

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР
А.В. Бурмистров

« 10. » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.19 Теплотехника

Направление подготовки 21.05.04 «Горное дело»

Специализация: № 7 Взрывное дело

Квалификация (степень) выпускника горный инженер (специалист)

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХТИ, ФЭМИ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ

Курс, семестр 3 курс, 5 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия		
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	Экзамен, 36	1,0
Всего	144	4

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1298 от 17.10.2016 года по специальности 21.05.04 «Горное дело» для специализации: №7 Взрывное дело на основании учебного плана набора обучающихся 2018 года.

Разработчик программы:

доцент каф. ТОТ
(должность)


(подпись)

М.С. Курбангалеев
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ,
протокол № 1 от 28.08. 2018 г.

Зав. кафедрой, проф.


(подпись)

Ф.М. Гумеров
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ № 8 от 12.09 2018 г.

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

В.Я. Базотов
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

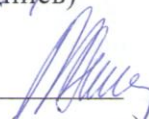
Протокол заседания методической комиссии механического факультета
№ 7 от 03.09. 2018 г.

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теплотехника» являются:

- а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых и холодильных машин, тепло- и парогенераторов.
- б) подготовка специалистов, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификация и оптимизация современных энерготехнологических процессов
- в) на базе термодинамики и теплопередачи с привлечением некоторых других фундаментальных дисциплин осуществляется расчет и проектирование всех тепловых двигателей – паровых и газовых турбин, реактивных и ракетных двигателей внутреннего сгорания, а также всевозможного технологического оборудования, как-то: холодильных машин, сушильных, ожижительных, энерготехнологических и других установок.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теплотехника» относится к дисциплинам базовой части ООП и формирует у горных инженеров (специалистов) по специальности 21.05.04 «Горное дело» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения *производственно-технологического, организационно-управленческого, научно-исследовательского, проектного* вида деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Теплотехника» *горный инженер (специалист)* по специальности 21.05.04 «Горное дело» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика;
- б) Физика.

Дисциплина «Теплотехника» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Методы и средства изучения быстропротекающих процессов;
- б) Аэрология горных предприятий.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теплотехника» могут быть использованы при выполнении *выпускных квалификационных работ* по специальности 21.05.04 «Горное дело».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. (ОПК-9) владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений;

2. (ПК-14) готовностью участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов;

3. (ПК-17) готовностью использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов;

4. (ПК-20) умением разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и других нормативных документов промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ;

4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;

б) схемы и циклы тепловых машин и холодильных установок, их КПД;

в) принципы оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости». Принципы, связанные с входом и выходом энергоносителей. Принципы регенерации и интеграции;

г) основные законы переноса тепла и массы;

д) методы расчета теплообменных аппаратов.

2) Уметь:

а) определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладагентов и других веществ;

б) пользоваться первым и вторым законами термодинамики;

в) пользоваться справочной литературой, диаграммами.

3) Владеть:

а) термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии;

б) основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Теплотехника»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практи- ческое занятие)	Лаборато- рные работы	СРС	
1	Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	5	1	-	-	2	Тест
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	5	1,5	-	4	6	Лабораторные работы, тест, контрольные задачи
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	5	1,5	-	-	10	Тест, расчетно-графическая работа, контрольные задачи
4	Тема 4. Второй закон термодинамики.	5	2	-	-	2	Тест, контрольные задачи
5	Тема 5. Реальные газы.	5	2	-	8	12	Лабораторные работы, тест
6	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвективного переноса.	5	2	-	10	4	Лабораторные работы, тест
7	Тема 7. Стационарная теплопроводность и теплопередача в твердых телах. Конвективный тепломассообмен.	5	2	-	-	4	Тест
	Тема 8. Теория						Тест, расчетно-

8	подобия для расчета процессов переноса.	5	2	-	-	14	графическая работа, контрольные задачи
9	Тема 9. Теплообмен излучением.	5	1	-	5	4	Лабораторные работы, тест, контрольные задачи
	Тема 10. Теплообменные аппараты.	5	3	-	-	5	Тест
	ИТОГО		18	-	27	63	Экзамен 36

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	1	Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.	Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические процессы: равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые. Изображение термодинамических процессов в pV -диаграмме	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	1,5	Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энтальпии.	Сущность первого закона термодинамики, формулировки и аналитические выражения. Работа проталкивания. Техническая и располагаемая работа. Теплоемкость газов Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям. 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 парциальных давлений компонентов.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
3	Тема 3 Основные термодинамические	1,5	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ. Изображение в координатах pV и TS . Политропные	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

	процессы с идеальным газом.		процессы их анализ.	процессы. Основные характеристики политропных процессов. Обобщающее значение политропного процесса.	
4	Тема 4. Второй закон термодинамики.	2	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 их свойства. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. (первый и второй интегралы Клаузиуса) Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии изолированной системы Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Формула Больцмана Понятие об эксергии, эксергетический баланс и эксергетический к.п.д	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
5	Тема 5. Реальные газы.	2	Свойства реальных газов Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.	Процессы парообразования в p - T координатах. Водяной пар Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТСВП и диаграмм h - s и l - q - h	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
6	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвективного переноса.	2	Основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвективным теплообменом, тепловым излучением.	Дифференциальные уравнения переноса теплоты и массы. Теория конвективного переноса. Ламинарное и турбулентное течение.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
7	Тема 7. Стационарная теплопроводность и теплопередача в твердых телах. Конвективный теплообмен.	2	Теплообмен через ребренные поверхности. Нестационарный теплообмен.	Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки, однослойной и многослойной цилиндрической стенки. Конвективный теплообмен: при внешнем обтекании тел; при внутреннем течении в трубах и каналах; при свободной конвекции; при кипении.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
8	Тема 8. Теория	2	Уравнения подобия. Уравнения	Теоремы подобия. Дифференциальное уравнение движения для двух	ОПК-9, ПК-14,

