

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет вычислительной математики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ВМК

_____ **Е.И. Моисеев**

« _____ » _____ **2013**

**Учебно-методический комплекс
«Классическая механика»**

Направление подготовки
01040.68 - Прикладная математика и информатика
Интегрированный магистр

Профиль подготовки (общий)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Москва

2013

Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины
4. Структура дисциплины (модуля) и ее место в учебном плане
 - 4.1. Содержание разделов дисциплины
 - 4.2. Структура дисциплины
 - 4.3. Лабораторные работы
 - 4.4. Курсовой проект (курсовая работа, расчетно-графическое задание, реферат, контрольная работа)
 - 4.5. Консультации
 - 4.6. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Третий семестр

5. Содержание дисциплины «Классическая механика».
 - 5.1. Содержание лекций.
 - 5.2. План практических занятий.
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации самостоятельной работы студентов.
7. Оценочные средства рубежного контроля
 - 7.1. Контрольные вопросы.
 - 7.2. Экзаменационные вопросы.
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Рецензент – профессор Салецкий Александр Михайлович.

Рабочая программа дисциплины «Классическая механика» /составитель Никитин Сергей Юрьевич – Москва, МГУ, 2013.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины «Классическая механика» базовой части ЕН цикла студентам очной формы обучения по направлениям подготовки «010400.68 Прикладная математика и информатика» в 3 семестре. Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 8 декабря 2009 г. № 712, а также образовательного стандарта МГУ «Интегрированный магистр» по направлению «010400.68 Прикладная математика и информатика».

Составитель:

_____ Никитин С.Ю.

Одобрено на заседании кафедры общей физики и волновых процессов

«___» _____ 2013г.

Зав. кафедрой _____ В.А. Макаров

Утверждено на Ученом совете факультета ВМК МГУ «___» _____ 2013г.

Ученый секретарь Совета факультета ВМК МГУ _____ Е.А. Григорьев

Одобрено УМО «___» _____ 2013г.

_____/_____

1. Цели освоения дисциплины

Цель курса состоит в том, чтобы познакомить студентов с основными научными представлениями об окружающем мире, дать представление о том, как формируются научные знания и о том, какую роль играет в этом процессе математика.

В частности, ставятся следующие задачи:

- 1) дать определения основных понятий и сформулировать законы классической механики;
- 2) определить место классической механики в системе физических и математических знаний;
- 3) познакомить с элементами классической, аналитической, статистической и релятивистской механики;
- 4) проанализировать связь классической механики с явлениями природы и с современными технологиями;
- 5) продемонстрировать применение численных методов в классической механике;
- 6) дать навыки анализа механических явлений методами математической физики и вычислительной математики.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Содержание курса определяется образовательным стандартом МГУ высшего профессионального образования по направлению 010400 Прикладная математика и информатика (1 степень бакалавриата двухуровневой программы интегрированный магистр непрерывной подготовки).

Изучаются кинематика и динамика материальной точки и твердого тела, законы сохранения энергии, импульса и момента импульса. Как пример использования этих законов рассматривается движение материальной точки в центральном силовом поле, и дается вывод законов Кеплера из основных законов механики. Излагаются основы теории относительности. Рассматривается понятие связей в механике, и вводятся основные понятия аналитической механики как эффективного метода анализа систем со связями. Для моделирования строения вещества рассматриваются механические системы, состоящие из большого числа частиц, и обсуждаются методы описания таких систем. Важную роль в курсе играют примеры применения понятий высшей математики. Это такие понятия как системы координат, дифференцирование и интегрирование, скалярное и векторное произведение векторов, понятие матрицы, градиента функции, понятие частных производных, понятие случайного события и его вероятности, понятие случайной величины и распределения плотности вероятности. В ходе курса студенты приобретают навыки работы с этими понятиями. Анализ таких явлений как движение твердого тела, колебания маятника, движение частицы в поле центральной силы, реактивное движение и многих других позволяет дать формулировку математических задач, которые могут эффективно решаться средствами вычислительной математики.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению:

