Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.06.2025 11:59:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
« 27 » февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплофизика

Направление подготовки
22.03.02 Металлургия

Профиль
Инновации в металлургии

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2025

Разработчик(и):

Профессор, д.ф.-м..н., профессор  /В.А. Головко/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Физика»,
к.х.н. /Д.М. Стрекалина/



Руководитель образовательной программы

«Инновации в металлургии»  / С.С. Хламкова/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....4
3. Структура и содержание дисциплины....5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....5
3.2. Тематический план изучения дисциплины....6
3.3. Содержание дисциплины....12
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....13
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....13
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....14
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....14
4.2. Основная литература....14
4.3. Дополнительная литература....14
4.4. Электронные образовательные ресурсы....14
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....15
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....15
5. Материально-техническое обеспечение....16
6. Методические рекомендации....16
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....16
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....17
7. Фонд оценочных средств....17
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....17
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....17
7.3. Оценочные средства....119

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области теплофизики применительно к теории и технологии металлургических процессов.

Задачи:

– изучение понятий и законов теплофизики, используемых в металлурги;

– изучение общих закономерностей протекания тепловых процессов, встречающихся в металлургических технологиях.

Планируемые результаты обучения – освоение основных понятий и закономерностей тепловых явлений, необходимых для понимания теории и технологии соответствующих металлургических процессов.

Обучение по дисциплине «Теплофизика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ИОПК-1.1 знает: основы истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики ИОПК-1.2 умеет: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ИОПК-1.3 имеет навыки: решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)». «Теплофизика» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- физика;
- математический анализ;
- линейная алгебра;
- статистические методы в металлургии.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1.Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**32**	4
	В том числе:		
1.1	Лекции	24	4
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	8	4
2	**Самостоятельная работа**	**76**	4
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	4

3.1.2.Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**10**	4
	В том числе:		
1.1	Лекции	6	4
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	4	4
2	**Самостоятельная работа**	**98**	4
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	4

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1.Очно-заочная форма обучения

п/п	Разделы/темы Дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Тема 1. Статистическая физика и термодинамика** Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамические параметры (объем, давление, температура). Равновесные состояния и процессы, их изображение на термодинамических диаграммах. Характеристика газообразного состояния и понятие идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Смеси газов.	**7**	**2**				**5**
2 2	**Тема 2. Молекулярно - кинетическая теория.** Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя кинетическая энергия молекулы. Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Абсолютная температура. Методы измерения температуры. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекулы.	**7**	**2**				**5**
3	**Тема 3. Распределения Максвелла и Больцмана** Закон Максвелла для распределения молекул по скоростям. Наиболее вероятная, средняя арифметическая	**7**	**2**				**5**

	и средняя квадратичная скорости. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.						
4	**Тема 4. Первое начало термодинамики** Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость. Работа газа при изменении его объема. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам в идеальном газе. Адиабатический процесс. Классическая теория теплоемкостей идеального газа и ее ограниченность.	**7**	**2**				**5**
5	**Тема 5. Второе начало термодинамики** Круговой процесс (цикл). Обратимые и необратимые процессы. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Свойства и значение цикла Карно. Второе начало термодинамики.	**14**	2		2		10
6	**Тема 6. Энтропия** Приведенная теплота и энтропия. Энтропия идеального газа. Связь энтропии и вероятности состояния. Статистическое толкование второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Флуктуации.	**7**	**2**				**5**
7	**Тема 7. Реальные газы** Отступления от законов идеального газа. Изотермы реальных газов. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.	**7**	**2**				**5**
8	**Тема 8. Жидкости** Характеристика жидкого состояния. Молекулярное движение в жидкостях. Поверхностное натяжение. Явления смачивания. Капиллярные явления	**7**	**2**				**5**
9	**Тема 9. Твердые тела**	**7**	**2**				**5**

	Характеристика твердого состояния. Кристаллические и аморфные (стеклообразные) твердые тела. Моно- и поликристаллы. Кристаллическая решетка и ее типы. Тепловое движение в твердых телах. Теплоемкость твердых тел (классическая теория). Тепловое расширение. Механические свойства твердых тел (упругость, пластичность, прочность). Реальные кристаллы и дефекты в них.						
10	**Тема 10. Фазовые превращения** Испарение и конденсация. Критическое состояние. Плавление и отвердевание. Тройная точка. Общее представление о термодинамических фазах и фазовых переходах. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса.	**7**	**2**				**5**
11	**Тема 11. Явления переноса** Кинетические явления. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Эффективный диаметр молекулы. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах. Теплопроводность твердых тел. Уравнение теплопроводности.	**15**	2		2		11
12	**Тема 12. Механика жидкостей и газов** Гидростатика, законы Паскаля и Архимеда. Гидродинамическое описание жидкостей и газов. Понятие несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкостей. Ламинарное и турбулентное течения. Течение жидкостей в трубах. Движение тел в жидкостях и газах (формула Стокса, подъёмная сила).	**16**	2		4		10
	Итого	**108**	**24**		**8**		**76**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Тема 1. Статистическая физика и термодинамика** Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамические параметры (объем, давление, температура). Равновесные состояния и процессы, их изображение на термодинамических диаграммах. Характеристика газообразного состояния и понятие идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Смеси газов.	**8**	**2**				6
2 2	**Тема 2. Молекулярно - кинетическая теория.** Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя кинетическая энергия молекулы. Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Абсолютная температура. Методы измерения температуры. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекулы.	**14**	2		2		10
3	**Тема 3. Распределения Максвелла и Больцмана** Закон Максвелла для распределения молекул по скоростям. Наиболее вероятная, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.	**14**	2		2		10
4	**Тема 4. Первое начало**	**8**					8

