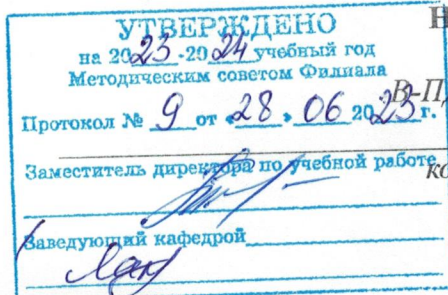


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
филиал МГУ в г. Севастополе  
факультет компьютерной математики  
кафедра прикладной математики



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**



Наименование дисциплины (модуля):

**В-ПД КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

код и наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:  
**бакалавриат**

Направление подготовки:

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:

**общий**

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

Форма обучения

**очная**

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры программирования протокол № 2 от «10» июня 2021 г. Заведующий кафедрой прикладной математики

 (С. И. Гуров)  
(подпись)

Рабочая программа одобрена Методическим советом Филиала МГУ в г. Севастополе Протокол № 8 от «31» сентября 2021 г. (С. А. Наличаева)  
(подпись)

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

Год (годы) приема на обучение с 2019.

*курс – 4*

*семестры – 7*

*зачетных единиц – 5*

*академических часов -180, в т.ч.*

*лекций – 36 часа*

*практических занятий –54 часа*

*Форма итоговой аттестации – зачет.*

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

Курс «Компьютерное моделирование» является дисциплиной по выбору и входит в подготовку по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», установленного Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по данному направлению подготовки.

**Целями** освоения учебной дисциплины Компьютерное моделирование являются: обеспечение подготовки студентов в области основных понятий и методов Компьютерное моделирование. их применения при решении математических, физических и прикладных задач; формирование математической культуры.

### **Задачи дисциплины:**

– дать фундаментальную подготовку, а области математических понятий и методов, используемых в анализе экономики и управления с помощью различных математических моделей;

- на примере решения задач исследования операций дать представление о методах математического моделирования в экономических исследованиях;

- достаточно полно ознакомить студентов с теорией линейного программирования;

- развить навыки решения задач и анализа полученных результатов;

- дать студентам некоторое представление о банке наиболее распространенных математических моделей, научить их ориентироваться в этом банке моделей, чувствовать границы применимости представленных моделей и уметь применять их при поиске управленческих решений. Дать обзор смежных проблем.

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

Компьютерное моделирование изучается на 4 курсе, курс строится на знаниях ранее изученных школьных дисциплин, а также ранее изученных Математический анализ, Алгебра и геометрия. Обыкновенные дифференциальные уравнения. В дальнейшем знания и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, являются основой для решения математических, физических и прикладных задач.

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

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

**Знать:** - дискретные динамические системы;

- численные методы дифференциальных уравнений;

- построение символического образа динамической системы;

- основные понятия теории графов;

- методы вычисления компонентов сильной связности;

- топологическую сортировку графа;

- алгоритмы определения экстремальных циклов.

**Уметь:** - строить символический образ динамической системы

- размещать и обрабатывать большие графы в компьютере;

- строить окрестность цепно-рекуррентного множества динамической системы;

- применять на практике методы и алгоритмы теории графов;

- строить аттракторы и их области притяжения;

- найти расширенный спектр усреднения функции;

- находить спектр Морса;

- применять численные методы для решения практических задач;

**Владеть:** методами и алгоритмами решения задач нелинейных систем дифференциальных уравнений; техникой применения методов теории графов для решения задач качественной теории динамических систем. методами решения прикладных задач.

**4. Формат обучения- очный**

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 5 з.е., в том числе 180 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 108 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

**Общая трудоемкость дисциплины составляет:**

зачетных единиц -5

академических часов-180

лекций - 36

практических занятий –54 часа

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

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

ММ					
Наименование разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося			Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		Самостоятельная работа обучающегося, академические часы		
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
Построение символического образа, алгоритмы теории графов	9	14	23	46	Компьютерные программы
Локализация цепно-рекуррентного множества, топологическая сортировка графа	9	13	23	45	Компьютерные программы
Построение инвариантных мер динамической системы, потоки на графе	9	13	22	44	Компьютерные программы
Спектр усреднения функции, вычисление спектра. Экстремальные циклы	9	13	22	44	Компьютерные программы