- а) **общекультурных (ОК):** формирование научного мировоззрения, познание механических явлений в природе и их использования в современных технологиях, в

частности в таких областях как освоение космического пространства, манипулирование микроскопическими частицами и других. (ОНК-1);

б) **профессиональных (ПК):** способность демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук (ПК-1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать - основные понятия и законы механики как науки о движении тел и как основы для изучения других разделов физики. (ПК-1);

уметь применять на практике основные методы анализа механических процессов в природе и технике (ОНК-5);

понимать и применять на практике аппарат классической, аналитической и статистической механики для решения конкретных физико-математических задач;

уметь анализировать и обрабатывать физическую информацию о механическом явлении при изучении его численными методами (ПК-2);

- извлекать полезную научно-техническую информацию из электронных библиотек научных журналов по механике и другим разделам физики. (ПК-10);

- демонстрировать способность к анализу и синтезу в научном мышлении (СК-2);

- демонстрировать способность к письменному и устному научному общению на русском языке (ИК-1);

- публично представить собственные и известные научные результаты (ИК-2);

- представить физико-математические знания в устной форме (ИК-2);

- подготовить презентацию для представления полученных результатов на научных форумах (ИК-2);

владеть навыками решения практических задач в области механики;

- методами физического анализа, построения математической модели механического явления, численного решения задач механики (ОНК-5);

- физически грамотным представлением естественнонаучных знаний (ОНК-4).

«**Классическая механика**» – базовый (обязательный) курс для студентов 2 курса, читается в 3 семестре (естественно научный блок).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (128 часов). Лекции – 32 часа, практические занятия (семинары) – 32 часа, самостоятельная работа - 64 часа, экзамен в третьем семестре.

4. Структура дисциплины (модуля) и ее место в учебном плане

4.1 Тематический план курса (для «интегрированного магистра»)

№	Название темы	Аудиторные занятия (часы)		Самостоятельная работа студента
		лекции	Семинары	
Т р е т и й с е м е с т р				
1.	Кинематика	4	4	8
2.	Динамика	6	6	12
3.	Законы сохранения	6	6	12
4.	Теория относительности	4	4	8
5.	Аналитическая механика	4	4	8
6.	Колебания и волны	4	4	8
7.	Статистическая механика	4	4	8
	Всего:	32	32	64
	Всего (часы): (аудиторные занятия и самостоятельная работа)	128		

4. 2. Структура дисциплины по видам работ

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекц	Прак	сам	
1	Кинематика. Измерение расстояний и промежутков времени. Системы координат. Радиус-вектор, скорость и ускорение материальной точки. Угловая скорость вращения тела. Матрица поворота твердого тела.	3	1-2	4	4	8	Еженедельные короткие контрольные работы на семинарах (две работы)
2	Динамика. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Понятия силы и массы. Закон всемирного тяготения. Уравнения вращения твердого тела. Момент инерции тела.	3	3-5	6	6	12	Еженедельные короткие контрольные работы на семинарах (три работы)
3	Законы сохранения. Закон сохранения импульса, закон сохранения энергии, закон сохранения момента импульса.	3	6-8	6	6	12	Еженедельные короткие контрольные работы на семинарах (три работы)
4	Теория относительности. Кинематика в теории относительности. Релятивистское уравнение движения. Законы сохранения импульса и энергии в теории относительности.	3	9-10	4	4	8	Еженедельные короткие контрольные работы на семинарах (одна работа)

5	Аналитическая механика. Системы со связями, степени свободы, обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа. Уравнения Гамильтона.	3	11-12	4	4	8	Еженедельные короткие контрольные работы на семинарах (две работы)
6	Колебания и волны. Математический маятник. Физический маятник. Определение частот колебаний. Колебания в системах с двумя степенями свободы. Нормальные колебания и нормальные координаты. Колебания струны.	3	13-14	4	4	8	Еженедельные короткие контрольные работы на семинарах (две работы)
7	Статистическая механика. Равновесная статистическая механика. Распределения Гиббса, Максвелла, Больцмана. Размер и масса молекул. Явления переноса: диффузия и теплопроводность.	3	15-16	4	4	8	Еженедельные короткие контрольные работы на семинарах (три работы)

