

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Севастополе
факультет естественных наук
кафедра физики и геофизики

УТВЕРЖДЕНО
на 20 24 - 20 25 учебный год
Методическим советом Филиала
Протокол № 10 от 29.08 20 24 г.
Заместитель директора по учебной работе
Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Филиала МГУ в г. Севастополе
О.А. Шпырко
« 29 » 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Классическая механика

код и наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки:

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:

общий

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:

очная

очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры физики и геофизики
протокол №4 от «21» июня 2023 г.

Заведующий кафедрой

(К.В. Показеев)

(подпись)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г. Севастополе
Протокол №6 от «28» июня 2023 г.

(Л.И. Теплова)

(подпись)

Севастополь, 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г. (в редакции приказа МГУ от 11 сентября 2019г №1109)

Год (годы) приема на обучение: с 2019

курс – 2

семестры – 3

зачетных единиц – 4

академических часов – 72, в т.ч.

лекций – 36 часов

практических занятий – 36 часов

Форма промежуточной аттестации:

экзамен в 3 семестре

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.

Курс «Классическая механика», читаемый в 3 семестре студентам направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», представляет собой часть основы (вместе с курсом «Электродинамика») для всего дальнейшего обучения. В нем вводятся основные методы теоретического описания, расчета, качественного и количественного анализа динамических систем, общие для любых физических систем. Математической основой курса являются разделы курса математики, включая, в частности, математический анализ, аналитическую геометрию, линейную алгебру, теорию функций комплексной переменной, дифференциальные уравнения.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Успешное освоение дисциплин по высшей математике.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

понятия

- Кинематика материальной точки
- Динамика точки. Метод Ньютона
- Интегрируемые задачи динамики
- Одномерное движение точки
- Движение в центральном поле
- Динамика системы точек
- Динамика систем со связями
- Уравнения Лагранжа второго рода
- Линейные колебания систем
- Канонические уравнения
- Интегрирование канонических уравнений
- Движение твердого тела
- Неинтегрируемые задачи динамики.

Уметь:

- Применять изученные методы при решении задач.

Владеть:

- Элементами теории возмущений.

Иметь опыт:

- решения задач классической механики с использованием уравнений Лагранжа 2-го рода.

4. Формат обучения – контактный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з. е., в том числе 72 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 72 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

6.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося		Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости (наименование)	
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы				
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
3-й семестр					
Кинематика материальной точки	Консультации, 3	Решение задач, 3	5	11	-
Динамика точки. Метод Ньютона	Консультации, 4	Решение задач, 4	5	13	-
Интегрируемые задачи динамики	Консультации, 2	Решение задач, 2	5	9	-
Одномерное движение точки	Консультации, 2	Решение задач, 2	5	9	-
Движение в центральном поле	Консультации, 2	Решение задач, 2	5	9	-
Динамика системы точек	Консультации, 3	Решение задач, 3	5	11	-
Динамика систем со связями	Консультации, 2	Решение задач, 2	5	9	-
Уравнения Лагранжа второго рода	Консультации, 4	Решение задач, 4	5	13	Контрольная работа
Линейные колебания систем	Консультации, 3	Решение задач, 3	5	11	-
Канонические уравнения	Консультации, 2	Решение задач, 2	5	9	-
Интегрирование канонических уравнений	Консультации, 3	Решение задач, 3	5	11	-
Движение твердого тела	Консультации, 2	Решение задач, 2	5	9	-
Элементы теории возмущений	Консультации, 2	Решение задач, 2	5	9	Контрольная работа
Неинтегрируемые задачи	Консультации, 2	Решение задач, 2	7	11	-

