревопереработки
	ОПК-1.3 Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области лесозаготовок и деревопереработки	<b>знания:</b> Знает информационно-коммуникационные технологии используемые для решения типовых задач в области лесозаготовок и деревопереработки <b>умения:</b> Умеет применять информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области лесозаготовок и деревопереработки <b>навыки:</b> Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области лесозаготовок и деревопереработки

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математика (ОПК-1), Физика (ОПК-1), Химия (ОПК-1), Гидравлика (ОПК-1), Информационные технологии (ОПК-1), Механика (ОПК-1), Электротехника (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Математическое моделирование (основы моделирования и оптимизации производственных процессов лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств) (ОПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный

подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: информационные, классическая лекция, мини-проекты

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Термодинамика</b>	<b>36</b>	ОПК-1
Лекция. Классификация двигателей внутреннего сгорания. Циклы ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме, постоянном давлении и при смешанном подводе теплоты. Термодинамический анализ циклов. Термодинамический КПД. Истечение газов. Газотурбинные установки. Факторы, влияющие на КПД ГТУ. Реальные газы. Способы задания и параметры газовых смесей. Закон Дальтона.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР Расчет цикла ДВС. Изучение термодинамических процессов. Исследование методов и оборудования измерения термодинамических параметров	34	
Иная контактная работа:	0	

##### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Тепломассообмен</b>	<b>72</b>	ОПК-1
Практическое занятие. Расчет передачи тепла за счет теплопроводности, конвекции и излучения	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР Расчет теплообменного аппарата. Теплообменные аппараты. Средний температурный напор. Сравнение прямотока и противотока. Интенсификация теплообмена Тепломассообменные устройства. Конструкторский и поверочный расчеты. Определение поверхности теплообмена. Топливо и основы горения. Элементный состав топлив. Технические характеристики топлив. Условное топливо. Продукты горения жидкого и газообразного топлива. Оценка экологической опасности выбросов теплогенераторов. Изучения альтернативных способов получения энергии Основы энергосбережения. Вторичные энергоресурсы. Основные направления экономии энергоресурсов.	70	
Иная контактная работа:	0	

#### Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **Теплотехника** рекомендуется начать с ознакомления с рабочей

программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине **Теплотехника**, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом **практического** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины **Теплотехника**. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины **Теплотехника**, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины **Теплотехника**, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины **Теплотехника** включает выполнение **расчётно-графической работы**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине **Теплотехника** является **зачёт**.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Теплотехника [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальностям направления подгот. "Эксплуатация наземного трансп. и трансп. оборудования"] / [М. Г. Шатров и др.] ; под ред. М. Г. Шатрова. М.: Академия, 2011. - 287, [1] с. ISBN 978-5-7695-6860-2. Экземпляры: всего 198.	198
2.	Прокопенко, Николай Иванович. Термодинамический расчет идеализированного цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания [Текст] : [учебное пособие по специальности "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы"] / Н. И. Прокопенко. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 141, [2] с. ISBN 978-5-94774-380-7. Экземпляры: всего 18.	18
3.	Круглов, Г. А. Теплотехника [Текст] : учебное пособие / Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. ISBN 978-5-507-45269-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/263066">https://e.lanbook.com/book/263066</a>

4.	Круглов, Г. А. Теплотехника. Практический курс [Электронный ресурс] / Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С., Андреева М. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. ISBN 978-5-8114-2575-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/247577">https://e.lanbook.com/book/247577</a>
5.	Егошин, Евгений Валерьевич. Перенос энергии и массы, основы теплотехники и аэрогидродинамики [Текст] : учебное пособие : [для студентов дневной и заочной форм обучения направления 150600 "Материаловедение и технология новых материалов" и других направлений, изучающих дисциплины "Теплотехника", "Гидравлика" и "Механика жидкости и газа"] / Е. В. Егошин; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 95 с. ISBN 978-5-8158-1246-8. Экземпляры: всего 22.	22
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	125 (I)	Автоматизир.система учета АСУРТВ (1), Ампервольтметр Щ-387 (1), Дискретный ввод (счетчики) 8каналов (1), Дискретный выход с ШИМ 8каналов (1), Клапан ДУ 50 (1), КОМПЛЕКС Д/ИЗМ ДАВЛ (3), Лабораторная установка "Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе" АК-01-2 (1), Лабораторная установка "Автоматизированный тепловой пункт" (1), Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос (1), Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-1" (1), ЛОМИКОНТ (1), Макет мобильной газотурбинной электростанции в масштабе 1:87 (1), Макет тепловой электростанции с турбогенераторами (1), Модуль	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, LABVIEW, КОМПАС-3D V19, КОМПАС-3D v22 КТПП (MCAD)