4.3. Лабораторные работы

Лабораторные работы выполняются по индивидуальному плану и состоят в решении средствами компьютерного моделирования движения материальной точки, движения твердого тела, колебания связанных маятников, распространения волны, движения ансамбля частиц и других механических явлений и процессов.

4.4. Курсовой проект (курсовая работа, расчетно-графическое задание, реферат, контрольная работа)

Курсовой проект выполняется по индивидуальному плану студента и состоит в разработке компьютерной демонстрации для иллюстрации какого-либо механического процесса или его приложения.

4.5. Консультации

Лектор курса проводит 3 двухчасовые консультации в период сессии, а также консультации в течение семестра после лекций по желанию студентов. Преподаватели, ведущие занятия в учебных группах, проводят консультации по теоретическим вопросам и методам выполнения самостоятельных заданий.

4.6. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

При проведении лекций, наряду с традиционными технологиями используются физические демонстрации и компьютерные анимации механических процессов. Подготовлена компьютерная демонстрация на тему «Современные достижения науки в курсе физики». Создана программа, которая позволяет студенту промоделировать на компьютере современную технологию управления движением микроскопических частиц с помощью лазерного излучения. Эта программа была представлена в докладе С.Ю.Никитина на Всероссийском Съезде учителей физики и опубликована во Всероссийском учебно-методическом журнале «Первое сентября». Методические материалы, которые включают программу лекционного курса, контрольные и экзаменационные вопросы, а также учебное пособие по курсу, размещены на сайте в Интернете.

5. Содержание дисциплины «Классическая механика» (3 семестр).

По курсу «Классическая механика» в течение семестра (16 недель) еженедельно читается двухчасовая лекция и еженедельно проводится двухчасовой семинар. Лекции проводятся в Центральной Физической Аудитории имени Р.В.Хохлова физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова. Теоретическое изложение изучаемого материала на лекциях поддерживается физическими демонстрациями механических процессов, а также компьютерными иллюстрациями и анимациями. В частности, на лекциях демонстрируются колебания Маятника Фуко, реактивное движение, действие гравитационных сил, сил упругости и сил трения, действие электромагнитных сил на заряженные частицы, колебания маятников, свободное вращение твердых тел различной формы, свойства гироскопов, движения тел в системах со связями и другие. Лекционные демонстрации проводят сотрудники Кабинета Физических демонстраций физического факультета МГУ. В иллюстрациях представлены движения материальной точки в поле центральной силы, движение планет и спутников в Солнечной системе, измерение сил светового давления.

5.1. Содержание лекций.

Введение. Физика как наука об элементарных процессах в природе. Современные достижения и проблемы физики. Структура курса физики на факультете Вычислительной математики и кибернетики МГУ. Программа курса «Классическая механика», учебные пособия по этому курсу. Основные абстракции механики: материальная точка, абсолютно твердое тело, сплошная среда.

- **Кинематика материальной точки.** Математическое описание движения материальной точки. Измерение расстояний и промежутков времени. Определения метра и секунды. Система координат и система отсчета. Радиус-вектор, скорость и ускорение материальной точки. Закон движения точки. Прямолинейное равноускоренное движение. Свободное падение. Ускорение свободного падения тел вблизи поверхности Земли. Криволинейное движение точки. Тангенциальное и нормальное ускорения.

