

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Укрупненная группа направлений подготовки	28.00.00 Нанотехнологии и наноматериалы
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) образовательной программы	Наноматериалы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Теоретическая механика»** для обучающихся по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (Профиль: Наноматериалы), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 968 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры теоретической физики и
нанотехнологий,
канд. физ.-мат. наук

В. И. Фиохин

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.

Протокол от 10.04.2025 г. № 18.

Заведующий кафедрой

А. Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 16.04.2025 г. № 4

Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной образовательной
программы, д-р физ.-мат. наук, проф.
10.04.2025 г.

А. Г. Петренко

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Механика и молекулярная физика, Математический анализ, Аналитическая геометрия и линейная алгебра, Дифференциальные уравнения.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Квантовая механика, Электродинамика, Квантовая теория, Учебная практика: ознакомительная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	28.03.03 Наноматериалы (Профиль: Наноматериалы)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.16 Теоретическая механика
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	2	4	32	–	48	64	144	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Приобретение знаний для создания моделей механических процессов, развитие у специалистов навыков для самостоятельного решения фундаментальных и прикладных физических задач.

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ
ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ
И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.15. Анализирует возможные подходы к решению задач профессиональной деятельности, оценивает их эффективность и соответствие необходимым требованиям.	ОПК-1.15.1. Знает основы классической механики: метод Лагранжа, канонические уравнения, уравнения Гамильтона-Якоби. ОПК-1.15.2. Умеет пользоваться законами сохранения, методами механического подобия. ОПК-1.15.3. Владеет навыками решения типичных задач механики.
	ОПК-1.16. Использует оптимальные методы решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.16.1. Знает современные методы решения уравнений движения механических систем. ОПК-1.16.2. Умеет пользоваться приближенными методами решения уравнений движения. ОПК-1.16.3. Владеет методами исследования малых колебаний в механических системах.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Теоретическая механика	
Движение материальной точки.	Постулаты классической механики. Законы Ньютона и законы сохранения для материальной точки.
Система материальных точек.	Законы Ньютона и законы сохранения для системы материальных точек. Механическое сходство. Теорема вириала.
Задача двух тел.	Задача двух тел. Движение в центрально-симметричном поле. Общие свойства. Замыкание траекторий. Падение на центр.
Движение планет.	Задача Кеплера. Законы Кеплера.
Движение точки с переменной массой.	Динамика материальной точки с переменной массой. Дифференциальные уравнения движения точки с переменной массой (уравнение Мещерского).
Рассеивание.	Рассеивание. Сечение рассеивания. Формула Резерфорда..
Основы теории упругости.	Основные понятия и законы механики сплошных сред. Деформация малой частицы. Законы сохранения массы, изменения

	импульса, кинетического момента, кинетической энергии. Идеально упругое тело. Закон Гука. Равновесие изотропных тел. Упругие волны.
Основы гидродинамики	Идеальная жидкость. Уравнения движения идеальной жидкости. Поток импульса и энергии. Несжимаемая жидкость. Звуковые волны. Вязкая жидкость. Тензор напряжений. Уравнение Навье-Стокса.
Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа.	Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа. Общий вид функции Лагранжа.
Принцип наименьшего действия	Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа. Законы сохранения как следствие инвариантности функции Лагранжа. Циклические координаты.
Уравнение Гамильтона и Уравнение Рауса.	Уравнение Гамильтона. Циклические координаты в методе Гамильтона. Уравнение Гамильтона как следствие вариационного принципа. Функция Рауса. Уравнения Раусса.
Канонические преобразования.	Канонические преобразования. Образующая функция. Скобки Пуассона. Инвариантность скобок Пуассона относительно канонических преобразований.
Теорема Лиувилля.	Теорема Лиувилля. Движение как каноническое преобразование. Уравнение Гамильтона-Якоби.
Общие свойства одномерного движения.	Общие свойства одномерного движения. Период движения. Анализ на фазовой плоскости. Особые точки фазовой плоскости седло и центр. Сепаратриса.
Колебания систем с различным количеством степеней свободы.	Колебания со многими степенями свободы. Нормальные координаты. Малые колебания при наличии трения. Слабое и сильное трение. Особые точки фазовой плоскости фокус и узел. Отрицательное трение. Устойчивый и неустойчивый фокус. Знакопеременные трения. Предельный цикл. Амплитуда и фаза гармонического маятника как канонически сопряженные переменные. Вынужденные гармонические колебания с трением и без него. Биения. Резонанс
Движение твердого тела. Неинерциальные системы отсчета.	Движение твердого тела. Угловая скорость. Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Уравнения движения твердого тела. Углы Эйлера. Уравнения Эйлера. Движение в неинерциальной системе отсчета.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Теоретическая механика	32		48	64	144
Движение материальной точки.	2		3	4	9
Система материальных точек.	2		3	4	9
Задача двух тел.	2		3	4	9
Движение планет.	2		3	4	9
Движение точки с переменной массой.	2		3	4	9
Рассеивание.	2		3	4	9
Основы теории упругости.	2		3	4	9
Основы гидродинамики	2		3	4	9
Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа.	2		3	4	9
Принцип наименьшего действия	2		3	4	9
Уравнение Гамильтона и Уравнение Рауса.	2		3	4	9
Канонические преобразования.	2		3	4	9
Теорема Лиувилля.	2		3	4	9
Общие свойства одномерного движения.	2		3	4	9
Колебания систем с различным количеством степеней свободы.	2		3	4	9
Движение твердого тела. Неинерциальные системы отсчета.	2		3	4	9
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	32		48	64	144

