

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 20.11.2023 11:18:12  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:  
Руководитель ООП  
С.М. Дудаков  
2023 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
«Системы компьютерной алгебры»

Направление подготовки  
01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность (профиль)  
Математическое моделирование

Для студентов 3-го курса очной формы обучения

Составитель: Зингерман К.М., д.ф.-м.н., профессор

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Системы компьютерной алгебры» - научить студентов применению современных программных систем для выполнения аналитических (символьных) преобразований при решении теоретических и прикладных задач на примере системы MAPLE.

Задачами освоения дисциплины являются:

- приобретение студентами знаний об основных возможностях систем аналитических вычислений на примере системы MAPLE.
- приобретение студентами навыков решения теоретических и прикладных задач с использованием систем аналитических вычислений.

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

Дисциплина является элективной и относится к части блока «Дисциплины профиля подготовки», формируемой участниками образовательных отношений. Предварительные знания: базовые знания, полученные в результате изучения курсов математического анализа, алгебры, дифференциальных уравнений, физики, численных методов. Освоение данной дисциплины необходимо для изучения дисциплин по углублению общепрофессиональных и профессиональных компетенций по профилю "Математическое моделирование", для подготовки выпускной работы бакалавра для студентов, обучающихся по профилю "Математическое моделирование".

**3. Объем дисциплины:** 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лабораторные работы 64 часа; *в том числе практическая подготовка 0 часов.*

**контактная внеаудиторная работа** контроль самостоятельной работы 10 ч., в том числе курсовая (расчетно-графическая) работа 10 ч.;

**самостоятельная работа:** 106 часов, в том числе контроль 32 часа.

**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
<b>ПК-1 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</b>	ПК-1.1 Знает методы поиска информации, необходимой для проведения современных научных исследований ПК-1.2 Обрабатывает и интерпретирует данные современных научных исследований ПК-1.3 Формирует выводы по научным исследованиям на основе соответствующих данных
<b>ПК-4 Способен использовать современные методы разработки алгоритмов и программного обеспечения для выполнения расчетов на базе математических моделей</b>	ПК-4.1 Разрабатывает алгоритмы решения задач на базе математических моделей ПК-4.2 Разрабатывает программное обеспечение для реализации алгоритмов решения задач на базе математических моделей

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения РГР и экзамен (6 семестр).**

**6. Язык преподавания русский.**

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

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе
		Лекции	Практические занятия	Контроль самостоятельной работы (в	
				)	

			Всего	В т.ч. пр актич еская подго товка	том числе РГР)	Контроль (час.)
1. Общие сведения о системе. Основные операции и функции.	20	0	6	0	5	9
2. Решение простых задач физики и математики средствами Maple.	18	0	6	0	2	10
3. Операторы управления вычислительным процессом. Процедуры и функции. Написание простых программ.	20	0	8	0	2	10
4. Решение задач линейной алгебры средствами Maple.	18	0	6	0	1	11
5. Графические средства системы.	22	0	8	0	0	14
6. Решение дифференциальных уравнений и систем средствами Maple.	22	0	8	0	0	14
7. Преобразование Лапласа в Maple.	20	0	6	0	0	14
8. Выполнение заданий.	40	0	16	0	0	24
ИТОГО	180	0	64	0	10	106

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии

1. Общие сведения о системе. Основные операции и функции.	Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач на ЭВМ
2. Решение простых задач физики и математики средствами Maple.	Лабораторные работы	1. Решение задач на ЭВМ 2. Разработка программ для ЭВМ
3. Операторы управления вычислительным процессом. Процедуры и функции. Написание простых программ.	Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач на ЭВМ
4. Решение задач линейной алгебры средствами Maple.	Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач на ЭВМ
5. Графические средства системы.	Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач на ЭВМ
6. Решение дифференциальных уравнений и систем средствами Maple.	Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач на ЭВМ
7. Преобразование Лапласа в Maple.	Лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач на ЭВМ
8. Выполнение заданий.	Лабораторные работы	3. Выполнение индивидуальных заданий на ЭВМ

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лабораторных работ и самостоятельной работы студентов, включающей разработку программ для ЭВМ (расчетно-графическую работу). В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: лабораторные работы. Дисциплина предусматривает выполнение контрольной работы, расчетно-графической работы, индивидуального экзаменационного задания.

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

ПК-1 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.

ПК-1.1 Знает методы поиска информации, необходимой для проведения современных научных исследований.

1. Используя документацию системы Maple и Интернет, найти информацию о возможностях процедуры `dsolve` для решения дифференциальных уравнений в Maple.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Найдена правильная и полная информация, позволяющая решить задачу Коши или краевую задачу для заданного уравнения средствами Maple, – 3 балла.

Найдена правильная, но неполная информация, позволяющая найти общее решение заданного уравнения средствами Maple, – 2 балла.

Информация не найдена – 0 баллов.

ПК-1.2 Обрабатывает и интерпретирует данные современных научных исследований.

