

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ:

И.О. проректора по научно-педагогической работе ДОННТУ
А.Б. Бирюков

(подпись)

« 04 » июня 2019 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б39 Теплотехника

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Специальность: 21.05.04 Горное дело
(код и наименование специальности)

Специализация: Транспортные системы горного производства
(наименование специализации)

Программа: специалитет
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	очная	заочная
Семестр(ы)	6	6
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2/72	2/72
Аудиторные занятия (час.), в том числе	34	8
Контактная работа	36	12
Лекции (час.)	17	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Лабораторные работы (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	38	66
Курсовой проект/работа (семестр)	-	-
Индивидуальное задание (кол.)	-	1
Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачёт):	зачет	зачет

Донецк, 2019 г.

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело», профиль «Транспортные системы горного производства» для 2019 года приёма.

Составитель: Лебедев Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

Протокол от 28 03 2019 года № 8

Заведующий кафедрой  Сафьянц С.М.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Горнозаводской транспорт и логистика».

Протокол от 14 05 2019 года № 11

Заведующий кафедрой  Кондрахин В.П.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДонНТУ по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело»

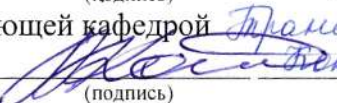
Протокол от 30 05 2019 года № 5

Председатель  Борщевский С.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20 20 года приёма на заседании кафедры

Протокол от 6 апреля 2020 года № 7

Заведующий кафедрой  Сафьянц С.М.
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой Транспортные системы и логистика
Заведующий кафедрой  Кондрахин В.П. и. И.И. Штокинец
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры

Протокол от «__» ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры

Протокол от «__» ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

Цели и задачи дисциплины

Дисциплина рассматривает вопросы: закономерности превращения теплоты в работу, термодинамические свойства тел, с помощью которых это превращение осуществляется, установление взаимосвязи между тепловыми, механическими и химическими процессами, которые совершаются в тепловых машинах.

Цель преподавания дисциплины:

- получение студентами знаний по теоретическим основам классической термодинамики, необходимых для изучения последующих специальных дисциплин, грамотной инженерной оценки тепловых явлений в системах и агрегатах;
- приобретение знаний и умений термодинамического исследования процессов и циклов тепловых и холодильных машин.

Задачей изучения дисциплины является формирование у студентов:

- методологического подхода к оценке термодинамических процессов;
- формирование навыков проведения термодинамического эксперимента;
- усвоение методики решения инженерных задач, в том числе самостоятельной работы.

Программа изучения дисциплины должна обеспечить приобретение знаний, умений и навыков в соответствии с государственным образовательным стандартом.

ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы: закономерности превращения теплоты в работу, термодинамические свойства тел, с помощью которых это превращение осуществляется, установление взаимосвязи между тепловыми, механическими и химическими процессами, которые совершаются в тепловых машинах.

Целью дисциплины является: Изучение основных законов термодинамики и их применение для расчета и анализа термодинамических циклов тепловых установок.

В результате освоения дисциплины студент должен
знать: термодинамические свойства рабочих тел, принцип действия тепловых машин, соотношения между параметрами термодинамических циклов тепловых машин и их влияние на эффективность;

уметь: выполнять инженерные расчеты различных случаев термодинамического равновесия в применении к тепловым машинам, анализировать термодинамические циклы для повышения их эффективности, выполнять расчеты термодинамических процессов в газовых и паровых турбинах.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций ОК-1, ПК-21.

1. Способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

2. готовностью демонстрировать навыки разработки систем по обеспечению санитарной, экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов (ПК-21);

3. Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу математической и естественно-научной подготовки базовой части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: Философии, Иностранного языка, Высшей математики, Физики, Химии, Информатики, Экологии, Механики, Инженерной и Компьютерной графики, Гидромеханики, Основ научных исследований, Материаловедения, Метрологии, стандартизации и сертификации, Электротехники, Основ горного дела, Геологии.

Учебная дисциплина «Теплотехника» является предшествующей для ряда учебных дисциплин по специальности «Горное дело» по специализации «Транспортные системы горного производства» и на основе знаний, умений и компетенций, приобретенных студентом в процессе ее освоения формируются соответствующие знания, умения и компетенции для последующих учебных дисциплин, для которых учебная дисциплина «Теплотехника» является предшествующей.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семинары)	Лабор.	СРС
Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики. Термические и калорические параметры состояния. Уравнения состояния идеальных и реальных газов.	10/14	4/2	2/0	0/0	4/12
Тема 2. Уравнение сохранения и превращения энергии, 2-й закон термодинамики. Цикл Карно и его значение для анализа циклов тепловых и холодильных установок.	8/12	2/0	0/0	0/0	6/12
Тема 3. Термодинамика идеального газа, основные термодинамические процессы.	12/14	3/2	3/2	0/0	6/10
Тема 5. Анализ термодинамических циклов тепловых машин и	36/18	6/0	12/0	0/0	18/18

нагнетателей (компрессоров, ДВС, ГТУ), схемы установок, определение к.п.д. и методы повышения эффективности.					
Тема 6. Анализ термодинамических циклов холодильных установок	6/14	2/0	0/0	0/0	4/14
Итого:	72/72	17/4	17/2	0/0	38/66

3.2. Лекции

Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики. Термические и калорические параметры состояния. Уравнения состояния идеальных и реальных газов.