- **Принцип относительности. Преобразования Галилея и преобразования Лоренца.** Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Трудность классической физики: неинвариантность уравнений электромагнитного поля относительно преобразований Галилея. Опыт Майкельсона. Принцип постоянства скорости света. Относительность времени. Преобразования Лоренца. Принцип относительности Эйнштейна.
- **Кинематика твердого тела.** Виды движений твердого тела: поступательное движение, вращение вокруг неподвижной оси, плоское движение, движение тела с одной неподвижной точкой, произвольное движение. Угловая скорость вращения тела. Вектор угловой скорости. Теорема Эйлера. Матрица поворота тела.
- **Кинематика вращающихся систем отсчета.** Связь кинематических характеристик движения точки относительно неподвижной и вращающейся систем отсчета. Переносное и кориолисово ускорения точки. Центробежное ускорение.
- **Законы Ньютона.** Формулировка законов Ньютона. Законы Ньютона как обобщение опытных данных. Инерциальная система отсчета. Понятия силы и массы. Измерение сил и масс. Экспериментальная проверка законов Ньютона. Сложение сил. Импульс материальной точки.
- **Силы в механике.** Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная. Принцип суперпозиции. Притяжение материальной точки к однородному шару. Измерение массы Земли. Факты, подтверждающие закон всемирного тяготения. Силы упругости. Закон Гука. Коэффициент упругости. Силы трения. Трение покоя и трение скольжения. Сила нормального давления и сила трения. Коэффициент трения. Вязкое трение. Зависимость силы вязкого трения от скорости тела. Электромагнитные силы: сила Кулона и Сила Лоренца. Электрический заряд. Напряженность электрического поля, индукция магнитного поля. Релятивистское уравнение движения.
- **Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.** Уравнение движения материальной точки относительно неинерциальной системы отсчета. Сила инерции. Переносная и центробежная силы инерции. Кориолисова сила инерции. Маятник Фуко.
- **Импульс системы частиц. Движение центра масс.** Импульс частицы и системы частиц. Центр масс системы частиц. Скорость и ускорение центра масс. Внутренние и внешние силы. Закон движения центра масс.
- **Закон сохранения импульса.** Закон изменения импульса механической системы. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Реактивная сила. Уравнение Мещерского. Стартовая масса ракеты. Формула Циолковского. Возможности современной ракетной техники. Закон сохранения импульса в теории относительности.
- **Работа и потенциальная энергия.** Элементарная работа силы. Работа. Потенциальная сила. Примеры потенциальных и непотенциальных сил. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия в однородном поле тяготения. Потенциальная энергия пружины. Потенциальная энергия частицы в поле центральной силы.
- **Кинетическая энергия.** Кинетическая энергия частицы и системы частиц. Теорема об изменении кинетической энергии. Кинетическая энергия тела при поступательном движении, при вращении вокруг неподвижной оси и при плоском движении. Момент инерции тела.
- **Закон сохранения энергии в механике.** Полная механическая энергия частицы и системы частиц. Закон изменения полной энергии. Закон сохранения энергии в клас-

сической механике и в теории относительности. Связь массы и энергии. Энергия покоя тела. Формула Эйнштейна. Факты, подтверждающие теорию относительности.