Для механических систем, рассмотренных в [5] (задачи № 55.4-55.7, 55.9, 55.12), средствами системы Maple выполнить следующие расчеты и построения:

1. Записать уравнения движения механической системы, следуя [6-8].

2. Решить полученную систему уравнений, считая, что механическая система совершает малые колебания в окрестности положения равновесия.

3. Проверить решение, сравнив его с ответом из [5].

4. Используя средства анимации системы Maple, изобразить на графике движение механизма.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена правильно и полно – 3 балла.

Задача решена с незначительными погрешностями – 2 балла.

Задача решена с существенными неточностями – 1 балл.

Задача не решена – 0 баллов.

ПК-1.3 Формирует выводы по научным исследованиям на основе соответствующих данных.

Для механических систем, рассмотренных в [5] (задачи № 55.4-55.7, 55.9, 55.12), средствами системы Maple получить точное решение задачи о малых колебаниях в общем виде и построить графики зависимости частот свободных колебаний от одного из параметров задачи (массы тел, входящих в систему, длины стержней, жесткости пружин и т.д.) при заданных значениях других параметров. Сделать выводы на основании построенных графиков.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Графики построены правильно и сделаны правильные выводы – 3 балла.

Графики построены правильно, но сделаны неправильные выводы – 2 балла.

Графики построены неправильно – 1 балл.

Графики не построены – 0 баллов.

ПК-4 Способен использовать современные методы разработки алгоритмов и программного обеспечения для выполнения расчетов на базе математических моделей.

Пк-4.1 Разрабатывает алгоритмы решения задач на базе математических моделей.

1. Разработать алгоритм решения задачи о колебаниях двойного физического маятника на основе соответствующей математической модели.
2. Разработать алгоритм решения задачи о колебаниях железнодорожного вагона в его средней вертикальной плоскости на основе соответствующей математической модели.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Алгоритм разработан правильно и полно – 3 балла.

Алгоритм разработан с незначительными погрешностями – 2 балла.

Алгоритм разработан с существенными неточностями – 1 балл.

Алгоритм не разработан – 0 баллов.

ПК-4.2 Разрабатывает программное обеспечение для реализации алгоритмов решения задач на базе математических моделей.

1. Средствами системы Maple разработать программу для решения задачи о колебаниях двойного физического маятника на основе соответствующего алгоритма.
2. Средствами системы Maple разработать программу для решения задачи о колебаниях железнодорожного вагона в его средней вертикальной плоскости на основе соответствующего алгоритма.



Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Программа разработана правильно, протестирована и отлажена – 3 балла.

Программа разработана с незначительными погрешностями – 2 балла.

Программа разработана с существенными неточностями – 1 балл.

Программа не разработана – 0 баллов.

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

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература:

1. Васильев А.А., Зингерман К.М. Пакет символьной математики Maple: применение к решению задач математики и математического моделирования: учеб. пособие. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. – 116 с. – URL: <http://texts.lib.tversu.ru/texts/EOR/ucheb/12992d.pdf>
2. Голоскоков, Д. П. Курс математической физики с использованием пакета Maple : учебное пособие / Д. П. Голоскоков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-1854-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212132> (дата обращения: 19.10.2023).
3. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 860 с. — ISBN 978-5-8114-2235-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209819> (дата обращения: 19.10.2023).

#### б) Дополнительная литература:

1. Мещерский, И. В. Задачи по теоретической механике / И. В. Мещерский. — 53-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 448 с. — ISBN 978-

5-507-46953-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/324968> (дата обращения: 19.10.2023).

2. Камке, Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям / Э. Камке. – 4-е изд., испр. – Москва : Наука, 1971. – 575 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454586> (дата обращения: 19.10.2023).

3. Гантмахер, Ф. Р. Лекции по аналитической механике [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Ф. Р. Гантмахер; Под ред. Е. С. Пятницкого. - 3-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-0067-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/420627> (дата обращения: 19.10.2023).

## 2) Программное обеспечение

<b>Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</b>	
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
FidesysBundle 1.4.43 x64	Акт приема передачи по договору №02/12-13 от 16.12.2013
Google Chrome	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно

Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
MiKTeX 2.9	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
OpenOffice	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
R for Windows 3.3.2	бесплатно
STATGRAPHICS Centurion XVI.П	Акт приема-передачи № Tr024185 от 08.07.2010
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

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

- Сайт поддержки учебного процесса по дисциплине: <http://prog.tversu.ru>
- Виртуальная образовательная среда ТвГУ (<http://moodle.tversu.ru>)
- Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)
- Сайт ТвГУ (<http://university.tversu.ru>)

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks:

<http://www.iprbookshop.ru>

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» <http://biblioclub.ru>
3. Научная библиотека ТвГУ <http://library.tversu.ru>

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

### **Темы индивидуальных заданий**

Для механических систем, рассмотренных в [5] (задачи № 55.4-55.7, 55.9, 55.12), средствами системы Maple выполнить следующие расчеты и построения:

1. Записать уравнения движения механической системы, следуя [6-8].
2. Решить полученную систему уравнений, считая, что механическая система совершает малые колебания в окрестности положения равновесия.
3. Изобразить движение системы на графике при заданных начальных отклонениях элементов системы от положения равновесия.
4. Построить графики изменения обобщенных координат и реакций связей от времени.

