

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мурманский арктический государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «МАГУ»)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.02.ДВ.01.01 Современный физический эксперимент**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы  
по направлению подготовки**

**44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

(код и наименование направления подготовки)

**Математика. Физика**

(наименование направленности (профиля / профилей) / магистерской программы))

**высшее образование – бакалавриат**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование – специалитет,  
магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**бакалавр**

квалификация

**очная**

форма обучения

**2022**

год набора

**Составитель(и):**

Парфенов Сергей Анатольевич,  
ассистент кафедры математики, физики  
и информационных технологий

Утверждено на заседании кафедры  
математики, физики и информационных  
технологий факультета  
математических и естественных наук  
(протокол № 07 от 24.03.2022)

Зав. кафедрой  Ляш О.И.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Сформировать у обучающихся естественнонаучное мировоззрение на основе системного подхода. В процессе изучения курса обучающемуся необходимо освоить основные положения физической теории, сформировать навыки решения физических задач, изучить современные подходы к построению физического эксперимента. Выпускник должен иметь базовые знания по физике в объёме, достаточном для преподавания физики как учебного предмета в соответствии с требованием государственного стандарта.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<b>УК-1:</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Основные явления, происходящие в физических системах;</li><li>– Основные физические величины и физические константы, их определения, способы и единицы их измерения (в том числе в СИ) в рамках изучаемой дисциплины;</li><li>– Алгоритмы решения задач в рамках изучаемой дисциплины.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Логично и последовательно представлять освоенное знание в рамках изучаемой дисциплины;</li><li>– Решать задачи повышенной сложности в рамках изучаемой дисциплины;</li><li>– Письменно оформлять результаты проведённой работы.</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Математическими и физическими методами решения задач в рамках изучаемой дисциплины;</li><li>– Грамотной, логически верной и аргументированно построенной устной и письменной речью</li></ul>
<b>УК-6:</b> Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Оценивает личностные ресурсы по достижению целей саморазвития и управления своим временем на основе принципов образования в течение всей жизни. УК-6.2. Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при реализации траектории саморазвития.	

## 3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина (модуль) «Избранные главы теоретической физики» относится к дисциплинам обязательной части образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двум профилями подготовки) направленность (профили) Математика. Физика.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоёмкость дисциплины (модуля) составляет 7 зачётные единицы или 252 часа (из расчёта 1 ЗЕ = 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоёмкость в ЗЕ	Общая трудоёмкость (час)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС		Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ			Общее количество часов на СРС	Из них – на курсовую работу		
4	8	3	108	20	30	-	50	30	58	-	-	Зачет
5	9	4	144	20	40	-	60	40	57	-	27	Экзамен
<b>Итого</b>		<b>7</b>	<b>252</b>	<b>40</b>	<b>70</b>	<b>-</b>	<b>110</b>	<b>70</b>	<b>115</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	

Интерактивная форма реализуется в виде кейс-заданий по тематикам дисциплины, мастер-классов, мозгового штурма, групповой работы, метода эвристических вопросов, дебатов.

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
<b>8 семестр</b>								
1.	Кинематика.	4	4	-	8	4	12	-
2.	Динамика точки.	4	6	-	10	4	12	-
3.	Динамика твердого тела.	4	6	-	10	4	12	-
4.	Вариационные принципы и аналитическая механика.	2	4	-	6	-	6	-
5.	Малые колебания.	2	4	-	6	6	6	-
6.	Теория удара. Динамика деформируемого твердого тела.	2	4	-	6	6	5	-
7.	Движение жидкости и газа.	2	2	-	4	6	5	-
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>58</b>	<b>-</b>
<b>9 семестр</b>								
8.	Общие сведения о макроскопической электродинамике	4	8	-	12	8	12	-
9.	Электростатическое поле	4	8	-	12	8	12	-
10.	Электрическое и магнитное поле постоянных токов	4	8	-	12	6	12	-
11.	Переменное электромагнитное поле	2	4	-	6	6	6	-
12.	Многообразия и тензорные поля	2	4	-	6	6	5	-
13.	Тензоры кривизны и кручения	2	4	-	6	6	5	-
14.	Уравнение Эйнштейна	2	4	-	6	6	5	-
	Экзамен	-	-	-	-	-	-	27
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>57</b>	<b>27</b>
	<b>Итого:</b>	<b>40</b>	<b>70</b>	<b>-</b>	<b>110</b>	<b>70</b>	<b>115</b>	<b>27</b>

