

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
ГФ НИТУ «МИСИС»
от «28» июня 2024 г.
протокол № 6

Рабочая программа дисциплины Теплотехника

Закрепленная кафедра **Кафедра горного дела**
Направление подготовки 21.05.04 Горное дело
Специализация Обогащение полезных ископаемых
Квалификация **Горный инженер (специалист)**
Форма обучения **Очная**
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 54
самостоятельная работа 54
часов на контроль -
Семестр(ы) изучения 6

Формы контроля в семестре:

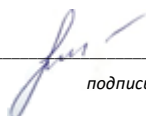
зачет в 6 семестре

Распределение часов дисциплины по курсам

Семестр	6		Итого
	УП	РП	
Вид занятий			
Лекции	18	18	18
Практические	18	18	18
Лабораторные	18	18	18
Контактная работа	54	54	54
Сам. работа	54	54	54
Часы на контроль	-	-	-
Итого:	108	108	108

Год набора 2024

Программу составил:
Королькова Лариса Николаевна, доцент, к.т.н.
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью


_____ *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Теплотехника

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04
Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)


Выпуск 3:
от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2024 года набора:
21.05.04 Горное дело, Обогащение полезных ископаемых, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ
«МИСИС» 28.06.2024 г., протокол № 6.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Горного дела
наименование кафедры

Протокол от «13» июня 2024 г. № 13

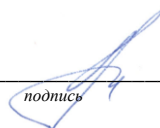
Зав. кафедрой ГД


_____ *подпись*

А.А. Казанцев
И.О. Фамилия

«13» июня 2024 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зав.кафедрой ГД, д.т.н., доцент
должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии


_____ *подпись*

А.А. Казанцев
И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Цель дисциплины – приобретение студентами комплекса знаний в области получения, преобразования, передачи и использования теплоты в оборудовании и процессах горного дела.

Задачи дисциплины:

1. усвоение методик определения термодинамических параметров и теплофизических свойств термодинамических систем и теплообменных процессов;
2. усвоение методик оценивания параметров, анализа эффективности и нахождения рациональных условий реализации термодинамических и теплообменных процессов;
3. обучение основам физических положений и закономерностей теории термодинамики и переноса теплоты;
4. обучение применению методов расчета термодинамических систем и процессов, процессов теплообмена и применения теории подобия.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)		Базовая
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся – предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР	
2.1.1	Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика	
2.1.2	Математика 1	
2.1.3	Математика 2	
2.1.4	Математика 3	
2.1.5	Физика 1	
2.1.6	Физика 2	
2.1.7	Физика 3	
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины – последующие дисциплины (модули), практики и НИР	
2.2.1	Окусование и металлургия	
2.2.2	Обогатительные процессы	
2.2.3	Механическое оборудование обогатительных фабрик	
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 3	
2.2.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 4	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

УК-1: Способен осуществлять критический анализ процессов, систем, проблемных ситуаций на основе системного подхода с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, вырабатывать стратегию действий	
Знать:	З-1. Основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, законы термодинамики, и закономерности основных термодинамических процессов;
Уметь:	У-1. Определять термодинамические параметры и теплофизические свойства; У-2. Рассчитывать термодинамические системы и процессы теплообмена теплопроводностью, конвекцией и излучением, коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.
Владеть навыком:	Н-1. Выполнения инженерных расчётов термодинамических и теплообменных процессов.
ОПК-16: Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	
ОПК-16: Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов.	
Знать:	З-1. Законы, основные закономерности и особенности теплообмена теплопроводностью, конвекцией и излучением;
Уметь:	У-1. Оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических и теплообменных процессов;
Владеть навыком:	Н-1. Использования методов анализа эффективности термодинамических процессов в горно-металлургической отрасли и управления интенсивностью обмена энергией в них