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Различные способы задания движения точки. Скорость и ускорение в криволинейных координатах. Секторная скорость.
2. Естественный способ задания движения точки. Разложение вектора ускорения точки на нормальную и тангенциальную составляющие.
3. Понятие об интеграле движения. Классификация интегралов движения. Закон изменения и сохранения импульса материальной точки.
4. Закон изменения и сохранения момента импульса и энергии материальной точки.
5. Работа и вириал сил. Теорема Клаузиуса о вириале сил.
6. Движение точки в центрально-симметричном поле.
7. Задача Кеплера.
8. Внутренние и внешние силы, замкнутая система. Движение центра масс, законы изменения и сохранения импульса системы.
9. Закон изменения и сохранения кинетического момента системы.
10. Закон изменения и сохранения энергии системы.
11. Общее решение задачи о движении двух тел.
12. Движение тела с переменной массой. Задача Циолковского. Уравнения Мещерского.
13. Упругое рассеяние и захват частиц. Рассеяние частиц, взаимодействующих по закону Кулона.

14. Понятие о дифференциальном сечении рассеяния. Формула Резерфорда.
15. Малоугловое рассеяние.
16. Деформация малой частицы.
17. Основные законы механики сплошных сред. Законы сохранения массы, изменения импульса, кинетического момента импульса, кинетической энергии. Понятие интегрального преобразования. Примеры. Основные задачи теории интегральных преобразований. Преобразование Фурье интегрируемых функций.
18. Ограниченность и равномерная непрерывность преобразования Фурье. Лемма Римана-Лебега. Преобразование Фурье чётных и нечётных функций.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

- Кинематика точки: закон движения, скорость, ускорение.
- Первая и вторая основные задачи динамики точки. Теорема об изменении количества движения материальной точки. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.
- Движение точки в поле центральной силы. Формула Бине.
- Динамика точки переменной массы. Теорема о движении центра инерции.
- Нахождение количества движения системы материальных точек. Теорема об изменении количества движения системы материальных точек.
- Нахождение момента количества движения системы материальных точек. Теоремы об изменении момента количества движения системы материальных точек.
- Нахождение кинетической энергии системы материальных точек. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек.
- Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа 1-го рода. Общий вид функции Лагранжа.
- Уравнение Лагранжа 2-го рода. Циклические координаты.
- Уравнение Гамильтона. Циклические координаты в методе Гамильтона. Уравнение Гамильтона как следствие вариационного принципа.
- Канонические преобразования. Образующая функция.
- Колебания материальной точки. Устойчивость положения равновесия материальной системы. Малые колебания системы с одной степенью свободы.
- Линейные колебания со многими степенями свободы. Нормальные координаты.
- Движение твердого тела. Угловая скорость. Тензор инерции. Нахождение моментов инерции твердого тела. Движение в неинерциальной системе отсчета.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 4

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Промежуточная аттестация (зачет)		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий(ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Ландау, Л. Д. Механика. Электродинамика : учеб. пособие для студентов физ. спец. вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - Москва : Наука, 1969. - 272 с.

2. Ольховский, И. И. Курс теоретической механики для физиков : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки и специальностям техники и технологии / И. И. Ольховский. - Изд. 4-е. - Санкт-Петербург: Лань; Москва, 2009. - 574 с.

3. Павленко, Ю. Г. Лекции по теоретической механике : [Учеб. для физ. фак. ун-тов] / Ю. Г. Павленко. - М. : Изд-во МГУ, 1991. - 336 с.

4. Ляпунов, А. М. Лекции по теоретической механике / А. М. Ляпунов ; АН УССР, Ин-т математики. - Киев : Наукова думка, 1982. - 632 с.

10.2. Дополнительная литература

1. Пытьев, Ю. П. Моделирование субъективных суждений модельера-исследователя о модели объекта исследования / Ю. П. Пытьев // Математическое моделирование. - Москва, 2013. - Т. 25, № 4. - С. 102-125.

2. Голдстейн, Г. Классическая механика : Пер. с англ. А. Н. Рубашова / Г. Голдстейн. - 2-е изд. - М. : Наука, 1975. - 416 с.

3. Поляхов, Н. Н. Теоретическая механика : Учеб. пособие для мех.-мат. специальностей ун-тов / Н. Н. Поляхов, С. А. Зегжда, М. П. Юшков ; Под ред. Н. Н. Поляхова ; ЛГУ им. А. А. Жданова. - Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. - 536 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).