	термодинамики Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость. Работа газа при изменении его объема. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам в идеальном газе. Адиабатический процесс. Классическая теория теплоемкостей идеального газа и ее ограниченность.						
5	**Тема 5. Второе начало термодинамики** Круговой процесс (цикл). Обратимые и необратимые процессы. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Свойства и значение цикла Карно. Второе начало термодинамики.	**8**					8
6	**Тема 6. Энтропия** Приведенная теплота и энтропия. Энтропия идеального газа. Связь энтропии и вероятности состояния. Статистическое толкование второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Флуктуации.	**8**					8
7	**Тема 7. Реальные газы** Отступления от законов идеального газа. Изотермы реальных газов. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.	**8**					8
8	**Тема 8. Жидкости** Характеристика жидкого состояния. Молекулярное движение в жидкостях. Поверхностное натяжение. Явления смачивания. Капиллярные явления	**8**					8
9	**Тема 9. Твердые тела** Характеристика твердого состояния. Кристаллические и аморфные (стеклообразные) твердые тела. Моно- и поликристаллы. Кристаллическая решетка и ее типы. Тепловое движение в твердых телах.	**8**					8

	Теплоемкость твердых тел (классическая теория). Тепловое расширение. Механические свойства твердых тел (упругость, пластичность, прочность). Реальные кристаллы и дефекты в них.						
10	**Тема 10. Фазовые превращения** Испарение и конденсация. Критическое состояние. Плавление и отвердевание. Тройная точка. Общее представление о термодинамических фазах и фазовых переходах. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса.	**8**					8
11	**Тема 11. Явления переноса** Кинетические явления. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Эффективный диаметр молекулы. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах. Теплопроводность твердых тел. Уравнение теплопроводности.	**8**					8
12	**Тема 12. Механика жидкостей и газов** Гидростатика, законы Паскаля и Архимеда. Гидродинамическое описание жидкостей и газов. Понятие несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкостей. Ламинарное и турбулентное течения. Течение жидкостей в трубах. Движение тел в жидкостях и газах (формула Стокса, подъёмная сила).	**8**					8
	Итого	**108**	**6**		**4**		**98**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Статистическая физика и термодинамика

Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамические параметры (объем, давление, температура). Равновесные состояния и процессы, их изображение на термодинамических диаграммах. Характеристика газообразного состояния и понятие идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Смеси газов.

Тема 2. Молекулярно - кинетическая теория.

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя кинетическая энергия молекулы. Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Абсолютная температура. Методы измерения температуры. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекулы.

Тема 3. Распределения Максвелла и Больцмана

Закон Максвелла для распределения молекул по скоростям. Наиболее вероятная, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.

Тема 4. Первое начало термодинамики

Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость. Работа газа при изменении его объема. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам в идеальном газе. Адиабатический процесс. Классическая теория теплоемкостей идеального газа и ее ограниченность.

Тема 5. Второе начало термодинамики

Круговой процесс (цикл). Обратимые и необратимые процессы. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Свойства и значение цикла Карно. Второе начало термодинамики.

Тема 6. Энтропия

Приведенная теплота и энтропия. Энтропия идеального газа. Связь энтропии и вероятности состояния. Статистическое толкование второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Флуктуации.

Тема 7. Реальные газы

Отступления от законов идеального газа. Изотермы реальных газов. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.

Тема 8. Жидкости

Характеристика жидкого состояния. Молекулярное движение в жидкостях. Поверхностное натяжение. Явления смачивания. Капиллярные явления.

Тема 9. Твердые тела

Характеристика твердого состояния. Кристаллические и аморфные (стеклообразные) твердые тела. Моно- и поликристаллы. Кристаллическая решетка и ее типы. Тепловое движение в твердых телах. Теплоемкость твердых тел (классическая теория). Тепловое расширение. Механические свойства твердых тел (упругость, пластичность, прочность). Реальные кристаллы и дефекты в них.

Тема 10. Фазовые превращения

Испарение и конденсация. Критическое состояние. Плавление и отвердевание. Тройная точка. Общее представление о термодинамических фазах и фазовых переходах. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса.

