

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 15:31:47  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП



О.Н. Медведева

«28» \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2022 г.

Направление подготовки

27.03.05 Инноватика

профиль

Управление инновациями (по отраслям и сферам экономики)

Для студентов

2 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н. Зубков В.В.

Тверь, 2022

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

*Целью* освоения дисциплины является:

формирование стандартных методов численного решения типичных задач математической и прикладной физики.

*Задачами* освоения дисциплины являются:

- подготовка студентов к разработке вычислительных моделей и алгоритмов решения задач, возникающих в процессе математического моделирования законов реального мира, и применение познанных законов в практической деятельности;
- подготовка студентов для создания и исследования математических моделей объектов и явлений;
- постановка и анализ задачи, применение различных методов решения.
- создание иерархии математических моделей и оценка направлений перспективных исследований

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» изучается в модуле Математика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Курс «Численные методы и математическое моделирование» излагается на втором курсе в третьем и четвертом семестрах. Объектами изучения является численные методы решения задач. Одна из главных задач изучения дисциплины – сообщение тех основных понятий, идей и методов, владение которыми позволит быстро научиться работать в конкретных областях. Это должно быть реализовано на материале вычислительных задач линейной алгебры, математического анализа, программирования как объединяющей системе исследования. Изучение этих вопросов имеет большое значение для формирования у студентов методологии современного научного исследования, а также для формирования у них научного мировоззрения.

Учебная дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Математический анализ», «Линейная алгебра» и «Аналитическая геометрия». Для успешного освоения дисциплины необходимо уверенно владеть математическим аппаратом в рамках первого курса математического анализа и алгебры.

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение курса «Численные методы и математическое моделирование» необходимо как предшествующее, включают специализированные курсы, предусмотренные данным профилем подготовки, и выпускные работы и проекты.

**3. Объем дисциплины:** 6 зачетных единиц, 216 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 33 часа, лабораторные работы 66 часов;

**самостоятельная работа:** 117 часов, в том числе контроль 27 часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук.	ОПК-1.1. Проводит анализ поставленных задач, используя законы и методы математики. ОПК-1.2. Анализирует физические объекты и процессы используя положения, законы и методы естественных и технических наук.
ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей).	ОПК-2.1. Формулирует содержание задачи используя базовые знания профильных разделов математических дисциплин; ОПК-2.2. Предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, используя положения, законы и методы физики.

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения**

Зачет в 3 семестре, экзамен в 4 семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

**1. Для студентов очной формы обучения**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Лабораторные работы		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
<b>1.</b> Понятие о численных методах и математическом моделировании	13	2		4		7
<b>2.</b> Методы решения систем линейных алгебраических уравнений	13	2		4		7
<b>3.</b> Интерполирование функций, аппроксимация	13	2		4		7
<b>4.</b> Методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений	13	2		4		7
<b>5.</b> Методы решения систем нелинейных уравнений	13	2		4		7
<b>6.</b> Численное интегрирование	13	2		4		7
<b>7.</b> Численное дифференцирование	13	2		4		7
<b>8.</b> Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений и систем	17	3		6		8
<b>Всего в 3-м семестре</b>	<b>108</b>	<b>17</b>		<b>34</b>		<b>57</b>
<b>Четвертый семестр</b>						
<b>1.</b> Определение и назначение моделирования	10	2		4		4
<b>2.</b> Классификация математических моделей	10	2		4		4
<b>3.</b> Этапы построения математической модели	10	2		4		4
<b>4.</b> Структурное моделирование.	10	2		4		4
<b>5.</b> Моделирование в условиях неопределенности	10	2		4		4
<b>6.</b> Моделирование с использованием имитационного подхода	11	2		4		5
<b>7.</b> Информационные технологии в моделировании	10	2		4		4
<b>8.</b> Примеры математического моделирования в физике	10	2		4		4

ЭКЗАМЕН	27				27
<b>Всего в 4-ом семестре</b>	108	16		32	60
<b>ИТОГО</b>	216	33		66	117

