

МИНОБНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## **Непрерывные математические модели**

Направление подготовки – **01.04.02 «Прикладная математика и информатика»**

Направленность «**Математическое моделирование и программирование**»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

**Кострома**  
**2024 год**

Рабочая программа дисциплины Непрерывные математические модели по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, направленность Математическое моделирование и программирование разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, приказ №13 от 10 января 2018 г.

Разработал:  Благовещенский Владимир Валерьевич, д. ф.-м. н, профессор

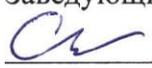
Рецензент:  Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры №12 от 22 мая 2019 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

 Секованов Валерий Сергеевич, профессор, д.п.н., к.ф.-м.н.

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры №\_6\_ от \_\_14.05.2024 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

\_Ивков В.А.\_\_\_\_\_ \_к.э.н., доцент\_(ФИО), ученая степень, ученое звание

подпись

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Курс «Непрерывные математические модели» (блок 1, обязательная часть) является специальным математическим курсом для магистров направления «Прикладная математика и информатика» магистерской программы – «Математическое моделирование».

Методы компьютерного моделирования возникли в связи с потребностью решения задач математического моделирования большой ресурсоемкости. Методы компьютерного моделирования появились одновременно с созданием ЭВМ и были применены сначала в задачах естественных наук – физики, химии, биологии для получения нового знания, а затем и в экономике, технике (в задачах оптимизации) и позже в материаловедении для создания материалов с заданными свойствами. Исторически так сложилось, что компьютерное моделирование, используя классические математические методы стало мощным инструментом для получения нового знания и интенсификации производства.

Курс является продолжением курсов «Дифференциальные уравнения» и «Уравнения математической физики» у бакалавров и базируется на них, однако имеет и свою собственную специфику.

При изучении дисциплины «Непрерывные математические модели» формируется общепрофессиональная компетенция (ОПК3): «Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики». Индикаторы ОПК3:

ОПК-3.1. Знать: технологии разработки и анализа математических моделей в профессиональной деятельности

ОПК-3.2. Уметь: разрабатывать математические модели и проводить их анализ

ОПК-3.3. Иметь навыки: построения математических моделей в области профессиональной деятельности

**Целью** данного курса является формирование у студента парадигмы непрерывных математических моделей, навыков построения математических моделей, знакомства с методами исследования моделей.

**Задачи** данного курса:

– дать основы методов построения непрерывных математических моделей;

– научить решать некоторые задачи естественных наук методами компьютерного моделирования;

– познакомить с некоторыми методами проверки достоверности моделей.

Это положительно влияет на развитие общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций магистров.

Данный курс носит прикладной характер. В связи с этим для его успешного освоения магистру необходимо владеть одним из языков

программирования высокого уровня и уметь работать с математическим пакетом. Выбор языка, системы программирования и матпакета определяется преподавателем.

Дисциплина по выбору «Непрерывные математические модели» относится к обязательной части профессионального цикла. В отношении технологического содержания она дополняет дисциплины «Дифференциальные уравнения», «Современные проблемы прикладной математики и информатики». В отношении класса решаемых задач она находится в одном ряду с дисциплиной «Компьютерное моделирование».

**Магистры, завершившие изучение обязательной дисциплины «Непрерывные математические модели» должны знать:**

- основные идеи математического моделирования;
- основные средства математических пакетов;
- некоторые задачи основных естественных наук и методы их решения в математических пакетах;
- понятие достоверности результатов модели, подходы к ее проверке.

**Магистры, завершившие изучение обязательной дисциплины «Непрерывные математические модели» должны уметь:**

- строить модели различных явлений природы, в том числе естественно научных задач, представленных в школьном и вузовском курсе физики, химии, биологии.
- проверить достоверность модели;

**Магистры, завершившие изучение обязательной дисциплины «Непрерывные математические модели» должны владеть:**

- математическими методами Теории дифференциальных уравнений, существования и единственности решений линейных систем, включая методы динамических систем, теории катастроф и др.;
- компьютерными технологиями, включая программирование и компьютерную математику;

**Магистры, завершившие изучение дисциплины «Непрерывные математические модели» должны освоить индикаторы компетенции ОПК3: ОПК3.1,ОПК3.2,ОПК3.3, с помощью которых формируется компетенция ОПК3:**

ОПК-3.1. Знать: технологии разработки и анализа математических моделей в профессиональной деятельности

ОПК-3.2. Уметь: разрабатывать математические модели и проводить их анализ

ОПК-3.3. Иметь навыки: построения математических моделей в области профессиональной деятельности

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Непрерывные математические модели»**

Магистры, завершившие изучение обязательной дисциплины Теория устойчивости решений линейных систем должны освоить индикаторы ОПК-3:

ОПК-3.1. Знать: технологии разработки и анализа математических моделей в профессиональной деятельности

ОПК-3.2. Уметь: разрабатывать математические модели и проводить их анализ

ОПК-3.3. Иметь навыки: построения математических моделей в области профессиональной деятельности

## **3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина по выбору **Непрерывные математические модели** изучается в блоке (Б1, В. ДВ. 3.1) в первом семестре. Для изучения дисциплины Непрерывные математические модели необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими, изучаемыми в бакалавриате, дисциплинами «Дифференциальные уравнения», «Современные компьютерные технологии» и «Научно-исследовательской работой» (проводимой в двухнедельный срок).