динамики					
Другие виды самостоятельной работы (при наличии): например, курсовая работа, творческая работа (эссе)	-	-	-	-	-
	36	36	72	136	
Промежуточная аттестация (зачет(ы) и (или) экзамен(ы))				8	
Итого				144	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
Лекции		
1.	Кинематика материальной точки.	<p>Механическое движение материальной точки. Система отсчета и системы координат. Скорость и ускорение точки в декартовой и цилиндрической системах координат.</p> <p>Секторная скорость. Движение с постоянной секторной скоростью и формулы Бине для скоростей и ускорений.</p> <p>Сферическая система координат. Скорость точки в сферических координатах.</p>
2.	Динамика точки. Метод Ньютона.	<p>Взаимодействие тел и способы описания. Действие тел на материальную точку. Сила. Свойства сил.</p> <p>Инерциальная система отсчета. Законы Ньютона. Масса материальной точки. Динамические системы.</p>
3.	Интегрируемые задачи динамики.	<p>Прямая и обратная задача механики точки. Интегрирование уравнений движения для линейных систем.</p> <p>Первые и вторые интегралы уравнений движения в механике Ньютона. Условие независимости первых интегралов.</p> <p>Интегралы уравнений движения материальной точки в векторной форме. Основные теоремы динамики (импульс, кинетический момент, механическая энергия).</p>

4.	Одномерное движение точки.	<p>Одномерное движение материальной точки. Интегрируемые задачи. Движение в случае сохранения энергии.</p> <p>Качественное исследование одномерного движения в системе с квадратичным первым интегралом (энергии). Типы движения. Область возможного движения и классификация особых точек (точек остановки). Закон движения вблизи особых точек.</p> <p>Равновесие точки в системе с интегралом энергии. Виды равновесия. Движение в окрестности положения равновесия.</p>
5.	Движение в центральном поле.	<p>Движение точки в поле центральной силы. Первые интегралы движения. Решение задачи в квадратурах.</p> <p>Задача Кеплера. Траектория и закон движения в ньютоновском поле тяготения.</p>
6.	Динамика системы точек.	<p>Система материальных точек. Внешние и внутренние силы. Импульс системы материальных точек. Центр масс. Теорема о движении центра масс.</p> <p>Кинетический момент системы взаимодействующих точек.</p> <p>Кинетическая и потенциальная энергия системы материальных точек. Теорема об изменении полной энергии системы.</p> <p>Теоремы Кенига.</p> <p>Задача двух тел (общая постановка). Приведенная масса. Первые и вторые интегралы движения.</p> <p>Задача двух тел в теории рассеяния.</p>
7.	Динамика систем со связями.	<p>Взаимодействие точки и твердого тела. Активные силы и реакции связей. Уравнения связей. Голономные и неголономные связи. Действительные и виртуальные перемещения. Идеальные связи.</p> <p>Интегрирование уравнений Ньютона в системах со связями.</p> <p>Теоремы динамики и первые интегралы в системах с идеальными голономными связями.</p>
8.	Уравнения Лагранжа второго рода.	<p>Уравнения Ньютона в независимых координатах. Принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера.</p>

		<p>Функция Лагранжа для натуральных систем с идеальными голономными связями и уравнения движения в обобщенных координатах.</p> <p>Структура функции Лагранжа. Уравнения Лагранжа в независимых координатах при наличии обобщенно-потенциальных сил. Функция Лагранжа заряженной частицы в электромагнитном поле.</p> <p>Законы изменения и сохранения обобщенных импульсов. Циклические координаты. Обобщенная энергия. Законы изменения и сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии при наличии диссипативных сил.</p> <p>Вывод уравнений Лагранжа из вариационного принципа Гамильтона-Остроградского. Неоднозначность функции Лагранжа. Ковариантность уравнений Лагранжа относительно точечных преобразований.</p> <p>Симметрии и законы сохранения в механике Лагранжа. Теоремы Нетер.</p>
9.	Линейные колебания систем.	<p>Линейные колебания системы с s-степенями свободы. Устойчивость по Ляпунову. Функция Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости движения.</p> <p>Собственные одномерные колебания. Затухающие одномерные линейные колебания. Условный период и свойство изохронности. Аперiodическое затухание.</p> <p>Вынужденные колебания одномерной линейной системы. Периодическая вынуждающая сила. Резонанс в одномерной системе.</p> <p>Собственные колебания системы с s-степенями свободы. Общее решение. Нормальные координаты. Случай кратных корней.</p>
10.	Канонические уравнения.	<p>Канонические уравнения и канонические переменные. Функция Гамильтона. Преобразование Лежандра.</p> <p>Канонические преобразования. Производящие функции канонических преобразований. Примеры канонических преобразований. Необходимые и достаточные условия каноничности</p>