### III. Образовательные технологии

Учебная программа-наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
<b>1.</b> Понятие о численных методах и математическом моделировании	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
<b>2.</b> Методы решения систем линейных алгебраических уравнений	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
<b>3.</b> Интерполирование функций, аппроксимация	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
<b>4.</b> Методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
<b>5.</b> Методы решения систем нелинейных уравнений	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
<b>6.</b> Численное интегрирование	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
<b>7.</b> Численное дифференцирование	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
<b>8.</b> Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений и систем	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
<b>Четвертый семестр</b>		
<b>1.</b> Определение и назначение моделирования	<i>Лекции, лабораторные работы</i>	<i>1.Изложение теоретического материала (презентация)</i>

			2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала
<b>2.</b> Классификация математических моделей	Лекции, работы	лабораторные	1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала
<b>3.</b> Этапы построения математической модели	Лекции, работы	лабораторные	1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала
<b>4.</b> Структурное моделирование.	Лекции, работы	лабораторные	1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала
<b>5.</b> Моделирование в условиях неопределенности	Лекции, работы	лабораторные	1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала
<b>6.</b> Моделирование с использованием имитационного подхода	Лекции, работы	лабораторные	1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала
<b>7.</b> Информационные технологии в моделировании	Лекции, работы	лабораторные	1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала
<b>8.</b> Примеры математического моделирования в физике	Лекции, работы	лабораторные	1.Изложение теоретического материала (презентация) 2.Решение задач 3.Самостоятельное изучение теоретического материала

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

**Форма проведения экзамена:** студенты, освоившие программу курса «Численные методы и математическое моделирование» могут получить оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

**Для проведения текущей и промежуточной аттестации:**

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Для всех индикаторов один способ аттестации:

**Задание:**

Количество вещества  $x$ , участвующего в некоторой химической реакции, определяется уравнением  $dx/dt = -x$  ( $t$  – время). Найти количество вещества при  $t = 10$  с, если в начальный момент оно равно 0.4 моль. Решение провести численным методом, результат сравнить с точным аналитическим решением.

**Способ аттестации:** письменный.

**Критерии оценки:**

**Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)** – Правильно выполняет вычисления численными методами. Владеет пакетами прикладных программ.

**Средний уровень (2 балла по каждому критерию)** - Выполняет с ошибками вычисления численными методами. Владеет пакетами прикладных программ.

**Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)** - Выполняет с ошибками вычисления численными методами. Неуверенно владеет пакетами прикладных программ.

ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук:



ОПК-1.1. Проводит анализ поставленных задач, используя законы и методы математики.

ОПК-1.2. Анализирует физические объекты и процессы используя положения, законы и методы естественных и технических наук.

**Задание:**

Построить собственную математическую модель какого-либо физического явления. Решить ее с помощью среды Maple.

**Способ аттестации:** построение компьютерной модели.

**Критерии оценки:**

**Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)** - Уверенно владеет и использует пакеты прикладных программ на всех этапах построения математической модели.

**Средний уровень (2 балла по каждому критерию)** - Владеет пакетами прикладных программ. Использует их при построении модели и численных примерах. Затрудняется использовать прикладные программы при анализе построенной модели.

**Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)** - Владеет основами пакета прикладных программ для математического моделирования, создает в них численные примеры.

ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей):

ОПК-2.1. Формулирует содержание задачи используя базовые знания профильных разделов математических дисциплин;

ОПК-2.2. Предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, используя положения, законы и методы физики.

**Задание 1:**

Построить математическую модель движения астероида. Выполнить анализ и создать компьютерную модель.

**Способ аттестации:** построение компьютерной модели.

**Критерии оценки:**

**Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)** - Уверенно создает математическую модель. Владеет уверенно и применяет методы анализа математической модели. Исследует модель на адекватность. Творчески подходит к созданию иерархии математических моделей и их совершенствованию.

