

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Математические модели теоретической физики Б1.В.ОД.5

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Игнатьев Ю.Г.

**Рецензент(ы):**

Попов А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Игнатьев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 81721819

Казань  
2019

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ведущий научный сотрудник, д.н. (профессор) Игнатьев Ю.Г. НИЛ Космология Институт физики , Ignatev-Yurii@mail.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Курс 'Математические модели теоретической физики' читается в 6 семестре, когда уже завершены основные математические курсы. Цель дисциплины познакомить студентов с основными математическими принципами современной физики и научить применять математические методы, а также методы математического и компьютерного моделирования для решения основных физических задач. При этом курс адаптирован именно под математиков, специализирующихся в области компьютерных наук.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ОД.5' основной образовательной программы 02.03.01 Математика и компьютерные науки. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр. Курс тесно интегрирован с математическими дисциплинами: 'Математический анализ', 'Аналитическая геометрия', 'Дифференциальная геометрия', 'Дифференциальные уравнения'.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	-

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

1. Способность и готовность решать основные задачи теоретической механики и теории поля: Понимать принцип наименьшего действия и принцип получения на основе его уравнений движения.

Составлять уравнений Эйлера-Лагранжа для заданной функции действия; формулировать задачу Коши для

уравнений Эйлера-Лагранжа.

2. Решать и исследовать задачи линейной теории колебаний аналитически и в пакете программ Maple;

численно решать и исследовать в пакете Maple задачи теории нелинейных колебаний; строить конфигурационные и фазовые траектории

колебаний. Решать и исследовать задачи механического движения в классическом поле тяжести, в том числе, в пакете Maple, уметь

строить анимированные модели движения.

3. Способность применять математические методы к решению задач механики:

групповые и тензорные методы исследования задач, ковариантно обобщать уравнения движения и записывать их в криволинейных

координатах, находить линейные интегралы движения, в частности, определять линейные интегралы движения в поле центральных сил,

производить алгебраические и дифференциальные операции над тензорами, строить дуальные тензоры по данному антисимметричному.

4. Численно решать и исследовать в пакете Maple уравнения геодезических в двумерных и трехмерных римановых пространствах,

строить решение для геодезических в поле Черной дыры изображать их графически, производить алгебраические и дифференциальные операции

над тензорами в пакете Maple, в частности, строить уравнения геодезических, вычислять тензоры кривизны и Риччи. Понимать связь уравнений геодезических

с теорией геометрической оптики.

5. Составлять нерелятивистские и релятивистские уравнения движения заряда в электромагнитных полях, в частности, в постоянных скрещенных электрическом и магнитном полях,

численно решать уравнения движения заряда в скрещенных электромагнитных полях в пакете Maple, строить конфигурационные и фазовые траектории движения,

строить анимационные трехмерные модели движения.

6. Проводить вычисления с тензорами Римана, Риччи и Эйнштейна, понимать основные положения теории гравитации и космологии, понимать геометрию

изотропного пространства, знать основные решения уравнений Эйнштейна: решения Шварцшильда и Фридмана.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Принцип наименьшего действия	6	1-2	4	4	0	Творческое задание
2.	Тема 2. Теория колебаний	6	3-5	6	6	0	Творческое задание
3.	Тема 3. Движение в центрально-симметричном поле и теория геодезических	6	6-8	6	6	0	Творческое задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Элементы тензорного исчисления и теории групп. Принцип ковариантности.	6	9-10	4	4	0	Творческое задание
5.	Тема 5. Принципы релятивистской физики	6	11-12	4	4	0	Творческое задание
6.	Тема 6. Элементы электродинамики	6	13-14	4	6	0	Творческое задание
7.	Тема 7. Элементы теории гравитации	6	15-17	6	4	0	Творческое задание
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			34	34	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Принцип наименьшего действия

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Динамические системы; число степеней свободы, фазовое пространство системы. Принцип наименьшего действия. Вывод уравнений Эйлера-Лагранжа. Уравнения Эйлера-Лагранжа для одной частицы в поле потенциальных сил. Второй закон Ньютона. Вывод закона сохранения энергии из уравнений Эйлера-Лагранжа.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Компьютерное моделирование в пакете Maple движения пробной частицы в однородном поле тяжести с линейным и квадратичным по скорости трением. Построение оснащенных, управляемых, динамических компьютерных моделей движения в пакете Maple.