Содержание темы 1:

Термодинамическая система и окружающая среда. Изолированная и неизолированная термодинамические системы. Параметры состояния. Термические параметры состояния (абсолютное давление, удельный объем, температура), их физический смысл. Идеальный и реальный газ Уравнение состояния идеального и реального газа, принципиальные различия. Термодинамические свойства реальных веществ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Универсальная газовая постоянная. Удельная газовая постоянная, ее физический смысл. Термодинамический процесс как переход термодинамической системы из одного состояния в другое. Калорические параметры состояния (внутренняя энергия, энтальпия, энтропия), их физический смысл. Внутренняя энергия и энтальпия как функции состояния термодинамической системы (рабочего тела).

Литература к теме 1: [\[1,2,3,4\]](#)

Тема 2. Уравнение сохранения и превращения энергии, 2-й закон термодинамики. Цикл Карно и его значение для анализа циклов тепловых и холодильных установок.

Содержание темы 2:

Закон сохранения и превращения энергии. Первый закон термодинамики. Различные аналитические выражения первого закона термодинамики. Второй закон термодинамики и его формулировки. Аналитическое выражение второго закона термодинамики для обратимых процессов.

Литература к теме 3: [\[1,2,3,4\]](#)

Тема 3. Термодинамика идеального газа, основные термодинамические процессы.

Содержание темы 3:

Анализ уравнения состояния идеального газа для различных термодинамических процессов. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы идеального газа. Политропные процессы, их анализ и обобщающее значение. Определение основных характеристик процессов (основных параметров состояния, теплоты, работы, изменения энтропии).

Литература к теме 4: [\[1,2,3,4\]](#)

Тема 4. Анализ термодинамических циклов тепловых машин и нагнетателей (компрессоров, ДВС, ГТУ), схемы установок, определение к.п.д. и методы повышения эффективности.

Содержание темы 4:

Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Индикаторная диаграмма и идеальный цикл ДВС. Цикл с изохорным подводом теплоты (цикл Отто). Цикл с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля). Цикл со смешанным подводом теплоты (цикл Тринклера). Циклы газотурбинных установок (ГТУ).

Принципиальная схема и цикл ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты и адиабатным сжатием воздуха в компрессоре. Термический к.п.д. цикла, влияние параметров циклов на эффективность. Циклы компрессоров. Одноступенчатое и многоступенчатое сжатие. Принцип действия компрессоров. Определение технической работы. Процессы сжатия (виды, определение работы и количества отведенного тепла). Многоступенчатые компрессоры. Рациональное распределение давлений между ступенями.

Литература к теме 4: [1,2,3,4]

Тема 5. Анализ термодинамических циклов холодильных установок.

Содержание темы 5:

Циклы холодильных установок. (ХУ). Идеальный цикл воздушной и парокомпрессионной ХУ в координатах $p-v$, $T-s$ и $h-s$.

Литература к теме 5: [1,2,3,4]

3.5. Практические занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Уравнение состояния идеального газа. Определение параметров.	2/0	1,2,3,4
2	Процессы идеального газа.	3/2	1,2,3,4
3	Расчет процессов в компрессорах.	4/0	1,2,3,4
4	Расчет циклов ДВС.	4/0	1,2,3,4
5	Расчет циклов ГТУ.	4/0	1,2,3,4
Итого:		17/2	

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание.

Согласно учебному плану выполнение курсовой работы (проекта) не предусмотрено. Выполнение индивидуального задания (контрольной работы) предусмотрено только для студентов заочной формы обучения.

Задание на контрольную работу выбирается студентом-заочником в соответствии с методическими указаниями и согласовывается с преподавателем. Работа выполняется на листах формата А4 (210x297 мм) или в тетради. Объем 10-15 страниц. Рекомендации по выполнению изложены в методических указаниях.