**Средний уровень (2 балла по каждому критерию)** - Неуверенно создает математическую модель. Владеет и применяет основные методы анализа математической модели.

**Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)** - Знает этапы построения математической модели. С трудом применяет эти знания при постановке задачи и создании простейших качественных моделей.

**Задание 2:**

Решить алгебраическое уравнение численным методом.

**Способ аттестации:** письменный.

**Критерии оценки: Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)** - Знает приемы поиска, систематизации и анализа информации. Творчески и инициативно расширяет знания об объекте моделирования.

**Средний уровень (2 балла по каждому критерию)** - Знает приемы поиска, систематизации и анализа информации. Неуверенно и неполно Знает этапы построения математической модели. расширяет знания об объекте моделирования.

**Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)** - Знает приемы поиска, систематизации и анализа информации.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1) Рекомендуемая литература

*а) основная литература:*

1. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие./Под ред. П.В. Трусова. – М.: Университетская книга, Логос, 2007. – 440 с.

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691>

2. Поршнеv С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. СПб.: Лань, 2011. 736 с

Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=650](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=650)

*б) дополнительная литература:*

1. Маничев Владимир Борисович. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференциальных и алгебраических уравнений в САЕ-системах САПР : Учебное пособие / Маничев Владимир Борисович, Глазкова Валентина Владимировна, Кузьмина Инна Анатольевна. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 152 с. - ISBN 978-5-16-010366-2

Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=423817>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1.ЭБС«ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);

2.ЭБС «Университетская библиотека онлайн»<https://biblioclub.ru/>;

3.ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Для выполнения практических заданий студентам рекомендуется самостоятельно выбрать привычную для них среду разработки программ. В качестве таковых студенты могут использовать среду разработки Delphi, Builder или Visual Studio. Для визуализации вычислений необходимо использовать пакет математической графики Origin. В рамках данного курса студенты должны овладеть математическим пакетом Maple. Для быстрой выработки необходимых навыков использования этих пакетов к данному методическому комплексу

прилагаются электронные учебники по данным пакетам. Полезные ссылки по программным продуктам:

1. <http://www.matlab-online.com/>
2. <http://sl-matlab.ru/>
3. <http://www.mathworks.com/products/matlab/>
4. <http://www.maplesoft.com/>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### ***Планы практических занятий***

1. Решение СЛАУ методом Гаусса.
2. Решение СЛАУ итерационными методами.
3. Интерполяционная формула Лагранжа. Метод Эйткена.
4. Решение алгебраического и (или) трансцендентного уравнения итерационными методами Ньютона и МПИ.
5. Решение системы из двух алгебраических и трансцендентных уравнений методом Ньютона и МПИ.
6. Решение определенных интегралов методом трапеций и Симпсона.
7. Методы решения интегралов с особенностями.
8. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
9. Модель движения материальной точки.
10. Модель движения абсолютно твердого тела.
11. Модель движения системы Земля-Луна
12. Моделирование колебательного движения
13. Моделирование волнового движения на поверхности жидкости
14. Моделирование дифракции и интерференции в оптике
15. Моделирование статических электрических и магнитных полей.
16. Моделирование систем, состоящей из большого количества частиц (принципы метода молекулярной динамики)

## 17. Моделирование квантово-механических систем

### – примеры заданий лабораторного практикума

1. С точностью до 0.01 решите уравнение  $\sqrt{|x-4|} - x + 1 = 0$

- a) методом половинного деления;
- b) методом хорд.

2. С точностью до 0.001 найдите положительный корень уравнения  $x^4 - 2x - 4 = 0$

- a) методом Ньютона;
- b) методом секущих.

3. Для функции  $y = f(x)$ , заданной тремя значениями  $f(1) = 0.71$ ,  $f(2) = 3.31$ ,  $f(3) = 0.18$ , найдите коэффициенты интерполирующего ее многочлена Лагранжа  $P_2(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$ .