	подобия для расчета процессов переноса.		пограничного слоя.	подобных процессов в относительных величинах. Метод масштабных преобразований	ПК-17, ПК-20
9	Тема 9. Теплообмен излучением.	1	Законы теплового излучения	Законы Планка, смещение Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Спектры излучения. Сложный теплообмен	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
10	Тема 10. Теплообменные аппараты.	3	Теплообменные аппараты. Теплопередача в рекуперативных и регенеративных теплообменниках.	Элементы классификации теплообменных аппаратов, основы расчета. Средний логарифмический температурный напор.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)
– не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Теплотехника» для студентов очной формы обучения в объеме 27 часов.

Цель проведения лабораторных занятий – усвоение лекционного материала, а также выработка студентами умений, связанных с обработкой экспериментальных данных.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Первый закон термодинамики.	4	Измерение теплоемкости воздуха	Теплоемкость газов Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
2	Тема 5. Реальные газы.	8	Исследование процессов с влажным воздухом	Процессы парообразования в $p-v$ и $T-S$ координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
3	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвективно	10	Исследование теплоотдачи при вынужденном поперечном омывании воздухом	Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Тепловой поток. 3 теоремы подобия. Пограничный слой.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

	го переноса.		нагретой одиночной трубы		
4	Тема 9. Теплообмен излучением.	5	Определение степени черноты металлов	Тепловое излучение. Законы излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных и научных лабораторий кафедры «Теоретические основы теплотехники» с использованием лабораторных и исследовательских экспериментальных установок и стендов.

8. Самостоятельная работа горного инженера (специалиста)

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Изучение теоретического (лекционного) материала в течение семестра	15	Проработка теоретического материала	ОПК-9, ПК-14, ПК-20
2	Подготовка к лабораторным работам оформление отчетов	24	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
3	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом»	10	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20
4	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет теплообменного аппарата и тепловой изоляции»	14	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-9, ПК-14, ПК-17, ПК-20

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Теплотехника» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о балльно-рейтинговой системе.

При изучении указанной дисциплины предусматривается:

- проведение тестирования, сдача лабораторных работ, контрольных задач и расчетно-графических работ. За эти виды работ студент может получить количество баллов – от 36 до 60 (см. таблицу). В результате максимальный текущий рейтинг составит 60 баллов. За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	4	16	28
Тест	1	3	5
Расчетно-графическая работа	2	14	22
Контрольные задачи	1	3	5
Экзамен		24	40

Итого:		60	100
---------------	--	-----------	------------

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Теплотехника»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Теплотехника» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача [Учебники]: учеб. пособие для неэнергет. спец. вузов / В.В. Нащокин. — 4-е изд., стереотип. — М.: Аз-book, 2008. — 470 с. : ил., табл.	988 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Дьяконов В.Г. Основы теплопередачи и массообмена [Учебники]: учеб. пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лончаков ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2015. — 242, [2] с. : ил.	157 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Амирханов Д.Г. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т; Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов. — Казань: КНИТУ, 2014. — 264 с.: ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tekhnicheskaya.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Курбангалеев М.С. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / М.С. Курбангалеев, А.А. Мухамадиев, И.Х. Хайруллин ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. — 60 с. : ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tekhnicheskaya_termodinamika_MU.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
2. Нарышкин Д. Г. Химическая термодинамика с Mathcad. Расчетные задачи : Учебное пособие. — 1. — Москва ; Москва : Издательский Центр РИОР : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. — 199 с.	ЭБС «znanium.com» http://znanium.com/go.php?id=503896 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

3. Гинзбург В.Л. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика / Гинзбург В.Л. ; Левин Л.М. ; Сивухин Д.В. ; Яковлев И.А. — Moscow : Физматлит, 2006 .— Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс] / Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д. В., Яковлев И.А.; Под ред. Д. В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106031.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
---	---

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Теплотехника» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
4. ЭБС «znanium.com» - Режим доступа: www.znanium.com

Согласовано:



Зав. сектором ОКУФ

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров PC AT и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

1. Лекционные занятия:

- а. комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов

2. Лабораторные работы:

- а. лаборатория А-23 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование процессов с влажным воздухом, измерение теплоемкости воздуха, исследование p_v - диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса), исследование кривой насыщения водяного пара.
- б. лаборатория А-36 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование процессов конвективного теплообмена при вынужденной, свободной конвекции, пузырьковом кипении, исследование лучистого теплообмена, исследование процессов теплопередачи в теплообменных аппаратах;
- с. лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 8 компьютерами,

- d. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,
- e. результаты расчетов оформляются на принтере.

13. Образовательные технологии

Проведение занятий по дисциплине «Теплотехника» в интерактивной форме учебным планом не предусмотрено.