### **Задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### Задача 1.

Участок дороги длины  $S$  освещается лампами, закрепленными на двух столбах, находящихся на концах этого участка. Сила света от ламп -  $I_1$  и  $I_2$ , высота столбов  $h_1$  и  $h_2$  [5].

а) Для случая  $I_1 = 2000$ ,  $I_2 = 3000$ ,  $h_1 = 5$ ,  $h_2 = 6$   $S=20$  построить график освещенности участка дороги. Определить (численно) наименее освещенную точку и вычислить освещенность в этой точке.

б) Пусть длина  $S$  участка дороги фиксирована,  $I_1 = I_2$ ,  $h_1 = h_2$ . Определить, какой высоты должны быть столбы, чтобы наименее освещенная точка была наилучшим образом освещена. Шириной дороги пренебречь.

Формула для расчета освещенности в некоторой точке имеет вид

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r},$$

$E$  - освещенность,  $I$  - сила света от источника,  $r$  - расстояние от источника до данной точки,  $\alpha$  - угол между направлением падения света от источника и нормалью к поверхности. Освещенность от нескольких источников равна сумме освещенностей от каждого из них.

### Задача 2.

Используя метод множителей Лагранжа и формулу Герона, показать средствами системы Maple, что из всех треугольников заданного периметра наибольшую площадь имеет равносторонний треугольник. Для упрощения выкладок считать периметр равным единице.

### Задача 3.

Для плоских механизмов, структурные схемы которых даны в [5] (задачи № 16.16-16.20, 16.22-16.25), выполнить следующие расчеты и построения:

1. Средствами системы Maple определить законы движения узловых точек механизма при заданном законе движения входного звена. Определить скорости узловых точек как функции времени.
2. Построить графики изменения скоростей узловых точек (или угловых скоростей звеньев механизма) в зависимости от времени.
3. Проверить решение, сравнив его с ответом из [5].
4. Используя средства анимации системы Maple, изобразить на графике движение механизма.

### **Задачи для самостоятельной работы.**

#### Задача 1.

Используя параметрический способ задания кривых и поверхностей, построить на графике изображения следующих фигур:

- а) Эллипса  $x = a \cos t$ ,  $y = b \sin t$ .
- б) Кардиоиды.

- в) Гипоциклоиды.
- г) Отрезка прямой, соединяющего две заданные точки.
- д) Архимедовой спирали  $r = a\varphi$ .
- е) Винтовой линии.
- ж) Сферы.
- з) Полусферы.
- и) Тора.

### Задача 2.

Используя средства анимации системы Maple, показать на графике следующие движущиеся фигуры:

- а) Отрезок, вращающийся в своей плоскости вокруг одной из вершин.
- б) Эллипс, вращающийся в своей плоскости вокруг центра.
- в) Окружность, радиус которой растет со временем по линейному закону.
- г) Окружность, центр которой движется вдоль оси  $x$ .
- д) Окружность, центр которой движется по другой окружности.
- е) Сферу, центр которой движется по прямой.
- ж) Две сферы, одна из которых неподвижна, а другая вращается вокруг центра первой сферы с постоянной угловой скоростью.

### **Расчет рейтинга**

#### **Расчет баллов за семестр в целом**

1. Посещение занятий – 17 баллов (по баллу за 2 занятия);
2. Решение задач на занятии – 19 баллов (по 2 балла тому студенту, который первым решил определенную задачу, и по 1 баллу остальным, кто решил эту задачу самостоятельно);
3. Контрольные работы – 14 баллов (две контрольные, по 7 баллов за контрольную).
4. Расчетно-графическая работа – 10 баллов.

## Распределение баллов по модулям

Модуль 1. Темы – «Преобразования выражений в системе Maple 10», «Программирование в системе Maple», «Процедуры», «Задачи линейной алгебры в Maple», «Построение графиков средствами Maple», «Ряды».

1. Посещение занятий – 9 баллов;
2. Решение задач – 10 баллов;
3. Контрольная работа – 7 баллов.

Всего 26 баллов.

Модуль 2. Темы – «Решение дифференциальных уравнений и систем в Maple», «Преобразование Лапласа», «Построение разностных схем с помощью Maple», «Решение краевых задач методами наименьших квадратов и Бубнова-Галеркина».

1. Посещение занятий – 8 баллов;
2. Решение задач – 9 баллов;
3. Контрольная работа – 7 баллов;
4. Расчетно-графическая работа – 10 баллов.

Всего 34 балла.

## VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 310 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, меловая доска.
Учебная аудитория № 304 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, комплект аудиотехники (радиосистема, стационарный микрофон с настольным держателем, усилитель, микшер, акустическая система), проектор, ноутбук.

Для самостоятельной работы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс №2 факультета ПМиК № 249 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.
--	--

### VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п/п	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесённых изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	11. 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в список ПО	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета
2.	V. 1) Рекомендуемая литература	Обновление ссылок на литературу	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета