

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 14.11.2023 14:34:07  
Уникальный программный ключ:  
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"**

(МГРИ)

## Термодинамика и теплотехника рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Горного дела**  
Учебный план zs210504\_23\_ZGIMD23.plx  
Специальность 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО  
Квалификация **Горный инженер (специалист)**  
Форма обучения **заочная**  
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108  
в том числе:  
аудиторные занятия 12,85  
самостоятельная работа 86,15  
часов на контроль 9

Виды контроля на курсах:  
экзамены 3

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	УП	РП		
Лекции	4	37	4	37
Практические	6	63	6	63
Иные виды контактной работы	2,85	0,25	2,85	0,25
Итого ауд.	12,85	100,25	12,85	100,25
Контактная работа	12,85	100,25	12,85	100,25
Сам. работа	86,15	51	86,15	51
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	108	160,25	108	160,25

Москва 2023

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1	Целью освоения дисциплины является: углубление ранее полученных и приобретение новых знаний о методах получения, преобразования, передачи и использования теплоты, свойствах теплоносителей, теплотехническом оборудовании, современных методах обеспечения экономии ТЭР и материалов, выявления и использования вторичных энергоресурсов, о мерах по защите окружающей среды; формирование компетенций как основы будущей профессиональной деятельности.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОПК-5: Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов**

**Знать:**

Уровень 1	Принципы обеспечения безопасности взаимодействия человека со средой обитания, условий трудовой деятельности. Базовые законодательные и нормативные правовые основы обеспечения безопасности жизнедеятельности.
Уровень 2	Проблемы устойчивого развития и риски, связанные с деятельностью человека, культуру безопасности, при которой вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов.

**Уметь:**

Уровень 1	Идентифицировать основные техносферные опасности, их свойства и характеристики; характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду.
Уровень 2	Идентифицировать опасности и оценивать риски. Применять профессиональные знания для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности.

**Владеть:**

Уровень 1	Базовыми знаниями и применением знаний основных методов индивидуальной и коллективной защиты населения и производственного персонала на практике, а так же от опасностей в сфере профессиональной деятельности и в чрезвычайных ситуациях.
Уровень 2	Экологическим сознанием и риск ориентированным мышлением, приёмами рационализации горно-транспортного оборудования, ориентированными на снижение антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и коллектива.

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

3.1	<b>Знать:</b>
3.1.1	Фундаментальные законы технической термодинамики и теплообмена, рабочие процессы, протекающие в тепловых машинах, свойства рабочих тел и теплоносителей, основные законы и модели переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах.
3.2	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Выбирать закономерности для расчёта и анализа процессов в теплоэнергетических установках, выбирать методы оценки тепловой эффективности ТЭУ, выбирать физико-математические модели для расчёта и анализа процессов теплообмена в теплоэнергетических установках. Определять термодинамические свойства рабочих тел и теплоносителей.
3.3	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Углубление ранее полученных и приобретение новых знаний о методах получения, преобразования, передачи и использования теплоты, свойствах теплоносителей, теплотехническом оборудовании, современных методах обеспечения экономии ТЭР и материалов, выявления и использования вторичных энергоресурсов, о мерах по защите окружающей среды; формирование компетенций как основы будущей профессиональной деятельности.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Введение: предмет технической термодинамики, историческая справка						

1.1	Введение: предмет технической термодинамики, историческая справка; основные термины законы термодинамики, понятие термодинамического процесса. /Лек/	3	3			0	
1.2	Предмет технической термодинамики, историческая справка; основные термины и законы термодинамики, понятие термодинамического процесса. /Пр/	3	3			0	
1.3	Проверка знания. /Ср/	3	3			0	
	<b>Раздел 2. Первый закон термодинамики.</b>						
2.1	Внутренняя энергия, теплота, работа расширения, уравнение Майера для идеального газа, энтальпия, вечный двигатель первого рода /Лек/	3	3			0	
2.2	Первый закон(начало) термодинамики: внутренняя энергия, теплота, работа расширения, уравнение Майера для идеального газа, энтальпия, вечный двигатель первого рода /Пр/	3	3			0	
2.3	Первый закон(начало) термодинамики: внутренняя энергия, теплота, работа расширения, уравнение Майера для идеального газа, энтальпия, вечный двигатель первого рода /Ср/	3	3			0	
	<b>Раздел 3. Второй закон термодинамики.</b>						
3.1	энтропия, понятие цикла, вечный двигатель второго рода, циклы Карно, энтропия неравновесных процессов, эксергия. Третий закон термодинамики (тепловая теорема Нернста). /Лек/	3	3			0	
3.2	Второй закон(начало) термодинамики: энтропия, понятие цикла, вечный двигатель второго рода, циклы Карно, энтропия неравновесных процессов, эксергия. Третий закон термодинамики (тепловая теорема Нернста). /Пр/	3	3			0	
3.3	Второй закон(начало) термодинамики: энтропия, понятие цикла, вечный двигатель второго рода, циклы Карно, энтропия неравновесных процессов, эксергия. Третий закон термодинамики (тепловая теорема Нернста). /Ср/	3	3			0	
	<b>Раздел 4. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах.</b>						
4.1	Изменение энтропии. Смеси идеальных газов. Парциальное давление. Закон Дальтона. Параметры смесей газов. /Лек/	3	2			0	
4.2	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Параметры смесей газов /Пр/	3	2			0	

4.3	Термодинами-ческие процессы идеальных газов в закрытых системах. Параметры смесей газов /Ср/	3	2			0	
	<b>Раздел 5. Термодинамические процессы реальных газов.</b>						
5.1	Вода и водяной пар. Парообразование. Тройная точка воды. Основные термодинамические процессы водяного пара. Влажный воздух. Теплоёмкость и энтальпия. /Лек/	3	2			0	
5.2	Термодинамические процессы реальных газах. Вода и водяной пар. Влажный воздух. /Пр/	3	4			0	
5.3	Термодинамические процессы реальных газах. Вода и водяной пар... Влажный воздух. /Ср/	3	2			0	
	<b>Раздел 6. Термодинамика открытых систем.</b>						
6.1	Сопла и диффузоры, скорость истечения, массовый расход газа. Сопло Лаваля. Дросселирование газов и паров, эффект Джоуля-Томсона. /Лек/	3	2			0	
6.2	Термодинамика открытых систем.. Сопла и диффузоры, скорость истечения, массовый расход газа. /Пр/	3	4			0	
6.3	Термодинамика открытых систем.. Сопла и диффузоры, скорость истечения, массовый расход газа. /Ср/	3	2			0	
	<b>Раздел 7. Основы теории теплообмена.</b>						
7.1	Основы теории теплообмена. Понятия и определения. /Лек/	3	2			0	
7.2	Основы теории теплообмена. Понятия и определения /Пр/	3	4			0	
	<b>Раздел 8. Теплопроводность.</b>						
8.1	Температурное поле. Закон Фурье. Механизмы передачи теплоты в твёрдых, жидких, газообразных средах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. /Лек/	3	2			0	
8.2	Теплопроводность. Температурное поле. Закон Фурье.. /Пр/	3	4			0	
8.3	Теплопроводность. Температурное поле. Закон Фурье.. /Ср/	3	2			0	
	<b>Раздел 9. Стационарная теплопроводность в твёрдых телах.</b>						
9.1	Однородная плоская стенка одно- и многослойная стенка. Цилиндрическая стенка. Шаровая стенка. Тела сложной формы. /Лек/	3	2			0	
9.2	Стационарная теплопроводность в твёрдых телах.. /Пр/	3	4			0	
9.3	Стационарная теплопроводность в твёрдых телах.. /Ср/	3	2			0	
	<b>Раздел 10. Конвективный теплообмен.</b>						
10.1	Уравнение Ньютона-Рихмана. Гидродинамический пограничный слой. Уравнения Навье-Стокса, Фурье-Кирхгофа, Био-Фурье. /Лек/	3	2			0	
10.2	Конвективный теплообмен.. /Пр/	3	4			0	

