

**Белорусский государственный университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

  
О. Н. Здрок  
«30» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Регистрационный № УД \_\_\_\_\_ /уч



**ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛИЗАЦИЮ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

**1-31 04 08 – Компьютерная физика**

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 08-2018, учебных планов №G31-220/уч. от 13.07.2018, №G31и-231/уч. от 20.03.2018.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**А.С.Федотов** – доцент кафедры компьютерного моделирования Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой компьютерного моделирования физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 16 от 25 мая 2020 г.);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 25 июня 2020 г.).

Заведующий кафедрой  
компьютерного моделирования  
к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ О.Г. Романов

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа факультативной дисциплины «Введение в специализацию» разработана для специализации 1-31 04 08-03 «Компьютерное моделирование физических процессов» в соответствии с требованиями образовательного стандарта и учебных планов УВО.

В настоящее время компьютерное моделирование различных физических систем и процессов находит применение в различных областях науки и техники. К современному выпускнику университета предъявляются высокие требования в части владения навыками компьютерного моделирования по профилю специализации.

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

#### **Задачи учебной дисциплины**

**Целью** дисциплины «Введение в специализацию» является формирование у студентов общих представлений и знаний о процессе компьютерного моделирования физических явлений, обучение студентов основам и правилам построения и анализа математических моделей различных явлений и процессов, возникающих при решении различных прикладных и технических задач. Предметом изучения данной дисциплины являются стандартные подходы к компьютерному моделированию, а также тенденции развития инструментов современной вычислительной физики. В рамках курса рассматриваются основные правила построения и анализа различных процессов, включая вопросы математической статистики, отображений и дифференциальных уравнений. Выделяются методы анализа и подходы к построению распространенных компьютерных моделей. Материал курса основан на знаниях и представлениях, заложенных в общих курсах по программированию и математическому моделированию.

**Задача** дисциплины состоит в рассмотрении основных понятий компьютерного моделирования наиболее известных и распространенных систем, а также способов описания результатов моделирования. Это позволит студентам, как усвоить основные математические вопросы спецкурса на практических примерах, так и сформировать культуру представления результатов численного эксперимента с целью анализа технических или научных расчетов.

Данная дисциплина является вводной для последующих спецкурсов по компьютерному моделированию физических процессов.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Данная дисциплина является факультативной дисциплиной компонента учреждения высшего образования.

Основные методы и формы обучения: лекции. Преподавание данной дисциплины предполагает использование компьютерной и мультимедийной техники.

Материал курса основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в курсах по программированию и математическому моделированию, математическому анализу и дифференциальным уравнениям.

### **Требования к компетенциям**

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих базовых профессиональных компетенций:

**БПК-2.** Быть способным использовать алгебраические и геометрические средства, средства математического, векторного и тензорного анализов для построения и решения модельных задач прикладной физики; владеть навыками исследования функций, вычисления их производных и интегралов.

**БПК-5.** Демонстрировать способность к использованию методов комплексного анализа в решении физических задач; владеть навыками решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных.

В результате изучения данной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные понятия вычислительной физики;
- способы построения простых статистических моделей;
- подходы к анализу нелинейных отображений;
- актуальные направления современного развития инструментов решения и визуализации задач компьютерной физики;

#### **уметь:**

- ориентироваться в современных тенденциях развития вычислительной физики и компьютерного моделирования физических процессов;
- выполнять построение моделей простых процессов;
- проводить анализ и визуализацию результатов математического моделирования;

#### **владеть:**

- приемами математической обработки для построения бифуркационных диаграмм дискретных отображений и процессов, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями;
- основами моделирования случайных выборок, подчиняющихся законам наиболее распространенных статистических распределений.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 3-м семестре. Всего на изучение учебной дисциплины отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 32 часа, в том числе 16 аудиторных часов, из них: лекции - 16 часов.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Введение в математическое моделирование и технологии вычислительного эксперимента.**

Вычисления в докомпьютерную эпоху. Развитие отечественных идей вычислительной физики. Применение компьютерного моделирования в современной науке и технологичном производстве. Характеристики алгоритмов. Асимптотическая сложность алгоритма.

### **Тема 2. Математическое моделирование простых хаотических систем.**

Итерационные процессы. Логистическое отображение. Неподвижные точки логистического отображения. Хаотический режим. Бифуркационная диаграмма. Линейный конгруэнтный генератор как пример отображения.

Математический маятник с трением и внешней силой. Линейный и нелинейный режимы. Аналитические решения. Построение фазовых портретов для анализа численных решений дифференциальных уравнений.

Особые точки дифференциальных уравнений. Бифуркационная диаграмма маятника с раскачиваемой точкой подвеса.

### **Тема 3. Простые модели математической статистики.**

Моделирование равномерного, биномиального, нормального распределения. Моделирование нормального распределения как следствия центральной предельной теоремы. Алгоритм Бокса-Мюллера. Метод сэмплирования с отклонением.

Доверительный интервал. Квантили и перцентили. Проверка статистических гипотез. Нулевая гипотеза. Гипотеза о значении в пределах доверительного интервала.

### **Тема 4. Представление результатов моделирования.**

Подготовка квалификационных работ специалиста по компьютерной физике. Автоматизированные библиографические системы. Системы набора формул MathType и TeX.

Системы визуализации научных данных. Линейные и точечные графики, диаграммы, цветовые карты. Простые задачи подгонки параметров.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7		9
1	Введение в математическое моделирование и технологии вычислительного эксперимента.	2						Устный опрос
2	Математическое моделирование простых хаотических систем.	6						Устный опрос
3	Простые модели математической статистики.	4						
4	Представление результатов моделирования.	4						Устный опрос
	Всего	16						

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Ильин В.П. Математическое моделирование и философия науки. Вестник российской академии наук, 2018, том 88, № 1, с. 58–66
2. Зализняк В.Е. Основы вычислительной физики: учебное пособие для студ. вузов. М.: Техносфера, Ч.1, Ч.2, 2008.
3. А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. - М., Наука. 2002 г.
4. Попов Ю. П., Самарский А.А. Вычислительный эксперимент. М. Знание, 1983.
5. Поттер Д. Вычислительные методы в физике. М.: Мир, 1975.
6. Г. Гулд, Д.Тоболчник. Компьютерное моделирование в физике. М.: Мир. 1990г., Т.1,2

### Перечень дополнительной литературы

1. Дульнев Г.Н. и др. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. М.: Высшая школа, 1990.
2. Жаблон К., Симон Ж.-К. Применение ЭВМ для численного моделирования в физике. М.: Наука, 1983.
3. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов. М.: Физматлит, 2002.

### Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать устный опрос.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине - зачет.

### Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;

**метод учебной дискуссии**, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой

темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

Основой организации самостоятельной работы студентов является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы;
- график консультаций преподавателя;
- вопросы для проведения экзамена;
- сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку литературы согласно рекомендациям преподавателя, самостоятельный поиск информации в бумажных и электронных источниках, расширение конспекта лекций по результатам данной проработки, изучение и модификацию компьютерных программ-примеров реализаций сложных алгоритмов, выполнение и защиту домашних заданий. Самостоятельную работу студентов следует организовывать на основе принципов системности и регулярности. В помощь студентам рекомендуется разрабатывать и совершенствовать дистанционный курс на образовательном портале физического факультета

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Неподвижные точки логистического отображения.
2. Хаотический режим и бифуркационная диаграмма логистического отображения.
3. Линейный конгруэнтный генератор как пример отображения.
4. Фазовый портрет математического маятника с трением при наличии внешней силы.
5. Бифуркационная диаграмма маятника с раскачиваемой точкой подвеса.
6. Моделирование нормального распределения как следствия центральной предельной теоремы. Алгоритм Бокса-Мюллера. Метод сэмплирования с отклонением.
7. Доверительный интервал. Квантили и перцентили. Проверка статистических гипотез.
8. Нулевая гипотеза. Гипотеза о значении в пределах доверительного интервала.



9. Подготовка квалификационных работ специалиста по компьютерной физике. Автоматизированные библиографические системы. Системы набора формул MathType и TeX.
10. Системы визуализации научных данных. Линейные и точечные графики, диаграммы, цветовые карты. Простые задачи подгонки параметров.
11. Вычисления в докомпьютерную эпоху. Развитие отечественных идей вычислительной физики. Применение компьютерного моделирования в современной науке и технологичном производстве.
12. Характеристики алгоритмов. Асимптотическая сложность алгоритма.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ № Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой  
Компьютерного моделирования  
к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ О.Г. Романов

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета  
д.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ М.С. Тиванов