### Тема 2. Теория колебаний

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Вывод уравнения линейных колебаний для связанной системы Вывод уравнения одномерных нелинейных колебаний для потенциала 4-го порядка. Понятие о спонтанном нарушении симметрии.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Решение и исследование линейных и нелинейных одномерных колебаний, построение конфигурационных и фазовых траекторий, построение оснащенных динамических моделей спонтанного нарушения симметрии в пакете Maple.

### Тема 3. Движение в центрально-симметричном поле и теория геодезических

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Движение в сферически - симметричном потенциальном поле. Интегралы движения. Вывод уравнений геодезических из уравнений Эйлера-Лагранжа. Принцип Ферма и геометрическая оптика неоднородной анизотропной оптической среды.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Численное решение уравнений геодезических в двумерных и трехмерных римановых пространствах в пакете Maple. Построение конфигурационных траекторий и динамических моделей.

#### Тема 4. Элементы тензорного исчисления и теории групп. Принцип ковариантности.

##### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Принцип ковариантности. Ковариантное обобщение уравнений механики. Определение тензора. Алгебраические операции над тензорами. Ковариантные производные от тензора. Ковариантные дифференциальные операторы 1-го и 2-го порядков. Дискриминантный тензор и его связь с площадью и объемом. Тензоры кривизны, Риччи, скалярная кривизна. Тожества Бьянки.

##### практическое занятие (4 часа(ов)):

Задание тензоров и алгебраические операции над ними в пакете Maple. Преобразование динамических уравнений к криволинейным координатам в пакете Maple. Вычисление производных Ли в пакете Maple.

#### Тема 5. Принципы релятивистской физики

##### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Пространство Минковского и преобразования Лоренца. 4-х мерные векторы и тензоры. Вектор 4-импульса и соотношение нормировки. Соотношение между энергией и массой. Гамильтонова формулировка уравнений движения. Скалярные поля. Линейные интегралы и законы сохранения.

##### практическое занятие (4 часа(ов)):

Построение компьютерной модели релятивистского звездного полета с возвращением в пакете Maple. Решение задачи о конечной массе космического корабля.

#### Тема 6. Элементы электродинамики

##### лекционное занятие (4 часа(ов)):

4-х мерный векторный потенциал, уравнения движения заряженной частицы и тензор Максвелла. Калибровочная инвариантность электродинамики. Движение заряженной частицы в постоянных электромагнитных полях.

##### практическое занятие (6 часа(ов)):

Построение компьютерной модели движения заряженной частицы с линейным трением в скрещенных постоянных электромагнитных полях - конфигурационные траектории и динамическая модель.

#### Тема 7. Элементы теории гравитации

##### лекционное занятие (6 часа(ов)):

Принцип эквивалентности и уравнения Эйнштейна. Геометрическая природа теории гравитации. Движение пробных тел в гравитационном поле. Частные решения уравнений Эйнштейна. Черные Дыры как заключительная стадия эволюции звезд. Решение Фридмана и геометрия изотропного мира. Элементы космологии.

##### практическое занятие (4 часа(ов)):

Тензорные вычисления в метрике Шварцшильда, построение компьютерной модели движения массивных и безмассовых частиц в поле Черной Дыры в пакете Maple.

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Принцип наименьшего действия	6	1-2	подготовка к творческому заданию	20	Творческое задание
2.	Тема 2. Теория колебаний	6	3-5	подготовка к творческому заданию	20	Творческое задание