Тема 11. Явления переноса

Кинетические явления. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Эффективный диаметр молекулы. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах. Теплопроводность твердых тел. Уравнение теплопроводности.

Тема 12. Механика жидкостей и газов

Гидростатика, законы Паскаля и Архимеда. Гидродинамическое описание жидкостей и газов. Понятие несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкостей. Ламинарное и турбулентное течения. Течение жидкостей в трубах. Движение тел в жидкостях и газах (формула Стокса, подъёмная сила).

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Учебным планом не предусмотрены.

3.4.2.Лабораторные занятия

Лабораторное занятие 1. Лабораторная работа «Определение коэффициента Пуассона методом адиабатического расширения».

Лабораторное занятие 2. Лабораторная работа «Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса».

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики. -М.: Академия, 2010. - 560 с.
2. Бражкин Ю.А., Волошинов Е.Б., Сизякова В.Н. Молекулярная физика. Лабораторные работы №№ 118–126. – М.: МАМИ, 2003. -37 с.

4.3 Дополнительная литература:

1.Савельев И. В. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 432 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/113944https://e.lanbook.com/book/117715

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=2834

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
2	Информационно-правовой портал ГАРАНТ	http:// www.garant.ru	Доступно
3	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	http://www.fgosvo.ru.	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
4	Электронно-библиотечная	https://e.lanbook.com/	Доступно

	система Лань		
5	«Открытое образование» - платформа, предлагающая онлайн-курсов	https://openedu.ru/	Доступно
6	Система онлайн курсов Московского Политеха LMS	https://lms.mospolytech.ru/	Доступно
Профессиональные базы данных			
7	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Astra Linux Common Edition	ООО «РУСБИТЕХ-АСТРА»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305783/?sphrase_id=954036
2.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			

1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитория кафедры «Физика» ПК321 оснащена ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (экзамен).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетвори-тельно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.

Неудовлетво-рительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

– Чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;

– бланковое и компьютерное тестирование;

– рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	Способностью решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1.Статистический и термодинамический методы исследования.

2. Термодинамические параметры (объем, давление, температура).

3. Равновесные состояния и процессы, их изображение на термодинамических диаграммах.

4. Характеристика газообразного состояния и понятие идеального газа.

5. Уравнение состояния идеального газа.

6. Смеси газов.

7. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.

8. Средняя кинетическая энергия молекулы.

9. Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Абсолютная температура.

10. Методы измерения температуры.

11. Число степеней свободы молекулы.

12. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекулы.

13. Закон Максвелла для распределения молекул по скоростям.

14. Наиболее вероятная, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости.

15. Барометрическая формула.

16 Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.

17. Внутренняя энергия.

18. Количество теплоты. Теплоемкость

19. Работа газа при изменении его объема.

20 Первое начало термодинамики.

21. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам в идеальном газе.

22. Адиабатический процесс

23.. Классическая теория теплоемкостей идеального газа и ее ограниченность.

24. Круговой процесс (цикл).

25. Обратимые и необратимые процессы.

26. Тепловые двигатели и холодильные машины.

27. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Свойства и значение цикла Карно.

28. Второе начало термодинамики.

29. Приведенная теплота и энтропия.

30. Энтропия идеального газа.

31. Связь энтропии и вероятности состояния.

32. Статистическое толкование второго начала термодинамики.

33. Третье начало термодинамики.

34. Флуктуации.

35. Отступления от законов идеального газа. Изотермы реальных газов.

36. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия.

37. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.

38. Характеристика жидкого состояния. Молекулярное движение в жидкостях.

39. Поверхностное натяжение.

40. Явления смачивания.

41. Капиллярные явления.

42. Характеристика твердого состояния. Кристаллические и аморфные (стеклообразные) твердые тела. Моно- и поликристаллы.

43. Кристаллическая решетка и ее типы.

44. Тепловое движение в твердых телах.

45. Теплоемкость твердых тел (классическая теория).

46 Тепловое расширение.

47. Механические свойства твердых тел (упругость, пластичность, прочность).

48. Реальные кристаллы и дефекты в них.

49. Испарение и конденсация. Критическое состояние.

50. Плавление и отвердевание.

51. Тройная точка.

52. Общее представление о термодинамических фазах и фазовых переходах. Фазовые переходы первого и второго рода.

53. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса.

54. Кинетические явления.

55. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения.

56. Эффективный диаметр молекулы. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.

57. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах.

58. Теплопроводность твердых тел.

59. Уравнение теплопроводности.

60. Гидростатика, законы Паскаля и Архимеда.

61. Гидродинамическое описание жидкостей и газов. Понятие несжимаемой жидкости.

62. Уравнение неразрывности.

63. Уравнение Бернулли.

64. Вязкость жидкостей.

65. Ламинарное и турбулентное течения.

66. Течение жидкостей в трубах.

67. Движение тел в жидкостях и газах (формула Стокса, подъёмная сила).