## Содержание дисциплины (модуля)

### Тема № 1. Кинематика.

Траектория, закон движения, скорость и ускорение точки. Разложение скорости и ускорения по осям естественного трехгранника. Криволинейные координаты. Скорость и ускорение точки в криволинейных координатах. Сложное движение материальной точки. Лемма о производной ортогонального оператора. Теорема сложения скоростей. Распределение скоростей при произвольном движении твердого тела. Угловая скорость твердого тела. Простейшие движения твердого тела: поступательное движение, вращение вокруг неподвижной оси. Классификация мгновенных движений твердого тела. Уравнение винтовой оси. Непрерывное движение твердого тела. Аксоиды. Частные случаи движения тела: плоскопараллельное движение и вращение вокруг неподвижной точки. Сложное движение твердого тела. Пара вращений. Теорема сложения вращений. Углы Эйлера. Кинематические формулы Эйлера. Ускорения точек твердого тела. Теорема сложения ускорений для материальной точки.

### Тема № 2. Динамика точки.

Основные определения и законы динамики. Уравнения движения материальной точки в декартовой и криволинейной системах координат, в проекциях на оси естественного трехгранника. Теоремы о количестве движения и о моменте количества движения. Первые интегралы. Работа силы. Потенциальные силовые поля. Теорема об изменении кинетической энергии. Закон сохранения энергии. Движение точки по прямой в сопротивляющейся среде. Метод фазовой плоскости. Движение материальной точки в центральном поле сил. Формулы Вине. Движение планет. Вывод закона всемирного тяготения из законов Кеплера. Движение планеты в центральном ньютоновском поле сил. Уравнение Кеплера. Связь между истинной и эксцентрической аномалиями. Движение несвободной материальной точки. Голономные связи. Конфигурационное пространство. Принцип освобожденности от связей. Уравнения движения точки по поверхности и по кривой. Аксиома идеальных связей. Уравнения Лагранжа первого рода с неопределенными множителями. Уравнения движения точки по поверхности и по кривой в независимых координатах. Определение реакций связей. Теорема об изменении кинетической энергии при движении несвободной материальной точки. Закон сохранения энергии. Движение по инерции. Математический маятник. Уравнения движения точки в неинерциальной системе координат. Теорема об изменении кинетической энергии. Закон сохранения энергии. Движение точки относительно Земли: относительное равновесие, падение точки в пустоте. Маятник Фуко.

### Тема № 3. Динамика твердого тела.

Движение свободного твердого тела. Поле реакций связей. Принцип Д'Аламбера-Лагранжа. Уравнения движения. Тензор инерции, моменты инерции, эллипсоид инерции твердого тела. Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Динамические уравнения Эйлера. Случай однородного силового поля. Случай Эйлера: вращение твердого тела вокруг центра масс. Геометрическая интерпретация Пуансо движения твердого тела с одной неподвижной точкой по инерции. Устойчивость стационарных вращений. Регулярная прецессия. Случай Лагранжа движения симметричного твердого тела. Вырожденные случаи движения тяжелого симметричного тела: регулярная прецессия. Вращение вокруг вертикали, асимптотические движения. Приближенное исследование движения тела в случае Лагранжа, псевдoreгулярная прецессия. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Определение реакций. Физический маятник. Теорема Гюйгенса.

### Тема № 4. Вариационные принципы и аналитическая механика.

Канонические уравнения Гамильтона. Первые интегралы. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского в конфигурационном и фазовом пространствах. Принцип наименьшего действия Лагранжа. Принцип наименьшего действия в форме Якоби. Уравнения Якоби. Оптико-механическая аналогия. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана. Условие гамильтоновости фазового потока. Понижение порядка канонических уравнений с помощью интеграла энергии. Уравнения Уиттекера. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема. Теорема Пуанкаре о возвращении. Канонические преобразования. Производящая функция канонического

преобразования. Критерий каноничности преобразования. Бесконечно малые канонические преобразования. Функция действия и ее свойства. Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. Отыскание полного интеграла уравнения Гамильтона-Якоби методом разделения переменных. Скобки Пуассона и их свойства. Теорема Пуассона. Теорема Лиувилля о вполне интегрируемых гамильтоновых системах. Переменные действие-угол. Метод вариации произвольных постоянных в теории возмущений. Уравнения возмущенного движения в переменных действие-угол и метод усреднения. Эволюция переменной действие в задаче Ван дер Поля. Принцип наименьшего принуждения Гаусса. Уравнения движения голономных систем в форме Аппеля. Неголономные связи. Уравнения Рауса с неопределенными множителями. Уравнения Аппеля для неголономных систем. Задача о движении конька.