- **Момент импульса частицы и системы частиц. Момент силы.** Моменты относительно точки. Момент импульса системы частиц и твердого тела. Моменты относительно оси. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Плоское движение твердого тела.
- **Теорема моментов. Закон сохранения момент импульса.** Закон изменения момента импульса частицы. Теорема моментов. Закон изменения момента импульса системы частиц (тела). Закон сохранения момента импульса относительно точки и относительно оси.
- **Материальная точка в центральном поле.** Центральное силовое поле. Движение планет Солнечной системы и законы Кеплера. Плоский характер движения в центральном поле. Закон постоянства секторной скорости. Вывод первого закона Кеплера из закона сохранения энергии и закона сохранения момента импульса. Типы траекторий движения точки в центральном силовом поле: окружность, эллипс, парабола, гипербола.
- **Плоское движение твердого тела.** Уравнение движения центра масс тела. Уравнение вращения тела. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Уравнение колебаний физического маятника. Плоское движение твердого тела.
- **Момент инерции твердого тела.** Момент инерции твердого тела относительно произвольной оси. Теорема Гюйгенса – Штейнера. Вычисление моментов инерции стержня и диска.
- **Системы со связями. Степени свободы. Обобщенные координаты.** Связи в механике. Примеры систем со связями и без связей. Уравнения связей. Заданные силы и силы реакции. Голономные и неголономные связи. Стационарные и нестационарные связи. Задача механики несвободной системы. Число степеней свободы. Обобщенные координаты и обобщенные скорости. Свойства обобщенных координат.
- **Виртуальные перемещения. Виртуальная работа. Идеальные связи.** Действительное и виртуальное перемещения точки. Вектор виртуального перемещения. Виртуальная работа. Идеальные связи. Примеры систем с идеальными связями: идеально гладкая поверхность, невесомый жесткий стержень, качение без проскальзывания.
- **Уравнения Лагранжа. Обобщенные силы.** Уравнения движения системы с идеальными голономными связями. Исключение сил реакции. Уравнение Даламбера – Лагранжа. Переход к независимым координатам. Уравнения Лагранжа относительно кинетической энергии системы. Обобщенные силы: определение, размерность, физический смысл. Пример: плоский математический маятник.
- **Функция Лагранжа. Обобщенные импульсы.** Системы с идеальными голономными связями и потенциальными заданными силами. Выражение обобщенной силы через потенциальную энергию системы. Функция Лагранжа. Уравнения Лагранжа относительно функции Лагранжа. Обобщенные импульсы: определение, размерность, физический смысл. Закон изменения обобщенного импульса. Закон сохранения обобщенного импульса. Циклические координаты. Пример: сферический математический маятник.
- **Уравнения Гамильтона. Канонические переменные.** Описание состояния системы с помощью набора обобщенных координат и обобщенных импульсов. Гамильтониан системы.
Уравнения Гамильтона. Зависимость гамильтониана от времени. Консервативная система. Гамильтониан консервативной системы. Пример: гамильтониан частицы в потенциальном силовом поле.

- **Равновесие системы и его устойчивость.** Равновесие механической системы. Условия равновесия. Системы с идеальными голономными связями. Исключение сил реакции. Принцип виртуальных перемещений. Переход к обобщенным координатам. Системы с потенциальными заданными силами. Устойчивость равновесия.
- **Колебания в системах с одной степенью свободы.** Уравнение гармонических колебаний и его общее решение. Частота, амплитуда и фаза колебания. Период колебаний. Роль начальных условий. Метод определения частот колебаний. Пример: физический маятник. Период колебаний математического маятника. Формула Гюйгенса. Пружинный осциллятор.
- **Физические эффекты в колебательных системах.** Гармонические колебания. Затухающие колебания. Добротность колебательной системы. Нелинейные колебания. Зависимость периода колебаний от их амплитуды. Вынужденные колебания. Резонанс. Параметрические колебания. Колебания ансамбля осцилляторов. Маятники Чеботаева. Дефазировка и синхронизация колебаний.
- **Нормальные колебания и нормальные координаты.** Колебания в системах со многими степенями свободы. Колебания связанных осцилляторов. Уравнения движения. Нормальные координаты. Собственные частоты колебаний системы. Нормальные колебания. Расчет начальных условий. Наблюдение нормальных колебаний связанных осцилляторов и двойного математического маятника.
- **Механика волновых процессов.** Волна в натянутой струне. Уравнение движения элемента струны. Волновое уравнение и его общее решение. Скорость распространения волны. Бегущие и стоячие волны. Собственные частоты колебаний струны. Основной тон и обертоны. Формы стоячих волн.
- **Случайные величины и вероятности.** Случайные события. Вероятность случайного события. Аксиома сложения вероятностей. Аксиома умножения вероятностей. Случайная величина. Распределение плотности вероятности. Нормировка распределения вероятностей. Правило вычисления средних. Среднее значение и дисперсия случайной величины. Пример: распределение Гаусса. Многомерное распределение плотности вероятности. Условие нормировки, правило вычисления средних, понижение порядка распределения. Независимые случайные величины. Дискретные случайные величины. Распределение Пуассона.
- **Распределение Гиббса.** Механика систем, состоящих из большого числа частиц. Равновесные и неравновесные системы. Основной закон статистической механики равновесных систем. Распределение Гиббса. Температура. Измерение температуры. Шкала температур Цельсия. Абсолютная температура. Распределение молекул по скоростям. Распределение Максвелла. Распределение частиц во внешнем силовом поле. Распределение Больцмана.
- **Размер и масса молекул.** Уравнение состояния идеального газа. Измерение постоянной Больцмана. Броуновское движение. Опыт Перрена. Концентрация молекул газа при нормальных условиях. Число Лошмидта. Масса молекулы. Размер молекулы. Факты, подтверждающие распределение Гиббса. Свойства идеального газа. Распределение воздуха в атмосфере Земли.
- **Распределение энергии по степеням свободы.** Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Квадратичная степень свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Удельная теплоемкость газа при постоянном объеме. Определение числа степеней свободы молекулы газа с помощью измерения теплоемкости.
- **Диффузия и теплопроводность.** Явление диффузии. Закон диффузии. Коэффициент диффузии: определение, размерность, физический смысл. Уравнение сохранения числа частиц. Уравнение диффузии. Явление теплопроводности. Закон теплопровод-