3.6. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	25/36
2	Подготовка к практическим занятиям	13/30
Итого:		38/66

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОК-1	Тема 1-5
ПК-21	Темы 1-5

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль знаний студентов производится во время контрольных опросов в ходе проведения лабораторных занятий.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачета в соответствии с «Положением об организации и проведении семестрового контроля знаний студентов в Донецком национальном техническом университете», утвержденном 25.09.2013 года.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2. Критерии оценивания

Средствами оценивания являются для студентов очной формы обучения:

- выполнение практических заданий;
- ответы на практических занятиях.

Опросы на практических занятиях проводится в виде собеседования.

Для студентов заочной формы обучения средствами оценивания являются:

- выполнение практических заданий;
- ответы на практических занятиях;
- выполнение индивидуального задания;
- защита индивидуального задания.

Работа на практических занятиях, защита индивидуального задания проводится в виде собеседования.

Итоговая оценка по 100-балльной шкале определяется суммой баллов за следующие виды работ согласно таблице:

Виды работ	Максимальное количество баллов
Выполнение практических заданий	25
Ответы на практических занятиях	25
Выполнение индивидуального задания	50

Количество баллов за выполнение индивидуального задания определяется как сумма баллов следующим образом:

Показатель	Количество баллов
Оформление задания	0–5
Соблюдение графика выполнения	5
Полнота ответов на поставленные задания	0–20
Защита индивидуального задания	0–20

Перевод оценки из 100-балльной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утверждённом приказом ДонНТУ №337-14 от 02.05.2018г.

4.3. Пример текущего опроса на практических занятиях

Практическая работа на тему: «Принцип работы и расчет цикла идеального компрессора».

Вопросы при текущем опросе:

- 1) Какие газы называются идеальными и уравнение состояния?
- 2) Принцип работы компрессоров, виды процессов сжатия?
- 3) Применение многоступенчатых компрессоров, определение мощности привода?

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Литература:

Основная:

1. 621.1 Л99 **Ляшков В.И.**

Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. И. Ляшков ; В.И. Ляшков. - 2-е изд., испр. и доп. - 59 Мб. - Москва : КНОРУС, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/cd9635.pdf>

2. 536 Ч-45 **Червенчук В.Д.**

Термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс] : учебное пособие / Червенчук Владимир Дмитриевич, А. Л. Иванов ; В.Д. Червенчук, А.Л. Иванов ; ФГБОУ ВО "СибАДИ". - 28 Мб. - Омск : СибАДИ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/cd9839.pdf>

Дополнительная:

3. 621.1 Т34 **Теплотехника [Электронный ресурс]** : учебник для вузов / А. А. Александров [и др.] ; А.А. Александров, А.М. Архаров, В.Н. Афанасьев и др. ; под общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. - 5-е изд. - 84 Мб. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. - 1 файл. - (Техническая физика и энергомашиностроение). - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/cd9837.pdf>

4. 621.1 К43 **Кириллин В.А.**

Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Кириллин Владимир Алексеевич, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин ; В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. - 4 Мб. - Москва : МЭИ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/cd9840.pdf>

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

К лекциям:

- конспект лекций по курсу «Теплотехника» (доступ через личный кабинет студента).

К практическим занятиям:

- Методические указания для проведения практических занятий по курсу «Теплотехника» (доступ через личный кабинет студента).

К самостоятельной работе студента:

- Методические указания для самостоятельной работы
по курсу «Теплотехника» (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные, практические занятия: Учебная лаборатория № 5.151, учебный корпус 5, для проведения занятий лекционного типа и практических работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель – доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты, лекционная стеклянная доска; лабораторные установки по исследованию теплопроводности металлов и твердых тел «методом стержня», изоляционных материалов «методом трубы»; лабораторные установки по исследованию конвективного теплообмена при вынужденной конвекции в трубах и теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции; экспериментальный приборный комплекс по исследованию нестационарного теплового режима технических материалов; лабораторный стенд для исследования параметров взаимной облученности методом светового моделирования; пылесос бытовой «Буран-3»; автотрансформатор ЛАТР ЛТТ; амперметр; ваттметр; вольтметр. милливольтметр М-64; миллиамперметр; микровольтмикроамперметр Ф116; осциллятор Нерг; испытуемые образцы материалов; хромель-алюмелевые термопары ХА; хромель-копелевые термопары; многоточечный потенциометр КСП-4; электронагреватель; термостат; металлический сосуд; цилиндрическая медная труба со слоем изоляции и без изоляции; сосуд Дьюара; U-образный манометр; диафрагма; термометр ртутный; воронка стеклянная ; электропечь «Колибри»; плексигласовая модель рекуперативного нагревательного колодца с системой ламповых панелей и одной верхней горелкой в масштабе 1:15; деревянная модель слитка; плексигласовая модель слитка; штатив; фотоэлемент ФД-2; люксметр ТЕС 0693; визуальные модели теплотехнических установок.

Составитель рабочей программы:  Лебедев А.Н.

(подпись)