#### **Тема № 5. Малые колебания.**

Малые колебания системы около положения равновесия. Нормальные координаты. Свойства собственных частот. Поведение собственных частот при изменении жесткостных или инерционных характеристик. Поведение собственных частот при наложении связи. Вынужденные колебания системы около положения равновесия. Влияние диссипативных сил на малые колебания и устойчивость положения равновесия.

#### **Тема № 6. Теория удара. Динамика деформируемого твердого тела.**

Ударный импульс. Основные уравнения и теоремы теории удара. Удар в системе с идеальными голономными связями. Удар твердого тела о поверхность. Удар двух тел. Теорема Карно. Удар при наложении идеальных голономных связей. Удар по телу, вращающемуся вокруг оси. Центр удара. Модель упругого тела. Деформированное состояние упругого тела. Малые деформации. Функционал потенциальной энергии малых деформаций. Уравнения движения упругого тела. Тензор напряжений. Продольные колебания упругого стержня. Колебания струны и балки. Собственные колебания упругих тел. Волны в упругой среде.

#### **Тема № 7. Движение жидкости и газа.**

Вариационный принцип Даламбера-Лагранжа в задаче о движении идеальной несжимаемой жидкости. Поле реакций связей. Уравнение Эйлера. Уравнения движения идеальной баротропной сжимаемой жидкости или газа. Интегралы Бернулли, Коши и Бернулли-Эйлера. Вихревые движения идеальной баротропной жидкости. Теорема Томсона и ее следствия. Вихревые линии и трубки. Теоремы Гельмгольца. Диссипация энергии при движении жидкости. Уравнение Навье-Стокса.

#### **Тема № 8. Общие сведения о макроскопической электродинамике.**

Векторы электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Энергия электромагнитного поля.

#### **Тема № 9. Электростатическое поле.**

Основные определения. Граничные условия. Теорема единственности решения. Графический метод построения картины плоскопараллельного поля. Метод зеркальных изображений. Определение потенциала по заданному распределению заряда. Принцип суперпозиции. Потенциал и напряженность электрического поля диполя. Энергия электростатического поля.

#### **Тема № 10. Электрическое и магнитное поле постоянных токов.**

Электрическое поле постоянных токов. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Магнитное поле постоянных токов. Векторный потенциал магнитного поля. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями. Поле прямого провода (прямолинейного тока). Графический метод построения картины поля. Магнитное экранирование. Магнитная энергия постоянного тока.

#### **Тема № 11. Переменное электромагнитное поле.**

Уравнения Максвелла в комплексной форме. Волновые уравнения. Лемма Лоренца. Теорема (принцип) взаимности. Принцип перестановочной двойственности. Основные методы решения задач электродинамики.

### **Тема № 12. Многообразия и тензорные поля.**

Многообразия. Векторы на многообразии. Определение тензоров. Операции над тензорами. Тензорное произведение линейных пространств.

### **Тема № 13. Тензоры кривизны и кручения.**

Определение параллельного переноса векторов. Геодезические линии. Тензор кривизны. Тензор кручения. Структурные уравнения Картана и тождества Бианки.

### **Тема № 14. Уравнение Эйнштейна.**

Физический вывод Эйнштейна. Вывод Гильберта. Возможны ли другие варианты теории. Теория гравитации с  $\Lambda$ -членом.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Основная литература:**

1. Вильке, В.Г. Теоретическая механика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Г. Вильке. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 311 с. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/413625> (дата обращения: 25.03.2022).
2. Бабецкий, В. И. Физика: геометрия пространства-времени и классическая механика : учебное пособие для вузов / В. И. Бабецкий, Ю. Р. Мусин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 285 с. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492269> (дата обращения: 25.03.2022).
3. Потапов, Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для вузов / Л. А. Потапов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 196 с. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492079> (дата обращения: 25.03.2022).

### **Дополнительная литература:**

4. Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика : учебник для вузов / С.Н. Вергелес. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 262 с. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491091> (дата обращения: 25.03.2022).

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащённые оборудованием и техническими средствами обучения: учебная мебель, оборудование для демонстрации презентаций;
- помещения для самостоятельной работы, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МАГУ.

### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:**

7.1.1. Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:

- не используется

7.1.2. Лицензионное программное обеспечение зарубежного производства:

- MS Office, Windows 10

7.1.3. Свободно распространяемое программное обеспечение отечественного производства:

- DJVuReader

7.1.4. Свободно распространяемое программное обеспечение зарубежного производства:

- Mozilla FireFox

## **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

- ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://urait.ru/>

## **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ:**

- Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX
- Электронная база данных Scopus
- Базы данных компании CLARIVATE ANALYTICS

## **7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

- Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>

## **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ.**

Не предусмотрено.

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ.**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учётом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.