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	Раздел 1. Термодинамика	6	29			
1.1	Введение. Техническая термодинамика. Основные понятия и определения. Термодинамическая система. Параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Уравнение состояния. Идеальный газ. Теплоемкость газа. Смеси идеальных газов. <i>/лекция/</i>	6	2	УК-1 3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.3	
1.2	Термодинамические процессы. Равновесность и обратимость термодинамических процессов. Работа. Внутренняя энергия. Теплота. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Круговой процесс. Прямой и обратный циклы. Цикл и теоремы Карно. Энтропия и ее свойства. Второй закон термодинамики. Основные положения второго закона термодинамики. <i>/лекция/</i>	6	3	УК-1 3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.3	
1.3	Термодинамические процессы в идеальном газе. Реальные газы и пары. Свойства реальных газов. Уравнение состояния реального газа. Понятие о водяном паре. Характеристика реального воздуха. <i>/лекция/</i>		2	УК-1 3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.3	
1.4	Газовые циклы. Термодинамический анализ тепловых двигателей. Принцип действия поршневых ДВС. Изображение циклов в PV- и TS-диаграммах. Термический к.п.д. циклов. Компрессоры. Термодинамика потока. <i>/лекция/</i>	6	2	УК-1 3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1	
1.5	Параметры состояния рабочего тела. <i>/практика/</i>	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1, Л. 3.1, Л. 3.1	
1.6	Теплоемкость газов. <i>/практика/</i>	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1, Л. 3.1,	

					Л. 3.1	
1.7	Основные термодинамические процессы. /практика/	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1, Л. 3.1, Л. 3.1	
1.8	Первый и второй законы термодинамики. /практика/	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1, Л. 3.1	
1.9	Круговые процессы. Циклы компрессорных машин. /практика/	6	4	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1, Л. 3.1	
1.10	Определение отношения молярных теплоемкостей газа методом адиабатического расширения. /лабораторная работа/	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1	
1.11	Определение изобарной теплоемкости воздуха . /лабораторная работа/	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1	
1.12	Определение теплоты парообразования воды. /лабораторная работа/	6	4	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1	
2	Раздел 2. Теплообмен	6	25			
2.1	Основные понятия и определения теории теплообмена. Способы и виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Поля температур. Теплопроводность – как вид теплообмена. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение и краевые условия теплопроводности. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок при стационарном режиме. Теплопроводность при нестационарном режиме. Нагрев (охлаждение) термически тонких и массивных тел. /лекция/	6	3	УК-1 3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1	
2.2	Конвективный теплообмен. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Геометрические условия теплообмена и режимы движения жидкости или газа. Теория пограничного слоя. Основы теории теплового подобия. Критерии подобия.	6	2	УК-1 3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1	

	Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Теплообмен при вынужденном движении теплоносителей. Критериальное уравнение для вертикальной и горизонтальной поверхности. Теплообмен при движении теплоносителя в трубах и каналах. Теплообмен при поперечном омывании круглой одиночной трубы и пучка труб. <i>/лекция/</i>					
2.3	Теплообмен излучением. Основные понятия лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Излучение газов. <i>/лекция/</i>	6	2	УК-1 3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1	
2.4	Сложный теплообмен. Суммарный коэффициент теплоотдачи. Теплопередача. Теплообменные аппараты. Схемы движения теплоносителей. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов. <i>/лекция/</i>	6	2	УК-1 3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1	
2.5	Теплопроводность. <i>/практика/</i>	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1, Л. 3.1	
2.6	Конвективный теплообмен. <i>/практика/</i>	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1, Л. 3.1	
2.7	Теплообмен излучением. <i>/практика/</i>	6	2	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1, Л. 3.1	
2.8	Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя. <i>/лабораторная работа /</i>	6	3	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1	
2.9	Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции на обогреваемом цилиндре. <i>/лабораторная работа /</i>	6	3	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1	
2.10	Исследование теплообмена излучением. <i>/лабораторная работа /</i>	6	4	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 2.1	
3	Самостоятельная работа студента	6	54			
3.1	Работа с лекционным	6	28	УК-1	Л. 1.1,	

	материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам курса, указанным в разделе 4 РПД.			3-1 ОПК-18 3-1	Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.3, Л. 3.1, Э 1	
3.3	Выполнение расчетно-графического задания.	6	20	УК-1 У-1, У-2, Н-1 ОПК-18 У-1, Н-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.3, Л. 3.2	
3.4	Подготовка к контрольной работе и ее выполнение.	6	6	УК-1 3-1, У-1, У-2 УК-7.2 3-1, У-1	Л. 1.1, Л. 1.2, Л. 1.3, Л. 1.4, Л. 2.1, Л. 2.2, Л. 2.3	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей и промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Контрольные вопросы для подготовки к контрольной работе (УК-1 3-1, У-1, У-2; ОПК-18 3-1, У-1)