		<p>преобразований.</p> <p>Скобки Пуассона и их свойства. Скобки Пуассона – инварианты канонических преобразований. Уравнения движения и скобки Пуассона.</p>
11.	Интегрирование канонических уравнений.	<p>Канонические преобразования как метод интегрирования канонических уравнений. Теорема Якоби.</p> <p>Уравнение Гамильтона-Якоби. Метод разделения переменных. Константы разделения и интегралы движения. Полный интеграл уравнения Гамильтона-Якоби для системы с разделяющимися переменными.</p> <p>Метод Делоне для разделения переменных. Переменные “действие-угол”. Укороченное действие.</p> <p>Введение переменных “действие-угол” для многомерных систем. Переменные “действие-угол” и константы разделения переменных для многомерных систем.</p>
12.	Движение твердого тела.	<p>Кинематика твердого тела. Углы Эйлера. Вектор угловой скорости. Выражение угловой скорости через углы Эйлера и их производные.</p> <p>Кинетическая энергия и кинетический момент твердого тела. Тензор инерции и его свойства.</p> <p>Кинематические и динамические уравнения Эйлера. Движение симметричного твердого тела с одной неподвижной точкой.</p> <p>Метод Лагранжа в динамике твердого тела. Симметричный волчок с одной неподвижной точкой в однородном поле тяжести.</p> <p>Качественное исследование в динамике твердого тела.</p>
13.	Элементы теории возмущений.	<p>Движение в быстро осциллирующем поле. Метод усреднений.</p> <p>Метод Крылова-Боголюбова.</p> <p>Каноническая теория возмущений.</p>
14.	Неинтегрируемые задачи динамики.	<p>Элементы теории динамических систем. Структура фазового пространства. Классификация особенностей.</p> <p>Устойчивость. Основы качественного исследования движения.</p>

		Исследование неустойчивых систем. Динамический хаос.
Семинары		
1.	Темы 1-3	Кинематика материальной точки
2.	Темы 4-5	Динамика точки. Метод Ньютона
3.	Темы 6-7	Интегрируемые задачи динамики
4.	Тема 8	Контрольная работа по темам 1-7
5.	Тема 9	Одномерное движение точки
6.	Темы 10-12	Движение в центральном поле
7.	Тема 13	Контрольная работа по темам 9-12
8.	Темы 14-15	Динамика системы точек
9.	Тема 16	Контрольная работа по темам 1-15
10.	Темы 17-18	Динамика систем со связями
11.	Темы 19-21	Уравнения Лагранжа второго рода
12.	Тема 22	Контрольная работа по темам 17-21
13.	Темы 23-25	Линейные колебания систем
14.	Темы 26-27	Канонические уравнения
15.	Тема 28	Контрольная работа по темам 23-27
16.	Темы 29-31	Интегрирование канонических уравнений
17.	Темы 32-33	Движение твердого тела
18.	Тема 34	Контрольная работа по темам 17-33

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Система контроля знаний включает текущую аттестацию – две контрольные работы – и промежуточную аттестацию – экзамен в конце третьего семестра. Контрольные работы состоят из 4-х задач по темам, изученным на практических занятиях. Результаты контрольных работ служат основой для допуска студентов к экзамену. Экзамен также включает решение задач и ответы на вопросы преподавателя. Экзамен оценивается по четырехбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Примеры вариантов контрольных работ:

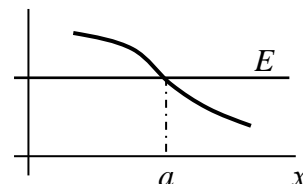
Вариант 1а

Фамилия.....