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Движение в центрально-симметричном поле и теория геодезических	6	6-8	подготовка к творческому заданию	20	Творческое задание
4.	Тема 4. Элементы тензорного исчисления и теории групп. Принцип ковариантности.	6	9-10	подготовка к творческому заданию	20	Творческое задание
5.	Тема 5. Принципы релятивистской физики	6	11-12	подготовка к творческому заданию	20	Творческое задание
6.	Тема 6. Элементы электродинамики	6	13-14	подготовка к творческому заданию	10	Творческое задание
7.	Тема 7. Элементы теории гравитации	6	15-17	подготовка к творческому заданию	11	Творческое задание
	Итого				121	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются активные и интерактивные формы проведения занятий, основанные на интегрировании методов информационных технологий и математического моделирования в системах компьютерной математики.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Принцип наименьшего действия

Творческое задание , примерные вопросы:

В пакете Maple построить анимированную компьютерную модель движения тела в однородном поле тяжести при наличии линейной силы трения:

$m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}+k\frac{\vec{r}}{dt}=m\vec{g}$ ,  $\vec{g}=(0,0,-10)$ ;  $k=0.01$ ;  $m=1$ . На основе полученной модели исследовать конфигурационные и фазовые траектории. 2. В пакете Maple построить компьютерную модель движения тела в однородном поле тяжести при наличии квадратичной по скорости силы трения:  
 $m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}+k\frac{\vec{r}}{dt}\left|\frac{\vec{r}}{dt}\right|=m\vec{g}$ ,  $\vec{g}=(0,0,-9.8)$ ;  $k=0.02$ . На основе полученной модели исследовать конфигурационные и фазовые траектории;  $m=1$ .

### Тема 2. Теория колебаний

Творческое задание , примерные вопросы:

1. Построить компьютерную модель в пакете Maple одномерных линейных колебаний частицы массы  $0.1$  с линейным коэффициентом трения  $k=0.01$  и  $\omega_0=3$  и вынуждающей силой  $F=e^{-0.2t}\sin t$ . Построить фазовую траекторию колебаний.
2. Построить компьютерную модель в пакете Maple одномерных линейных колебаний частицы массы  $0.7$  с линейным коэффициентом трения  $k=0.02$  и  $\omega_0=1.5$  и вынуждающей силой  $F=\sin 3t$ . Построить фазовую траекторию колебаний.
3. Построить анимированную компьютерную модель в пакете Maple одномерных линейных колебаний частицы массы  $0.25$  с линейным коэффициентом трения  $k=0.02$  и  $\omega_0=1.5$  и вынуждающей силой  $F=t\sin 2t$ ;  $v_0=0$ .
4. Построить анимированную компьютерную модель в пакете Maple одномерных линейных колебаний частицы массы  $0.25$  с линейным коэффициентом трения  $k=0.02$  и  $\omega_0=3$  и вынуждающей силой  $F=\sin 2t$ ;  $v_0=-2$ .

### Тема 3. Движение в центрально-симметричном поле и теория геодезических

Творческое задание , примерные вопросы:

Построить компьютерную модель в пакете Maple движения луча света в неоднородной анизотропной оптической среде с показателем преломления  $|n|=|x^2, xy, y^2, xz, z^2, yz, 1|$ . Луч стартует с начальными условиями  $M(0,0,0)$ ;  $V_0=(1,1,1)$ .

### Тема 4. Элементы тензорного исчисления и теории групп. Принцип ковариантности.

Творческое задание , примерные вопросы:

1. Вычислить в пакете Maple ковариантные производные от контрвариантного вектора  $V=(r^2, r^2\cos^2\varphi)$  относительно метрики  $ds^2=dr^2+r^2\cos^2\varphi$ .
2. Построить компьютерную модель движения частицы в поле Черной Дыры.
3. Даны ковариантный тензор  $T_{ik}=\begin{pmatrix} r & r^2 & r^3 \\ 0 & \cos^2\varphi & \sin^2\varphi \\ 1 & r & 0 \end{pmatrix}$  и контрвариантный вектор  $U^i=(r,1,2)$ . В пакете Maple вычислить свертки  $T_{ik}U^i$ ,  $T_{ik}U^k$ ,  $T_{ik}U^iU^k$ .

### Тема 5. Принципы релятивистской физики

Творческое задание , примерные вопросы:

Построить в пакете Maple компьютерную модель релятивистского звездного полета с возвращением. Вычислить энергию-массу, потраченную на полет.