4. Оценить погрешности величин  $x, y$ , заданных соотношениями

$$x = \frac{a^3 \sqrt{b}}{c^2 + 1}, \quad y = \frac{\sqrt[3]{a-b}}{a^2 + b^2 + c^2} + \frac{a}{c}$$

при  $a = 32(\pm 0.02)$ ,  $b = 17(\pm 0.01)$ ,  $c = 3.7(\pm 0.003)$ .

5. Функция  $y = f(x)$  задана в табличной форме

$x$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
$y$	1.24	1.03	1.36	1.85	2.43	3.14

Вычислить

- a) значение производной в точках  $x = 0, 0.4, 0.8$  с первым и вторым порядком точности;
- b) вторую производную в этих же точках со вторым и третьим порядками точности.

6. Вычислить  $\int_0^1 e^{x^2} dx$  с точностью 0.0001, используя методы прямоугольников, трапеций и Симпсона.

7. С помощью метода Монте-Карло вычислить площадь фигуры, заданной уравнением  $\sqrt[3]{x^2} + \sqrt[3]{y^2} = 1$ . Принять  $n$  равным 104, 110, 130. Сравнить ответы с точным значением площади.

8. Исследовать на экстремум функцию  $y = (x-5)e^x$ .

9. Количество вещества  $x$ , участвующего в некоторой химической реакции, определяется уравнением  $dx/dt = -x$  ( $t$  – время). Найти количество вещества при  $t = 10$  с, если в начальный момент оно равно 0.4 моль. Решение провести численным методом, результат сравнить с точным аналитическим решением.

10. Используя метод Гаусса, решить следующую систему уравнений с погрешностью  $10^{-4}$ :

$$1.17x_1 + 0.53x_2 - 0.84x_3 = 1.15,$$

$$0.64x_1 - 0.72x_2 - 0.43x_3 = 0.15,$$

$$0.32x_1 + 0.43x_2 - 0.93x_3 = -0.48.$$

11. Методом последовательного интегрирования решить двойной интеграл

$$\int_0^2 \int_3^4 (x^2 + yx) dx dy \text{ с точностью } 0.01$$

12. Построить математическую модель движения астероида.

13. Построить математическую модель движения срубленного дерева.

14. Построить математическую модель посадки спутника в атмосфере Земли.

15. Построить математическую модель полета снаряда.

16. Построить математическую модель движения лыжника при выполнении прыжка с трамплина.

17. Построить математическую модель воронки тропического урагана.

18. Построить математическую модель карманного фонаря на эффекте Пельтье.

19. Построить математическую модель на свой выбор (при обязательной консультации с преподавателем).

**– методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:**

1. Изучить рекомендуемую литературу.
2. Просмотреть задачи, разобранные на аудиторных занятиях.
3. Разобрать задачи, рекомендованные преподавателем для самостоятельного решения, используя, при необходимости, примеры решения аналогичных задач.
4. Обсудить проблемы, возникшие при решении задач с преподавателем.

**Требования к рейтинг-контролю.** В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- 1) сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач,
- 2) ответить на теоретические вопросы. Примеры вопросов:
  1. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений
  2. Методы интерполирования и аппроксимации функций
  3. Методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений
  4. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений и систем
  5. Классификацию математических моделей
  6. Этапы построения математических моделей
  7. Методы построения математических моделей
  8. Подходы, используемые при построении математических моделей. Трудности с формализацией модельных постановок.
  9. Основные положения методов компьютерного моделирования на примере современных физических моделей

*Задания для проверки умений при освоении дисциплины.*

1. Записать на псевдокоде или в виде блок-схемы алгоритм решения системы линейных алгебраических уравнений одним из подходящих методов
2. Записать на псевдокоде или в виде блок-схемы алгоритм решения алгебраического уравнения одним из подходящих методов