1. Материальная точка движется по эллипсу так, что ее секторная скорость σ остается постоянной относительно центра этого эллипса. Найти зависимость ускорения точки от расстояния до центра, используя декартовы координаты.

2. Движение точки в плоскости задается в полярной системе координат проекциями вектора скорости на орты полярной системы $v_r = 1/r^2$ и $v_\varphi = 1/ar$, $a = \text{const}$. Найти траекторию точки.

3. Определить приближенно закон движения частицы в поле $U(x)$ вблизи точки остановки $x = a$ / $U(a) = E$ /, если $U'(a) < 0$.



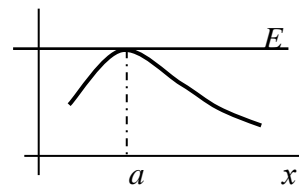
Вариант 1б

Фамилия.....

1. Материальная точка движется по эллипсу так, что ее секторная скорость σ остается постоянной относительно фокуса этого эллипса. Найти зависимость ускорения точки от расстояния до фокуса.

2. Тело брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Найти траекторию точки и определить точку падения, если сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости $\vec{F} = -k\vec{v}$.

3. Определить приближенно закон движения частицы в поле $U(x)$ вблизи точки остановки $x = a$ / $U(a) = E$ /, если $U'(a) = 0$, $U''(a) < 0$.



Вариант 2а

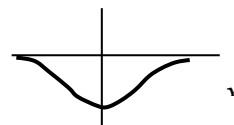
Фамилия.....

1. Заряженная частица e, m движется в однородном постоянном магнитном поле

напряженностью \vec{H} . Указать первые интегралы движения, используя декартовы координаты. Найти закон движения частицы, используя эти интегралы. В начальный момент $\vec{r}(0) = 0$, $\dot{\vec{r}}(0) = \vec{v}_0$.

2. Найти закон движения частицы массой m с энергией $E_0 = 0$ в поле

$$U(x) = -U_0/\text{ch}^2 \alpha x, \quad U_0 > 0.$$



3. Найти траекторию частицы с массой m , энергией $E_0 < 0$ в центральном поле $U(r) = -b/r^2$, $b > 0$. При какой величине кинетического момента $L \neq 0$ частица может попасть в центр поля?

Вариант 2б

Фамилия.....

1. Заряженная частица e, m движется в неоднородном постоянном магнитном поле. Указать первые интегралы движения, используя цилиндрические координаты, если $\vec{H}(r, \varphi, z) = (0, 0, H_0 r_0 / r)$. Найти закон движения частицы, используя эти интегралы. В начальный момент $\vec{r}(0) = 0, \dot{\vec{r}}(0) = \vec{v}_0$.
2. Найти закон движения частицы массы m , движущейся по окружности радиуса R в вертикальной плоскости в поле тяжести (математический маятник), если ее кинетическая энергия в нижней точке равна $2mgR$.
3. Найти траекторию заряженной частицы с зарядом e и массой m , движущейся в электростатическом поле $U(r) = eQ/r$, создаваемом неподвижным зарядом Q . Движущаяся частица обладает полной энергией E и кинетическим моментом L . Каково минимальное расстояние от частицы до силового центра?

Вариант 3а

Фамилия.....

1. Определить траекторию движения материальной точки, имеющей полную энергию E и кинетический момент L в поле сферически-симметричной потенциальной ямы

$$U(r) = \begin{cases} 0 & r > R \\ -U_0 & r < R \end{cases}.$$

2. Частица движется в силовом поле $U(r) = -\alpha/r^2$, где $\alpha > 0$. При каких значениях параметра α частица, обладающая кинетическим моментом, не равным нулю $L \neq 0$, может достичь силового центра?
3. Поток частиц рассеивается на силовом центре $U(r) = \alpha/r^2$, $\alpha > 0$. Найти дифференциальное сечение рассеяния в телесный угол $d\sigma/d\Omega$.