на графе.				
<b>Итого</b>			180	
<i>Зачет</i>				Компьютерные программы

## 6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Построение символического образа, алгоритмы теории графов	Определение символического образа дискретной динамической системы. Построение образа ячейки. Нумерация ячеек и вычисление номера ячейки, в которой лежит точка. Хранение ориентированного графа в компьютере. Возвратные вершины графа, сильные компоненты и алгоритмы вычисления сильных компонент.
2.	Локализация цепно-рекуррентного множества, топологическая сортировка графа	Окрестность цепно-рекуррентного множества и сильные компоненты символического множества. Алгоритм локализации цепно-рекуррентного множества и его компьютерная реализация. Аттрактор и его область притяжения динамической системы и символического образа. Аттракторы и фильтрация динамической системы и символического образа. Топологическая сортировка графа, каноническая нумерация вершин и матрица допустимых переходов.
3	Построение инвариантных мер динамической системы, потоки на графе	Инвариантные меры динамической системы и потоки на символическом образе. Теорема об аппроксимации инвариантных мер потоками. Вычисление инвариантных мер динамической системы. Алгоритм балансировки и его компьютерная реализация. Инвариантная мера максимальной энтропии и ее вычисление.
4	Спектр усреднения функции, вычисление спектра. Экстремальные циклы на графе.	Усреднение функции над псевдотраекторией. Определение спектра усреднения функции. Функции на графе и усреднение на символическом образе, спектр усреднения на графе. Теорема связи усреднений на символическом образе и спектром усреднения функции над динамической системой. Экстремальные циклы на символическом образе и алгоритм вычисления экстремальных циклов и усреднения на них. Вычисление спектра усреднения функции.

## 7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

на лекциях: контрольный опрос по пройденному материалу;

на семинарах: выборочная проверка компьютерных программ.

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

1 Задать ориентированный граф и записать его матрицу допустимых переходов. Найти возвратные вершины графа.

2 Построить символический образ отображения Жюлиа.

- 3 Найти сильные компоненты символического множества и построить окрестность цепно-рекуррентного множества.
- 4 Осуществить топологическую сортировку ориентированного графа и задать каноническую нумерацию.
- 5 Вычислить поток методом балансировки.

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

К зачету должны быть представлены компьютерные программы:

1. Построение символического образа.
2. Локализации цепно-рекуррентного множества.
3. Топологическая сортировка ориентированного графа и каноническая нумерация.
4. Построение аттрактора и его области притяжения.
5. Построение фильтрации.
6. Вычисление потока методом балансировки.
7. Построение меры максимальной энтропии.
8. Вычисление экстремального цикла на графе.
9. Вычисление спектра усреднения функции.

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка	2	3	4	5
РО и соответствующие виды оценочных средств				
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

- для зачета

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)</b>	
Оценка	
РО и соответствующие	Не зачтено
	Зачтено

виды оценочных средств				
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки</b> (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

## 8. Ресурсное обеспечение:

- **Перечень основной и дополнительной литературы** (учебники и учебно-методические пособия),

### а) основная литература:

1. Осипенко Г.С., Ампилова Н.Б. Введение в символический анализ динамических систем. Издательство С.-Петербургского университета, 2005, 237 с.
2. Р. Седжвик. Фундаментальные алгоритмы на  $SC^{++}$ . Алгоритмы на графах, ООО ДиаСофтЮП, Ст-Петербургб 2002. М.: «Наука», 1965. -279 с.
3. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн, Алгоритмы: построение и анализ, изд. Вильямс, Москва, 2011.

### б) дополнительная литература:

1. George Osipenko. Dynamical systems, Graphs, and Algorithms. Lectures Notes in Mathematics, 1889, Springer, Berlin, 2007.
2. M. Sharir. A strong-connectivity algorithm and its applications to data flow analysis. Computers and Mathematics with Applications 7(1):67–72, 1981.
3. V. Avrutin, P. Levi, V. Schanz, D. Fundinger, and G. Osipenko, Investigation of dynamical systems using symbolic images: efficient implementation and applications. International J. of Bifurcation and Chaos. v. 16 (2006), no. 12, 3451-3496.

### в) Интернет-ресурсы:

1. Journals of American Mathematical Society – <http://www.ams.org/journals/>
2. Journal of the London Mathematical Society – <http://www.jlms.oxfordjournals.org/>

## **Описание материально-технического обеспечения.**

- библиотека Филиала МГУ в г. Севастополе;
- лекционные аудитории, снабжённые мультимедийными средствами для демонстрации презентаций;
- компьютерные классы с доступом к Интернет-ресурсам (вкл. ресурсы МГУ) с любого компьютера. Каждому студенту в компьютерном классе должен определяться индивидуальный профиль, дающий возможность сохранять выполненные задания на практических (семинарское) занятиях (в часы самостоятельной работы) до экзамена.

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

**10. Язык преподавания- русский**

**11. Преподаватели: Осипенко Г. С.**

**12. Автор программы: Осипенко Г. С.**