10.3	Конвективный теплообмен.. /Ср/	3	4			0	
	<b>Раздел 11. Понятие о метода анализа размерностей.</b>						
11.1	Понятие о методе анализа размерностей. Числа Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа. /Лек/	3	2			0	
11.2	Понятие о методе анализа размерностей. /Пр/	3	4			0	
11.3	Понятие о методе анализа размерностей. /Ср/	3	4			0	
	<b>Раздел 12. Теплообмен излучением.</b>						
12.1	Физическая сущность и основные определения Абсолютно чёрное, белое, прозрачное тело. Серое тело. Законы Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Ламберта, Кирхгофа. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Экраны. /Лек/	3	2			0	
12.2	Теплообмен излучением. Физическая сущность Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Экраны /Пр/	3	4			0	
12.3	Теплообмен излучением. Физическая сущность Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Экраны /Ср/	3	4			0	
	<b>Раздел 13. Теплообменные аппараты.</b>						
13.1	Типы (смесительные, рекуперативные, регенеративные, с промежуточным теплоносителем). Расчётные уравнения теплового баланса. /Лек/	3	2			0	
13.2	Теплообменные аппараты. /Пр/	3	4			0	
13.3	Теплообменные аппараты. /Ср/	3	4			0	
	<b>Раздел 14. Состав и теплоэнергетические характеристики топлив.</b>						
14.1	Классификация топлив. Процессы горения топлив. Балансовые уравнения. Энтальпия продуктов сгорания, потери эксергии $H_t$ – диаграмма. Организация и особенности процессов горения топлива. Закон Аррениуса. /Лек/	3	2			0	
14.2	Состав и теплоэнергетические характеристики топлив. Классификация топлив. /Пр/	3	4			0	
14.3	Состав и теплоэнергетические характеристики топлив. Классификация топлив. /Ср/	3	4			0	
	<b>Раздел 15. Теплогенерирующие установки.</b>						
15.1	Тепловой баланс котлов, КПД Паровые турбины. Циклы Карно и Ренкина. Повышение термического КПД. P-V, T-S, H-S диаграммы. Холодильные установки. Обратный цикл и коэффициент Карно. Классификация. /Лек/	3	2			0	
15.2	Паровые турбины.. Холодильные установки.. Классификация /Пр/	3	4			0	

15.3	Паровые турбины.. Холодильные установки.. Классификация /Ср/	3	4			0	
	<b>Раздел 16. Газотурбинные установки (ГТУ).</b>						
16.1	Газотурбинные установки (ГТУ). Цикл и КПД ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты. /Лек/	3	2			0	
16.2	Газотурбинные установки (ГТУ). /Пр/	3	4			0	
16.3	Газотурбинные установки (ГТУ). /Ср/	3	4			0	
	<b>Раздел 17. Поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС).</b>						
17.1	Классификация. Индикаторная диаграмма ДВС(P-V). Циклы Отто, Дизеля, Тринклера, Стирлинга. КПД циклов ДВС. Компрессорные установки. Объемный компрессор. Лопаточный компрессор. /Лек/	3	2			0	
17.2	Итоговая контрольная работа по предыдущим темам. /ИВКР/	3	0,25			0	
17.3	Поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС). КПД циклов ДВС. Компрессорные установки. /Пр/	3	4			0	
17.4	Поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС). КПД циклов ДВС. Компрессорные установки. /Ср/	3	4			0	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы текущего контроля:

1. Чаще всего состояние рабочего тела определяется следующими параметрами:
  - а ) удельным объемом, в ) только температурой, б ) давлением и температурой, г ) удельным объемом , давлением и температурой.
2. Абсолютное давление в случае разрежения определяют по формуле:
  - а )  $p = - p_v$ , б )  $p = + p_v$ , в )  $p = p_v / S$  г )  $p = h$ ,
3. Значение универсальной газовой постоянной R, кДж / (кмоль К ) равно:
  - а ) 83, 14, б ) 848 , в ) 8,314 , г ) 0,8314
4. Давление 10,2 ат равно:
  - а ) 1 МПа, б ) 10,2 кг / м<sup>2</sup>, в ) 760 мм .рт.ст, г ) 10 м .вод.ст
5. Под идеальным газом понимают:
  - а ) газ , в котором отсутствуют силы притяжения и отталкивания между молекулами
  - б ) газ, в котором молекулы имеют массу, не имеют объема
  - в ) газ, при высокой температуре и малом давлении
  - г ) газ, подчиняющийся уравнению Ван -Дер-Ваальса
6. Нормальными условиями принято считать
  - а )  $p = 101325 \text{ Па}$  ,  $T = 273,15 \text{ К}$  б )  $p = 760 \text{ мм .рт. ст}$  ,  $t = 0$  . в )  $p = 101325 \text{ Па}$  ,  $t = 20 \text{ .C}$
7. Всякий реальный процесс является:
  - а ) неравновесным процессом б ) круговым процессом в ) равновесным
8. В законе Дальтона говорится о:
  - а ) массе смеси газов, в ) давлении смеси газов, б ) объеме смеси газов, г ) температуре смеси газов
9. Изохорным называется процесс, в котором не изменяется
  - а ) давление, в ) объем, б ) температура г ) количество сообщаемой теплоты.
10. Для изохорного процесса характерно .....
11. Масса водяного пара , содержащегося в 1 м<sup>3</sup> влажного воздуха , называется:
  - а ) абсолютной влажностью воздуха, б ) относительной влажностью воздуха,
  - в ) степенью насыщения воздуха
12. Уравнение первого закона термодинамики для адиабатного процесса имеет вид:
  - а )  $dq = du$  б )  $dq = c dT$  в )  $dq = du$  г )  $du = -dl$
13. Термический КПД цикла Карно:
  - а ) больше 1, б ) меньше 1, в ) равен 1.
14. Энтропия не изменяется:

- а ) в изобарном процессе в ) в изохорном, б ) в изотермическом, г ) в адиабатном
15. Сопло Лавала – это устройство для получения скорости и течения:  
а ) ниже критической б ) равной критической в ) выше критической
16. Температура водяного пара при дросселировании:  
а ) уменьшается б ) увеличивается в ) не изменяется
17. Процесс перегрева пара в цикле Ренкина изображается отрезком (рис.1):  
а ) 4-5, б ) 3-4, в ) 6-1, г ) 5-6
18. Термический КПД регенеративного цикла с одним отбором пара по сравнению КПД цикла Ренкина:  
а ) больше, б ) меньше, в ) одинаков
19. Уравнение состояния для 1 кг идеального газа:  
а )  $pV = MRT$ , б )  $p = RT$ , в )  $pV RT m = m$

Вопросы для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Термодинамическая система.
2. Параметры состояния.
3. Уравнение состояния и термодинамический процесс.
4. Теплота и работа.
5. Внутренняя энергия.
6. Первый закон термодинамики.
7. Теплоемкость газа.
8. Универсальное уравнение состояния идеального газа.
9. Смесь идеальных газов.
10. Основные положения второго закона термодинамики.
11. Энтропия.
12. Цикл и теоремы Карно.
13. Метод исследования т/д процессов.
14. Изопроцессы идеального газа.
15. Политропный процесс.
16. Первый закон термодинамики для потока.
17. Критическое давление и скорость. Сопло Лавала.
18. Дросселирование.
19. Свойства реальных газов.
20. Уравнения состояния реального газа.
21. Понятия о водяном паре.
22. Характеристика влажного воздуха.
23. Циклы паротурбинных установок (ПТУ).
24. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС).
25. Циклы газотурбинных установок (ГТУ).
26. Температурное поле. Уравнение теплопроводности.
27. Стационарная теплопроводность через плоскую стенку.
28. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку.
29. Стационарная теплопроводность через шаровую стенку.
30. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен.
31. Закон Ньютона-Рихмана.
32. Краткие сведения из теории подобия.
33. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.
34. Расчетные формулы конвективного теплообмена.
35. Общие сведения о тепловом излучении.

## 5.2. Темы письменных работ

1. Теплопередача.
2. Расчёт теплообменного аппарата.
3. Расчёт котельной установки.
4. Расчёт и анализ цикла пароэнергетической установки.
5. Истечение газов и паров.
6. Расчёт цикла ДВС.

## 5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и теплотехника» обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся, примеры заданий для практических, билеты для проведения промежуточной аттестации.

Оценочные средства по дисциплине представлены в Приложении №1.

## 5.4. Перечень видов оценочных средств

Текущий контроль:

-вопросы для текущего устного опроса,

- вопросы для самоконтроля по разделам дисциплины,
- темы письменных работ (рефератов).

Промежуточная аттестация:

- контрольные вопросы промежуточной аттестации: зачет в 3 семестре, экзамен в 4 семестре.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **6.1. Рекомендуемая литература**

#### **6.3.1 Перечень программного обеспечения**

6.3.1.1	Windows 10	
---------	------------	--

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Методические указания по изучению дисциплины представлены в Приложении №2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.