Вариант 3б

Фамилия.....

1. Определить траекторию движения материальной точки, имеющей полную энергию E и кинетический момент L в поле сферически-симметричного потенциального поля.

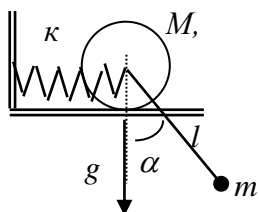
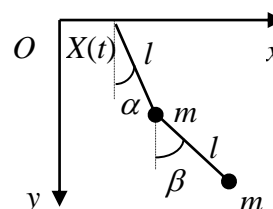
$$U(r) = \begin{cases} 0 & r > R \\ +U_0 & r < R \end{cases}.$$

2. Частица движется в силовом поле $U(r) = -\alpha/r^n$, где $\alpha > 0$. При каких значениях параметра n частица, обладающая кинетическим моментом, не равным нулю $L \neq 0$, может достичь силового центра?
3. Поток частиц рассеивается на силовом центре $U(r) = -\alpha/r^2$, $\alpha > 0$. Найти дифференциальное сечение рассеяния в телесный угол $d\sigma/d\Omega$.

Вариант 6а

Фамилия.....

1. Точка подвеса двойного математического маятника совершает горизонтальные колебания по закону $X(t) = A \cdot \sin \Omega t$. Составить функцию Лагранжа системы и записать уравнения движения для малых колебаний маятников.



2. Сплошной однородный цилиндр массой M и радиусом R может катиться без проскальзывания по горизонтальной поверхности. К оси цилиндра прикреплен невесомая нерастяжимая нить длиной l , к свободному концу которой прикреплен бусинка массой m . При

движении бусинка может колебаться только в плоскости Oxy . Ось цилиндра скреплена с невесомой пружиной жесткости k , другой конец которой прикреплен к неподвижной опоре. Составить функцию Лагранжа, уравнения движения и указать первые интегралы системы.

3. Составить функцию и уравнения Лагранжа заряда e массы m в однородном магнитном поле H (в калибровке векторного потенциала $\vec{A} = (yH/2, -xH/2, 0)$) и электрическом поле $\vec{E} = -(\alpha x, \alpha y, 0)$, $\alpha > 0$. Найти все первые интегралы уравнений Лагранжа. Найти закон движения заряда, если в начальный момент времени $t = 0$ радиус вектор частицы $\vec{r}(0) = \vec{r}_0$, а вектор скорости $\dot{\vec{r}}(0) = \dot{\vec{r}}_0$.

7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

- для экзамена

Вопросы экзаменационных билетов.

1. Основная задача динамики. Первые и вторые интегралы движения.
2. Кинематика твердого тела. Число степеней свободы. Углы Эйлера. Угловая скорость твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.
3. Общее решение задачи динамики одномерной системы с интегралом энергии. Качественное исследование: область движения, особые точки. Движение вблизи особых точек.
4. Тензор инерции твердого тела и его свойства.
5. Движение частиц в центрально-симметричном поле. Первые интегралы. Общее решение задачи в квадратурах. Основные свойства решений. Финитное и инфинитное движения.
6. Движение симметричного твердого тела с одной неподвижной точкой. Динамические уравнения Эйлера и их интегралы (случай Эйлера).
7. Движение частиц в центрально-симметричном поле. Качественное исследование движения в центрально-симметричном поле. Классификация траекторий.
8. Метод Лагранжа в теории твердого тела. Функция Лагранжа твердого тела с одной неподвижной точкой в однородном поле тяжести. Первые интегралы.
9. Функция Лагранжа, ее структура. Типы сил, описываемые функцией Лагранжа. Обобщенная потенциальная энергия.
10. Интегральные принципы механики. Принцип наименьшего действия. Модифицированный принцип Гамильтона.
11. Система свободных материальных точек. Внутренние и внешние силы. Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и энергии системы точек.
12. Вывод уравнений Лагранжа из вариационного принципа Гамильтона-Остроградского. неоднозначность функции Лагранжа. Ковариантность уравнений Лагранжа относительно точечных преобразований.
13. Задача двух тел. Приведенная масса. Интегралы движения.