3. Записать на псевдокоде или в виде блок-схемы алгоритм решения обыкновенного дифференциального уравнения (или системы уравнений) указанным методом
4. Записать на псевдокоде или в виде блок-схемы алгоритм поиска экстремумов функции одной переменной
5. Производить исследование объекта для постановки и математической формализации задачи. Оценивать трудоемкость задачи.
6. Составлять уравнения в соответствии с постановкой задачи
7. Разрабатывать алгоритм решения составленных уравнений.  
Использовать численные методы при решении уравнений
8. Создавать компьютерные программы, реализующие математическую модель
9. Анализировать решение и построенную математическую модель
10. Проверять адекватность построенной математической модели

*Задания для проверки оценки «владений» при освоении дисциплины*

1. Реализовать выбранный алгоритм численного решения задачи на одном из языков программирования (C++, C#).
2. Решить систему линейных алгебраических уравнений с помощью пакета Maple.
3. Численно решив задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения, представить результат расчетов с помощью программы научной графики Origin.
4. Записать алгоритм численного решения определённого интеграла с помощью языка программы Maple. Сравнить полученный результат расчетов со значением одной из встроенных функций решения интегралов в среде Maple.



5. Определив в заданной области значений минимум функции двух переменных в среде Maple, проиллюстрировать правильность полученного расчета с помощью визуализации в Origin.
6. Основные приемы построения математических моделей
7. Численные методы решения уравнений, представляющих собой математическую модель
8. Приемы работы в системах аналитических вычислений и компьютерного моделирования
9. Информационные технологии при решении задач моделирования
10. Приемы проверки адекватности моделирования, построения иерархии моделей и их использования

### Рейтинг-контроль.

Се- местр	Мо- дуль	Темы курса	Форма контроля	Кол-во баллов
<b>III</b>	<b>1</b>	1. Понятие о численных методах и математическом моделировании. 2. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. 3. Интерполирование функций, аппроксимация 4. Методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений 5. Методы решения систем нелинейных уравнений	Посещаемость лекций и практических занятий Аудиторная работа студентов по решению задач Рубежный контроль в форме тестирования	20
	<b>2</b>	6. Численное интегрирование 7. Численное дифференцирование 8. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений и систем		20 10
<b>IV</b>	<b>1</b>	10. Типы математических моделей 11. Построение математической модели 12. Введение в математический пакет MAPLE	Посещаемость лекций и практических занятий Аудиторная работа студентов по решению задач Рубежный контроль в форме тестирования	20 10
	<b>2</b>	13. Моделирование динамики материальной точки 14. Моделирование статических электрических и магнитных полей.		20 10

		15. Самостоятельная разработка простейших математических моделей.	разработке математических моделей	
--	--	---	-----------------------------------	--

## VII. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Учебная аудитория № 218 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест. 2. Экран настенный ScreenMedia 153x203 3. Переносной комплект мультимедийной техники (ноутбук, проектор). 4. Меловая доска	Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав №785 от 06.08.2021 г. MS Office 365 pro plus - Акт на передачу прав №785 от 06.08.2021 г. Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно
Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс № 216 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Компьютер INT Allegro, монитор Benq 24" GL2460 – 10 шт. 2. Коммутатор D-Link DGS-1008D (2 шт) 4. Проектор Beng MW523 DLP с потолочным креплением и проекционным экраном 5. Комплект учебной мебели 6. Переносной ноутбук	Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав №785 от 06.08.2021 г. MS Office 365 pro plus - Акт на передачу прав №785 от 06.08.2021 г. Kaspersky Endpoint Security для Windows - Акт на передачу прав №1842 30.11.2020 Архиватор 7-Zip - бесплатно Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно Unreal Commander - бесплатно Почта Outlook – бесплатно Origin 8.1 Sr2 - договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»; Python 3.4.3 – бесплатно Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64 bit) - бесплатно

		Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011; Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
--	--	---

### **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

<b>№ п.п.</b>	<b>Обновленный раздел рабочей программы дисциплины</b>	<b>Описание внесенных изменений</b>	<b>Реквизиты документа, утвердившего изменения</b>
1.			
2.			