### Тема 6. Элементы электродинамики

Творческое задание , примерные вопросы:

1. Построить компьютерную модель движения заряда в постоянных скрещенных электромагнитных полях в пакете Maple. На основе полученной модели исследовать конфигурационную траекторию движения:  $\vec{E}=(1,0,0)$ ;  $\vec{H}=(0,2,0)$ ;  $q=0.7$ ;  $m=0.9$ .
2. Построить компьютерную модель движения заряда в постоянных скрещенных электромагнитных полях с линейным трением в пакете Maple. На основе полученной модели исследовать конфигурационную траекторию движения:  $\vec{E}=(0.5,0,0)$ ;  $\vec{H}=(0,1.5,0)$ ;  $q=1$ ;  $m=0.25$ ;  $k=0.025$ .
3. Построить компьютерную модель движения заряда в постоянных скрещенных электромагнитных полях с квадратичным по скорости трением в пакете Maple. На основе полученной модели исследовать конфигурационную траекторию движения:  $\vec{E}=(0,1,0)$ ;  $\vec{H}=(2,0,0)$ ;  $q=1$ ;  $m=1$ ;  $k=0.005$ .

### Тема 7. Элементы теории гравитации

Творческое задание , примерные вопросы:

1. Вычислить тензор кривизны и тензор Риччи для метрики Шварцшильда:  $ds^2=dt^2(1-2/r)-dr^2/(1-2/r)+r^2d\theta^2+r^2\cos^2\theta d\phi^2$ .
2. Вычислить тензор кривизны и тензор Риччи для метрики Фридмана:  $ds^2=dt^2-a^2(t)(dr^2+r^2d\theta^2+r^2\cos^2\theta d\phi^2)$ .
3. Построить численную модель движения массивной частицы в поле Черной дыры:  $ds^2=dt^2(1-2/r)-dr^2/(1-2/r)+r^2d\theta^2+r^2\cos^2\theta d\phi^2$ , построить конфигурационную траекторию частицы.
4. Построить численную модель движения безмассовой частицы в поле Черной дыры:  $ds^2=dt^2(1-2/r)-dr^2/(1-2/r)+r^2d\theta^2+r^2\cos^2\theta d\phi^2$ , построить конфигурационную траекторию частицы.

### Итоговая форма контроля

экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:



## Примерные вопросы к экзамену:

Принцип наименьшего действия

Динамические системы; число степеней свободы, фазовое пространство системы. Принцип наименьшего действия. Вывод уравнений Эйлера-Лагранжа. Уравнения Эйлера-Лагранжа для одной частицы в поле потенциальных сил. Второй закон Ньютона. Вывод закона сохранения энергии из уравнений Эйлера-Лагранжа. Движение в сферически - симметричном потенциальном поле. Интегралы движения. Вывод уравнений геодезических из уравнений Эйлера-Лагранжа.

Теория колебаний

Вывод уравнения линейных колебаний для связанной системы Вывод уравнения одномерных нелинейных колебаний для потенциала 4-го порядка. Понятие о спонтанном нарушении симметрии.

Релятивистская физика и теория тензорных вычислений

Принцип ковариантности. Ковариантное обобщение уравнений механики. Определение тензора. Алгебраические операции над тензорами. Ковариантные производные от тензора. Ковариантные дифференциальные операторы 1-го и 2-го порядков. Дискриминантный тензор и его связь с площадью и объемом. Тензор Максвелла и дуальный тензор. Тензоры кривизны, Риччи, скалярная кривизна. Тожества Бьянки и уравнения Эйнштейна. Движение пробных тел в релятивистских полях тяготения. Релятивистские канонические уравнения движения. Уравнения движения частицы в скалярном поле. Тензор энергии-импульса идеальной жидкости. Уравнения движения идеальной жидкости.