14. Уравнения Лагранжа в независимых координатах (2 рода). Вывод из общего уравнения механики.
15. Движение системы точек при наложенных связях. Голономные связи. Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и энергии системы точек при наличии связей.
16. Канонические уравнения и переменные. Функция Гамильтона. Преобразование Лежандра.
17. Обобщенный импульс и обобщенная энергия. Первые интегралы уравнений Лагранжа.
18. Устойчивость по Ляпунову. Функция Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости движения. Собственные частоты. Нормальные координаты.
19. Гамильтоновы системы. Канонические уравнения. Скобки Пуассона. Теорема Пуассона
20. Метод Лагранжа в динамике твердого тела. Симметричный волчок с одной неподвижной точкой в однородном поле тяжести.
21. Интегрирование уравнений Ньютона в системах с идеальными голономными связями.
22. Канонические преобразования. Производящие функции канонических преобразований. Инварианты преобразований.
23. Уравнение Гамильтона-Якоби. Полный интеграл уравнения Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. Метод разделения переменных в уравнении Гамильтона-Якоби.
24. Переменные "действие-угол" одномерной задаче. Введение переменных "действие-угол" в системе с s -степенями свободы и метод разделения переменных.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания (домашние задания)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (контрольные работы)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (экзамен)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

– Перечень основной и дополнительной литературы

1. Стрелков С.П. Механика / С.П. Стрелков. – 4-е изд. стер. – М.: Лань, 2005. – 560 с.
2. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие / И.Е. Иродов. – 15-е изд. стер. – М.: Лань, 2018. – 420 с.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10 т. Т 1 / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – 6-е изд., стер. – М.: Физматлит, 2007. – 224 с.
4. Пятницкий Е.С. и др. Сборник задач по аналитической механике / Е.С. Пятницкий и др. – М.: Физматлит, 2002. – 400 с.
5. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. / С.П. Стрелков. – 3-е изд. стер. – М.: Лань, 2005. – 440 с.

– **Описание материально-технического обеспечения.**

- Учебный кабинет №173, (40,71м²)
- Учебных столов – 9 шт., стульев – 19 шт.,
- 3-х створчатая доска для мела – 1 шт.,
- Стол для преподавателя – 1 шт.
- Стационарный экран для проектора – 1 шт.

9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.

10. Язык преподавания русский.

11. Преподаватель (преподаватели).

Доцент кафедры физики и геофизики, кандидат физико-математических наук Николай Борисович Косых.

Старший преподаватель кафедры физики и геофизики Андрей Валерьевич Сулимов.

12. Автор (авторы) программы.

Доцент кафедры физики и геофизики, кандидат физико-математических наук Николай Борисович Косых.

**ОФОРМЛЕНИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ,
ПРОВОДИМОЙ В ФОРМЕ УСТНОГО ЭКЗАМЕНА**

Формат (в зависимости от количества вопросов, наличия или отсутствия задач и т.п.) А-5 или А-6

**ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА имени М.В. ЛОМОНОСОВА в г. СЕВАСТОПОЛЕ**

Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика

(шифр (шифры) и название (названия) направления (направлений) подготовки)

Учебная дисциплина Классическая механика

Семестр 3

Экзаменационный билет № 1

1. Тензор инерции твердого тела и его свойства.
2. Уравнения Лагранжа в независимых координатах (2 рода). Вывод из общего уравнения механики.
3. Интегрирование уравнений Ньютона в системах с идеальными голономными связями.

Утверждено на заседании кафедры,
протокол № ____ от «____» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ (Ф.И.О.)

Преподаватель _____ (Ф.И.О.)