1. Основные понятия термодинамики. Виды и формы обмена энергией.
2. Параметры состояния, функции состояния и параметры процесса.
3. Работа. Свойства работы как формы обмена энергией.
4. Теплота. Свойства теплоты как формы обмена энергией.
5. Первый закон термодинамики.
6. Как найти работу при изобарном расширении?
7. Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при изобарном сжатии?
8. Какой процесс изменения состояния газа называется адиабатным?
9. Обратимые и необратимые процессы.
10. Что такое термодинамический цикл и цикл Карно?
11. Что такое приведенная теплота и чему она равна в замкнутом цикле?
12. Что такое энтропия и как ее можно определить?
13. Как определить энтропию в любом изопроцессе?
14. Какие изопроцессы знаете? Чем они отличаются?
15. Как определить внутреннюю энергию в любом процессе?
16. Как определить изменение количества теплоты в изопроцессах?
17. Как определить работу в изопроцессах?
18. От чего зависит изменение внутренней энергии?
19. Второй закон термодинамики. Применение второго закона к обратимым и необратимым процессам.
20. Что такое энтальпия?
21. Какие виды теплоемкостей бывают и как их можно определить для идеального газа?
22. Как определить газовую постоянную смеси?
23. Определение параметров влажного воздуха
24. Как записывается уравнение Ван-дер-Ваальса и что означают коэффициенты?
25. Компрессор и его виды по принципу сжатия. Виды компрессоров по степени сжатия
26. Пояснить работу многоступенчатого компрессора на диаграмме
27. Виды тепловых двигателей.
28. Что представляет цикл Отто?
29. Что представляет цикл Тринклера?
30. Что представляет цикл Дизеля?
31. Как определить коэффициент полезного действия машины?
32. Как определить работу цикла?
33. Почему цикл Тринклера является обобщенным?

34. Теория теплообмена, основные понятия и определения.
35. Основные виды переноса теплоты.
36. Понятия теплоотдачи и теплопередачи.
37. Теплопроводность.
38. Температурное поле, температурный градиент.
39. Закон Фурье.
40. Расчетные формулы стационарной теплопроводности для плоской однослойной и многослойной стенок.
41. Расчетные формулы стационарной теплопроводности для цилиндрической стенок однослойной и многослойной стенок.
42. Конвективный теплообмен.
43. Факторы, влияющие на процесс теплоотдачи.
44. Уравнение Ньютона-Рихмана.
45. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.
46. Лучистый теплообмен. Основные понятия и определения.
47. Законы теплового излучения.
48. Теплообмен излучением между телами.
49. Теплопередача через плоскую стенку.
50. Теплопередача через цилиндрическую стенку.

Билет для контрольной работы содержит 5 вопросов.

Пример билета для контрольной работы:

Вариант 1.

1. Что называется термодинамическим процессом?
2. Как графически изображается в P-V и T-S диаграммах изобара?
3. Второй закон термодинамики. Применение второго закона к обратимым и необратимым процессам.
4. Компрессор и его виды по принципу сжатия.
5. Исследовать и изобразить в P-V и T-S диаграммах процессы сжатия воздуха при значении показателя политропы $n = 2$.

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

1. Выполнение расчетно-графических заданий (УК-1 У-1, У-2, Н-1; ОПК-18 У-1, Н-1):
 1. Расчёт обратимого термодинамического цикла на идеальном газе.
 2. Расчет водо-водяного теплообменного аппарата.
2. Контрольная работа по курсу.

Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзамен не предусмотрен.

Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 6 семестре.

Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости - балльно-рейтинговая:

- посещение занятий – 0,5 балла за 1 занятие (всего 27 занятий), итого не более 14 баллов;
- выполнение и защита лабораторных работ – по 2 балла (всего 4 работы), итого не более 8 баллов;
- выполнение практических работ – по 2 балла (всего 8 занятий), итого не более 16 баллов;
- выполнение расчетно-графических заданий – по 8 баллов (всего 2 задания), итого не более 16 баллов;
- выполнение контрольной работы по курсу – до 6 баллов.