ности. Коэффициент теплопроводности: определение, размерность, физический смысл. Уравнение сохранения энергии. Уравнение теплопроводности.

- **Тензор инерции твердого тела. Главные оси инерции.** Движение тела с одной неподвижной точкой. Связь момента импульса с угловой скоростью вращения тела. Тензор инерции тела. Главные оси инерции тела. Свойство главных осей инерции.
- **Динамика твердого тела. Уравнения Эйлера.** Теорема моментов. Уравнения вращения тела с одной неподвижной точкой. Уравнения Эйлера. Пример: свободное вращение симметричного волчка. Кинематические уравнения для матрицы поворота тела. Пример: свободное вращение асимметричного волчка. Численное моделирование вращения тела. Характер вращения тела относительно главных осей с максимальным, минимальным и средним моментами инерции.

5.2. Практические занятия.

В течение третьего семестра параллельно с лекциями в каждой группе проводятся 16 семинаров, на которых решаются задачи и обсуждаются теоретические вопросы по классической механике. Специально для этого курса создано учебное пособие “Практические занятия по физике для студентов – математиков” Часть I. С.Ю.Никитин, С.С.Чесноков. “Механика”. М.: Факультет ВМК МГУ. 2006.

План практических занятий. (один раз в неделю)

Семинар 1. **Кинематика материальной точки и твердого тела.** Декартова и полярная системы координат. Движение точки на плоскости. Закон движения, траектория, путь, скорость, ускорение. Системы со связями. Машина Атвуда. Качение без проскальзывания. Движение стержня на плоскости. Угловая скорость вращения тела.

Семинар 2. **Кинематика в теории относительности.** Преобразования Лоренца и их физический смысл. Длина движущегося стержня. Замедление времени в движущейся системе отсчета. Релятивистские правила сложения скоростей. Правила преобразования ускорений в теории относительности.

Семинар 3. **Динамика материальной точки. Законы Ньютона.** Движение материальной точки под действием силы тяжести и силы вязкого трения. Системы со связями. Уравнения движения и уравнения связей. Машина Атвуда. Поступательное движение твердого тела.

Семинар 4. **Силы в механике.** Гравитационная сила. Движение спутника по круговой орбите. Сила упругости. Пружинный осциллятор. Поступательное движение твердого тела при наличии силы трения.

Семинар 5. **Силы инерции.** Переносная сила инерции. Центробежная сила инерции. Кориолисова сила инерции.