		<p>аналогового ввода 16разрядный 16каналов (2), Модуль аналогового ввода 16разрядный 8каналов (1), Накладные датчики КУРСВ-010М (2), Низкотемпературный прилавок ПХН-0,28 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ (1), ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (1), Плоттер HP Design Jet 430 (1), ПРИБОР ИТВ-3М (1), ПРИБОР ФЩЛ 501-13 (1), Принтер Canon LBP 1120 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Расходомер ЭРСВ410 Ду=32 (2), Релейный выход 8каналов (1), Сенсорный управляющий экран ТРС-2006 (1), Система автоматизации реального времени (1), Сканер Epson 2400 (1), Соединительный узел с FP-СВ-11/778618-11 (7), Стеллаж 1420*950*500 (1), Тепловычислитель ТРСВ-030 (1), Терморегулятор С5М1"Электроника" (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автоматика систем теплоснабжения и вентиляции" АТГСВ-16-11ЛР-01 (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автономная автоматизированная система отопления" АСО-05 (1), Ультразвуковой расходомер УРСВ-010 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Шкаф ШХ-0.40МС (1), Экран на треноге 150*150 (2), Экран на штативе 180x180 MW (1), Элеватор ЭГО 01 (1), Комплект учебной мебели (1)</p>	
2.	255 (I)	<p>Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Комплект учебной мебели (1)</p>	<p>Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО</p>

			для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, LABVIEW, КОМПАС-3D V19, КОМПАС-3D v22 КТПП (MCAD)
3.	121 (I)	Ампервольтметр Ф-30 (1), Аппарат для резки Мультиплаз- 3500 (1), Газоанализатор АНКAT 7664 (1), Заправочное устройство КФПТ 1-10 (1), Комплект кодотранспор.по курсу те (1), Комплект пирометриста Шанс-01 (1), Комплект расходомерриста Лебедь КР-01 (1), Комплект расходомерриста Лебедь КР-02 (1), Компл-т кодотанспор.по тех термод (1), Компьютер RAMEC GALE Custom i3-3200/4ГБ/ монитор LCD 21.5", клавиат.,мышь (15), МФУ Canon MF -4410 (1), Ноутбук Easynote TE 11 HC (1), ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (3), Плата аналого-цифрового преобразования USB-6008 12 -bit (3), Прибор расходомер ультразвуковой "Взлет ПР" с толщиномером"Взлет УТ" (1), Принтер HP LaserJet Pro 400 M401a (1), Принтер Samsung ML-1615 (1), Принтер цветной Canon I-Sensys LBP7100Cn (1), Проектор Acer P1220 DLP 3 D 2700 LUMENS XGA 3000 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Сварочный аппарат Brima Mars 205 (1), Сварочный аппарат Telwin Digital Modular 230 (1), Сварочный аппарат ТОРУС 255 (1), Стенд рекламно-информационный 100x100 (3), Термометр электронный ТЭН-5 (2), УСТАНОВКА ИЗ ТЕПЛОПР (1), УСТАНОВКА ИЗУЧ.ТЕПЛ. (1), УСТАНОВКА ТП-003 (1), УСТАНОВКА ТП-005 (1), УСТАНОВКА ТП-011 (1), Установка ФПТ 1-3 (1), Установка ФНТ 1-1 (1), Установка ФПТ 1-10 (1), Установка ФПТ 1-8 (1), Установка ФПТ-12 (1),	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, LABVIEW, КОМПАС-3D V19, КОМПАС-3D v22 КТПП (MCAD)



	Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Комплект учебной мебели (1)	
--	---	--

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### Билет 0

1. Реальные газы. Уравнение Ван – дер – Ваальса и Вукаловича – Новикова.
2. Конструктивный и проверочный расчет теплообменников.
3. Определить коэффициент теплоотдачи при пузырьковом кипении на наружной поверхности труб испарителя, если плотность теплового потока  $q = 100 \text{ кВт/м}^2$ , давление в корпусе испарителя  $p = 0,25 \times 10^5 \text{ Па}$ .

#### Билет 1

1. Техническая термодинамика. Основные понятия: термодинамическая система, рабочее тело, основные параметры состояния.
2. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость смеси газов.
3. Внутренняя энергия. Энтальпия.

#### Билет 2

1. I закон термодинамики. Работа расширения или сжатия газа.
2. Техническая термодинамика. Основные понятия: термодинамическая система, рабочее тело, основные параметры состояния.
3. Основные ТД процессы: изохорный и изотермический.

Билет 3

1. II закон термодинамики.
2. Круговые процессы (циклы). Прямые и обратные циклы. Оценка их эффективности. Цикл Карно.
3. Водяной пар. Фазовая  $P$ - $t$  – диаграмма водяного пара.

Билет 4

1.  $P$ - $V$ ,  $T$ - $S$ ,  $h$ - $S$  -диаграммы водяного пара.
2. Одноступенчатый поршневой компрессор. Определение работы сжатия в различных процессорах.
3. Многоступенчатое сжатие. Его преимущество перед одноступенчатым сжатием.