Система получения дополнительных баллов:

- своевременное выполнение и защита лабораторных работ – 7 баллов;
- своевременный отчет по задачам, решаемым на практических занятиях – 6 баллов;
- своевременное выполнение расчетно-графических заданий – 18 баллов;
- своевременное выполнение контрольной работы по курсу – 9 баллов.

ИТОГО не более 100 баллов в семестре.

Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
<i>Л1.1</i>	А.А. Яновский	Теоретические основы теплотехники	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL:	Ставрополь : СГАУ, 2017. – 104 с.

			http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484962	
Л 1.2	Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова	Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750	Ставрополь : СКФУ, 2014. – 225 с.
Л 1.3	Л.В. Лифенцева	Теплотехника	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141513 http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141513	Кемерово : КТИПП, 2010. – 188 с. ISBN 978-5- 89289-658-0
Л 1.4	В.В. Андреев, В.А. Лебедев, Б.И. Спесивцев	Теплотехника	Электронно- библиотечная система PR SMART http://www.iprbookshop.ru	Санкт-Петербург: Национальный минерально- сырьевой университет «Горный», 2016. – 288 с. ISBN 978-5- 94211-754-2

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер	Теплотехника: Учебник – 4-е изд., испр.	ГФ НИТУ «МИСиС»	Москва : Высшая школа, 2003. – 671 с.
Л 2.2	Янченко Г.А.	Горная теплофизика. Основы технической термодинамики. Ч.1. Учебное пособие	Электронно- библиотечная система PR SMART http://www.iprbookshop.ru	Москва : Издательский Дом МИСиС, 2020. — 147 с. — ISBN 978-5- 907226-63-0.
Л 2.3	Янченко Г.А.	Горная теплофизика. Основы технической термодинамики. Ч.2. Учебное пособие	Электронно- библиотечная система PR SMART http://www.iprbookshop.ru	Москва : Издательский Дом МИСиС, 2020. — 152 с. — ISBN 978-5- 907226-71-5.

6.1.3 Методические материалы

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	www.google.ru
Э 2	

6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc
П 2	WINHOME 10 RUS

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И 1	
И 2	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

7.1	<p>Ауд. 410. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий.</p> <p>1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – Мультимедийная доска ACTIVboard 387Pro – системный блок и монитор;</p> <p>2. Комплект учебной мебели на 70 посадочных мест.</p>
	<p>Ауд. 212. Компьютерный класс. Аудитория для практических занятий.</p> <p>Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:</p> <p>1. Персональный компьютер в сборе FOX MIMO-65090: – системный блок iRu Home412 – 13 шт.; – монитор АОС – 13 шт.</p> <p>2. Комплект мультимедийной аппаратуры: – мультимедиа-проектор Panasonic PT- LB30NTE; – экран на штативе Projecta Pro View.</p> <p>3. Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест</p>
	<p>Ауд. 219. Компьютерный класс. Аудитория для практических занятий.</p> <p>Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:</p> <p>1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – мультимедиа-проектор Mitsubishi Ex200u; – экран;</p> <p>2. Системный блок Intel – 13 шт.;</p> <p>3. Монитор LG – 13 шт.</p> <p>4. Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест</p>

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная работа студентов по изучению дисциплины базируется на аудиторных и внеаудиторных занятиях. Аудиторные занятия состоят из лекций, практических занятий и лабораторных работ, которые проводятся по расписанию. Внеаудиторная (самостоятельная) работа предусматривает изучение теоретических основ дисциплины по учебникам и научно-технической литературе.

В программе дисциплины приведено наименование и содержание тем, подлежащих изучению. Темы дисциплины, которые студенты должны изучить самостоятельно, указаны в разделе «Самостоятельная работа».

Знания, умения и навыки, приобретенные студентами на лекциях, практических и лабораторных занятиях и самостоятельно, преподаватель контролирует при защите лабораторных работ, выполнении расчетно-графических заданий и контрольной работы.