Семинар 6. **Законы сохранения импульса и энергии.** Движение в однородном поле тяготения. Движение в центральном силовом поле. Потенциальная энергия пружины. Упругий удар. Неупругий удар. Закон движения центра масс.

Семинар 7. **Вычисление моментов инерции различных тел.** Моменты инерции стержня, диска, шара, сферы. Теорема Гюйгенса – Штейнера.

Семинар 8. **Плоское движение твердого тела.** Машина Атвуда. Скатывание цилиндра по наклонной плоскости. Качение тела с проскальзыванием и без проскальзывания. Уравнение движения центра масс. Уравнение вращения тела. Уравнения связей.

Семинар 9. **Закон сохранения момента импульса.** Движение материальной точки в центральном силовом поле. Закон сохранения секторной скорости. Упругое и неупругое столкновения шарика и стержня.

Семинар 10. **Уравнения Лагранжа.** Машина Атвуда. Плоское движение твердого тела. Колебания маятника, точка подвеса которого совершает заданное движение по горизонтали или по вертикали. Двойной математический маятник.

Семинар 11. **Малые колебания механических систем.** Уравнение гармонических колебаний. Метод определения частот. Физический маятник. Математический маятник. Период колебаний математического маятника. Формула Гюйгенса. Пружинный осциллятор. Колебания связанных осцилляторов. Нормальные колебания и нормальные координаты. Колебания струны.

Семинар 12. **Элементы теории вероятностей.** Случайные события. Вероятность случайного события. Аксиома сложения вероятностей. Аксиома умножения вероятностей. Случайная величина. Распределение плотности вероятности. Нормировка распределения вероятностей. Правило вычисления средних. Среднее значение и дисперсия случайной величины. Распределение Гаусса. Распределение Пуассона.

Семинар 13. **Распределение Гиббса.** Распределение частиц в однородном поле тяготения. Распределение газа в центрифуге. Распределение молекул по скоростям. Распределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа.

Семинар 14. **Диффузия и теплопроводность.** Уравнение диффузии и его решение. Коэффициент диффузии газообразной среды. Распределение температуры в поперечном сечении проводника с током. Нагрев частицы лазерным излучением.

Семинар 15. **Элементы механики сплошной среды.** Уравнение движения элемента сплошной среды (уравнение Эйлера). Уравнение сохранения вещества (уравнение непрерывности). Течение вязкой жидкости. Закон Пуазейля.

Семинар 16. **Релятивистская механика.** Релятивистское уравнение движения. Законы сохранения импульса и энергии теории относительности. Энергия и импульс фотона. Световое давление. Рассеяние фотона на электроны.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации самостоятельной работы студентов.

Еженедельные короткие контрольные работы на семинарах.

7. Оценочные средства рубежного контроля.

Экзамен в конце семестра.

7.1 Контрольные вопросы теоретического минимума:

1. Сформулируйте законы Ньютона.
2. Что такое сила и масса? Как их измерить?
3. Сформулируйте принцип относительности Галилея, принцип относительности Эйнштейна и принцип постоянства скорости света.
4. Напишите формулы преобразований Лоренца, релятивистское уравнение движения.
5. Сформулируйте закон всемирного тяготения и принцип суперпозиции.
6. Дайте определения работы и потенциальной энергии. Приведите примеры потенциальных и непотенциальных сил.
7. Что такое внутренние и внешние силы? Приведите примеры.