Электродинамика

Закон сохранения заряда. Вывод его из уравнения непрерывности. Плотность точечного заряда.  $\delta$ -функция Дирака и ее свойства. Четырехмерный векторный потенциал и тензор Максвелла. Функция Лагранжа для электромагнитного поля. Вывод ковариантных уравнений Максвелла. Частные решения уравнений Максвелла. Электромагнитное поле точечного заряда. Уравнения движения заряда в электромагнитном поле. Вывод из принципа наименьшего действия. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля

## 7.1. Основная литература:

- Игнатьев, Юрий Геннадиевич. Математические модели теоретической физики с примерами решения задач в СКМ Maple : [курс лекций с примерами задач в пакете Maple : учебник] / Ю. Г. Игнатьев, А. А. Агафонов ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Казань : Казанский университет : [Издательство АН РТ], 2016 .- 263 с.
- Игнатьев, Юрий Геннадиевич. Математические основы физики : с примерами решения задач в СКМ Maple : [учебник] / Ю. Г. Игнатьев, А. А. Агафонов ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Казань : [Казанский университет], 2016 .- 239 с.
- Игнатьев, Юрий Геннадиевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple [Текст: электронный ресурс] : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатьев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-тет, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Электронные данные (1 файл: 19,09 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) .- Загл. с экрана .- Для 8-го, 9-го и 10-го семестров. Режим доступа: открытый. URL:[http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05\\_120\\_000443.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_000443.pdf).
- Голоскоков, Д.П. Курс математической физики с использованием пакета Maple [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 576 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67461>.
- Кирсанов М. Н. Алгебра и геометрия. Сборник задач и решений с применением системы Maple : учеб. пособие / М.Н. Кирсанов, О.С. Кузнецова. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 272 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=763674>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Игнатьев, Юрий Геннадиевич. Неравновесная Вселенная [Текст: электронный ресурс] : кинетические модели космологической эволюции / Ю. Г. Игнатьев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского . - Электронные данные (1 файл: 2,72 Мб) . - (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . - Загл. с экрана . - Для 8-го, 9-го и 10-го семестров. Режим доступа: открытый.  
URL:[http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05\\_120\\_A5-000444.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_A5-000444.pdf).
2. Батыгин, В.В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 480 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/544>.
3. Юдович, В.И. Математические модели естественных наук [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/689>.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- Голоскоков, Дмитрий Петрович. Практический курс математической физики в системе Maple [Текст: электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений - [https://eknigi.org/nauka\\_i\\_ucheba/54606-uravneniya-matematicheskoy-fiziki-reshenie-zadach.html](https://eknigi.org/nauka_i_ucheba/54606-uravneniya-matematicheskoy-fiziki-reshenie-zadach.html)
- XV-я Российская гравитационная конференция - [http://www.stfi.ru/documents/2014/GRACOS\\_2014\\_TrudiSchool.pdf](http://www.stfi.ru/documents/2014/GRACOS_2014_TrudiSchool.pdf)
- Игнатьев Ю.Г. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple. Лекции для школы по математическому моделированию. - [http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/mmm\\_eor-s.pdf](http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/mmm_eor-s.pdf)
- Игнатьев, Юрий Геннадиевич. Дифференциальная геометрия кривых поверхностей в евклидовом пространстве [Текст: электронный ресурс] : учебное пособие : курс лекций для студентов математического факультета. - [http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/DifGeo13\\_14pt-dv.pdf](http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/DifGeo13_14pt-dv.pdf)
- Игнатьев, Юрий Геннадиевич. Неравновесная Вселенная: кинетические модели космологической эволюции - <http://rgs.vniims.ru/books/universe.pdf>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Математические модели теоретической физики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

1. На кафедре высшей математики и математического моделирования имеется собственный кафедральный фонд книг (свыше 700 книг).
2. На педагогическом отделении имеется 3 компьютерных класса, объединенных в локальные сети и подключенные к интернету, 4 ноутбука и 3 проектора, 4 принтера, из них 1 - цветной, и 2 ксерокса, позволяющие обеспечивать учебный процесс. Компьютеры используются, помимо прочего, для спецкурсов и спецсеминаров, а также для выполнения квалификационных работ.
3. На кафедре имеется оборудование, позволяющее размножать брошюровать методические пособия и учебники.
4. Мультимедийная аудитория (711 ауд.)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки Математическое и компьютерное моделирование.

Автор(ы):

Игнатьев Ю.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.