Билет 5

1. Пояснить целесообразность охлаждения поршневого компрессора. Имеет ли одноступенчатый поршневой компрессор предел сжатия?
2. Циклы ДВС. Сравнение циклов.
3. Схема и циклы ГТУ. Сравнительный анализ ДВС и ГТУ.

Билет 6

1. ПСУ, цикл Ренкина, его КПД. Способы повышения  $\eta_1$  цикла Ренкина.
2. Схема и циклы парогазовой установки.
3. Теплосиловая установка с МГД – генератором.

Билет 7

1. Схема и цикл компрессионной холодильной установки.
2. Тепловой насос. Определение его эффективности.
3. Теплопередача. Способы передачи теплоты. Основные закономерности. Физика процессов.

Билет 8

1. Температурное поле. Градиент температуры. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение Фурье, его физический смысл.
2. Теплопроводность через однослойную и многослойную стенки. Теплопроводность цилиндрической стенки.

3. Конвекционный теплообмен. Закон Ньютона – Рихмана. Факторы, влияющие на интенсивность конвекционного теплообмена.

Билет 9

1. Критериальные уравнения конвекционного теплообмена. Свободная и вынужденная конвекция.
2. Теплообмен излучением. Законы излучения твердых тел. Применение экранов.
3. Излучение газов. Отличие от излучения твердых тел, их закономерности.

Билет 10

1. Виды теплообменных аппаратов. Прямо и противоточные схемы.
2. Конструктивный и проверочный расчет теплообменников.
3. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи через плоскую, цилиндрическую, сферическую стенку. Его физический смысл.

Билет 11

1. Топливо. Способы задания топлива.
2. Основные технические характеристики жидкого и газообразного топлива.
3. Котельные установки. Основное и вспомогательное оборудование.

Билет 12

1. Теплообменники. Прямо- и противоточные схемы движения теплоносителей, их особенности.
2. Теплота сгорания топлива. Условное топливо.
3. Закон Ньютона – Рихмана. Факторы, влияющие на интенсивность конвекционного теплообмена.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

4. Техническая термодинамика. Основные понятия: термодинамическая система, рабочее тело, основные параметры состояния.
5. Реальные газы. Уравнение Ван – дер – Ваальса и Вукаловича – Новикова.
6. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость смеси газов.
7. Внутренняя энергия. Энтальпия.
8. I закон термодинамики. Работа расширения или сжатия газа.
9. Техническая термодинамика. Основные понятия: термодинамическая система, рабочее тело, основные параметры состояния.
10. Основные ТД процессы: изохорный и изотермический.

11. II закон термодинамики.
12. Круговые процессы (циклы). Прямые и обратные циклы. Оценка их эффективности. Цикл Карно.
13. Водяной пар. Фазовая  $P$ - $t$  – диаграмма водяного пара.
14.  $P$ - $v$ ,  $T$ - $s$ ,  $h$ - $s$  -диаграммы водяного пара.
15. Одноступенчатый поршневой компрессор. Определение работы сжатия в различных процессорах.
16. Многоступенчатое сжатие. Его преимущество перед одноступенчатым сжатием.
17. Пояснить целесообразность охлаждения поршневого компрессора. Имеет ли одноступенчатый поршневой компрессор предел сжатия?
18. Циклы ДВС. Сравнение циклов.
19. Схема и циклы ГТУ. Сравнительный анализ ДВС и ГТУ.
20. ПСУ, цикл Ренкина, его КПД. Способы повышения  $\eta_1$  цикла Ренкина.
21. Схема и циклы парогазовой установки.
22. Теплосиловая установка с МГД – генератором.
23. Схема и цикл компрессионной холодильной установки.
24. Тепловой насос. Определение его эффективности.
25. Теплопередача. Способы передачи теплоты. Основные закономерности. Физика процессов.
26. Температурное поле. Градиент температуры. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение Фурье, его физический смысл.
27. Теплопроводность через однослойную и многослойную стенки. Теплопроводность цилиндрической стенки.
28. Конвекционный теплообмен. Закон Ньютона – Рихмана. Факторы, влияющие на интенсивность конвекционного теплообмена.
29. Критериальные уравнения конвекционного теплообмена. Свободная и вынужденная конвекция.
30. Теплообмен излучением. Законы излучения твердых тел. Применение экранов.
31. Излучение газов. Отличие от излучения твердых тел, их закономерности.
32. Виды теплообменных аппаратов. Прямо и противоточные схемы.
33. Конструктивный и проверочный расчет теплообменников.
34. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи через плоскую, цилиндрическую, сферическую стенку. Его физический смысл.
35. Топливо. Способы задания топлива.

- 36. Основные технические характеристики жидкого и газообразного топлива.
- 37. Котельные установки. Основное и вспомогательное оборудование.
- 38. Теплообменники. Прямо- и противоточные схемы движения теплоносителей, их особенности.
- 39. Теплота сгорания топлива. Условное топливо.