8. Что такое центр масс системы частиц ? Сформулируйте закон движения центра масс.
9. Сформулируйте законы сохранения импульса и энергии в механике Ньютона и в теории относительности.
10. Что такое момент импульса и момент силы ? Сформулируйте теорему моментов и закон сохранения момента импульса.
11. Что такое момент инерции твердого тела ? Приведите примеры. Сформулируйте теорему Гюйгенса – Штейнера.
12. Напишите формулы для импульса, момента импульса и кинетической энергии тела, совершающего плоское движение.
13. Что такое силы инерции ? Приведите примеры.
14. Что такое связи в механике ? Приведите примеры систем со связями и без связей.
15. Что такое число степеней свободы механической системы ? Приведите примеры.
16. Что такое идеальные связи ? Приведите примеры.
17. Что такое лагранжиан механической системы ? Запишите уравнения Лагранжа.
18. Что такое обобщенная сила и обобщенный импульс ? Чем определяются их размерности ? Приведите примеры.
19. Что такое гамильтониан консервативной механической системы ? Запишите уравнения Гамильтона
20. Напишите уравнение гармонических колебаний. Как найти частоту малых колебаний механической системы ?
21. Приведите примеры колебательных систем с двумя степенями свободы. Что такое нормальные колебания и нормальные координаты ?
22. Напишите волновое уравнение.
23. Что такое распределение плотности вероятности ? Напишите формулу распределения Гиббса.
24. Напишите формулы распределения Максвелла и распределения Больцмана.
25. Сформулируйте теорему о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
26. Напишите уравнения диффузии и теплопроводности. Дайте определения коэффициентов диффузии и теплопроводности.

7.2. Экзаменационные вопросы.

1. Кинематика материальной точки.
2. Принцип относительности. Преобразования Галилея и преобразования Лоренца.
3. Кинематика твердого тела.
4. Кинематика вращающихся систем отсчета.
5. Законы Ньютона.
6. Силы в механике.
7. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.
8. Импульс системы частиц. Движение центра масс.
9. Закон сохранения импульса.
10. Работа и потенциальная энергия.
11. Кинетическая энергия.
12. Закон сохранения энергии в механике.
13. Момент импульса частицы и системы частиц. Момент силы.
14. Теорема моментов. Закон сохранения момента импульса.
15. Материальная точка в центральном поле.
16. Плоское движение твердого тела.

17. Момент инерции твердого тела.
18. Системы со связями. Степени свободы. Обобщенные координаты.
19. Виртуальные перемещения. Виртуальная работа. Идеальные связи.
20. Уравнения Лагранжа. Обобщенные силы.
21. Функция Лагранжа. Обобщенные импульсы.
22. Уравнения Гамильтона. Канонические переменные.
23. Равновесие системы и его устойчивость.
24. Колебания в системах с одной степенью свободы.
25. Физические эффекты в колебательных системах.
26. Нормальные колебания и нормальные координаты.
27. Механика волновых процессов.
28. Случайные величины и вероятности.
29. Распределение Гиббса.
30. Размер и масса молекул.
31. Распределение энергии по степеням свободы.
32. Диффузия и теплопроводность.
33. Тензор инерции твердого тела. Главные оси инерции.
34. Динамика твердого тела. Уравнения Эйлера.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Никитин С.Ю., Чесноков С.С. Механика. Практические занятия по физике для студентов-математиков, часть I. М.: Факультет ВМК МГУ. 2006.
2. Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А. Механика. М.: Академия, 2004.
3. Стрелков С.П. Механика. М.: Наука, 1975, С.-Пб.: Лань, 2005.
4. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа", 1986.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том I. Механика. М.: Наука, 1989.
6. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. М.: Наука, 1983.

б) дополнительная литература:

7. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. М.: Изд-во МГУ, 1978.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: Наука, 1965.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) Демонстрационные приборы в кабинете физических демонстраций физического факультета МГУ, медиа-проектор и компьютер для воспроизведения компьютерных анимаций на лекциях. Цикл компьютерных демонстраций механических явлений.

Программа курса и учебное пособие: Никитин С.Ю., Чесноков С.С. Механика. Практические занятия по физике для студентов-математиков, часть I. М.: Факультет ВМК МГУ. 2006, размещены на сайте кафедры общей физики и волновых процессов Физического факультета МГУ:

<http://ofvp.phys.msu.ru>

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, ОС МГУ «Прикладная математика и информатика», с учетом рекомендаций Примерной основной образовательной программы (ПрООП) по направлению 01040.68 «Прикладная математика и информатика», Интегрированный магистр.