Дисциплина «**Непрерывные математические модели**» интегрируется с дисциплинами «Современные проблемы прикладной математики и информатики», «Нелинейная динамика», «Математические основы синергетики». Данная интеграция включает в себя логическую и содержательную взаимосвязь, поскольку при ее изучении используются как математические методы, так и компьютерные технологии.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплины «Математические основы синергетики, «Научно-исследовательской работы, Компьютерное моделирование процессов»

## **4. Объем дисциплины по выбору «Непрерывные математические модели»**

#### 4.1 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	1.5	—	—
Общая трудоемкость в часах	40	—	—
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	20	—	—
Лекции	10	—	—
Практические занятия	10	—	—
Лабораторные занятия	-	—	—
Самостоятельная работа в часах	20	—	—
Форма промежуточной аттестации	Экзамен	—	—

#### Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий			Очная форма	Очно-заочная	Заочная
			Количество часов		
Лекции			10	—	—
Практические занятия			10	—	—
Лабораторные занятия			-	—	—
Консультации			-	—	—
Зачет/зачеты			—	—	—
Экзамен/экзамены			5.5	—	—
№ п/п	Наименование темы	Всего з.е./ч	Аудиторные-занятия		Самостоятельная работа
Курсовые работы			—	—	—
Курсовые проекты			—	—	—
Всего			-	—	—

### 5. Содержание обязательной дисциплины «Непрерывные математические модели», структурированное по темам , с указанием количества часов и видов занятий

#### 5.1 Тематический план обязательной дисциплины «Непрерывные математические модели»

№	Наименование темы	Всего часов	Всего ауд. часов	Лек.	Практ.	Сам. Раб.
1	Методы построения моделей	8	4	2	2	4
2	Модели в физике	8	4	2	2	4

3	Модели в химии	8	4	2	2	4
4	Модели в биологии	8	4	2	2	4
5	Проверка моделей на достоверность	8	4	2	2	4
Итого:		40	20	10	10	20

## 5.2. Содержание:

**Тема 1. Методы построения моделей.** Математический аппарат непрерывных математических моделей. Программные средства для реализации моделей. Оценка достоверности результатов реализации моделей.

**Тема 2. Модели в физике.** Задачи, приводящие к необходимости построения моделей физических явлений. Пример построения модели радиального и осевого устойчивого движения частицы в циклотроне.

**Тема 3. Модели в химии.** Задачи, приводящие к необходимости построения моделей химических превращений. Пример построения модели химической реакции Белоусова-Жаботинского. Жесткие системы дифференциальных уравнений.

**Тема 4. Модели в биологии.** Задачи, приводящие к необходимости построения моделей в биологических и экологических науках. Пример построения моделей в проблемах народонаселения.

**Тема 5. Проверка моделей на достоверность.** Необходимые и достаточные условия достоверности результатов модельных расчетов.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине «Непрерывные математические модели»

№ п/п	Название темы	Задание	Время выполнения	Методические рекомендации	Формы контроля
1	Методы построения моделей	Изучение литературы, разработка тестов	10	Литература [1], [2], [4]	Тестирование, устный опрос

2	Модели в физике	Изучение литературы, разработка тестов, решение задач	14	[1], [2], [9]	Тестирование, устный опрос
3	Модели в химии	Изучение литературы, решение задач	8	[1], [6], [9]	Индивидуальное собеседование
4	Модели в биологии	Изучение литературы, решение задач	12	[1], [3], [9]	Индивидуальное собеседование, устный опрос
5	Проверка моделей на достоверность	Изучение литературы, разработка тестов	10	[2], [4], [9]	Тестирование, устный опрос

## **6.2. Тематика и задания для практических занятий**

1. Системы дифференциальных уравнений. Методы решения. Решение жестких систем.
2. Реализация и исследование модели радиального и осевого устойчивого движения частицы в циклотроне.
3. Реализация и исследование модели химической реакции Белоусова-Жаботинского.
4. Реализация и исследование моделей в проблемах народонаселения.
5. Необходимые и достаточные условия достоверности результатов модельных расчетов. Зависимость погрешности моделей от численного метода решения системы.

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины по выбору «Непрерывные математические модели»**

### **а) основная литература:**

1. *Петровский И. Г.* Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Физматлит, 2009.
2. *Филиппов А. Ф.* Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008.

## **б) дополнительная литература:**

3. *Былов Б. Ф.* и др. Теория показателей Ляпунова и её приложения к вопросам устойчивости. – М.: Наука, 1976.
4. *Демидович Б. П.* Лекции по математической теории устойчивости. – М.: Наука, 1976.
5. *Изобов Н. А.* Введение в теорию показателей Ляпунова. – Минск: БГУ, 2006.
6. *Ляпунов М. А.* Некоторые задачи об устойчивости движения. – М.: Наука, 1959.
7. *Немыцкий В. В., Степанов В. В.* Качественная теория дифференциальных уравнений. – М.: ЛКИ, 2007.
8. *Секованов В.С.* Формирование креативной личности студента вуза при обучении математике на основе новых информационных технологий. Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова 2004. – 231с.
9. *Благовещенский В.В.* Компьютерные лабораторные работы по физике, химии, биологии. + cd. Лань, Санкт-Петербург, 2017.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru/>

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование»;
2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Аудитория 228Е для лекционных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: посадочные места 16, рабочее место преподавателя. Имеется мультимедиа – компьютер (переносной) с проектором. Установлено 16 компьютеров.

Аудитория 227Е для лекционных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: посадочные места 15, рабочее место преподавателя. Имеется

мультимедиа – компьютер (переносной) с проектором. Установлено 15 компьютеров.

Лицензионное программное обеспечение:

Windows 8 Pro лицензия 01802000875623 постоянная 1-шт.; LibreOffice 5.0, лицензия GNU LGPL; Microsoft Visual Studio 2013, лицензия; PTC MathCad Prime 1.0, лицензия; Java SE 1.8, лицензия GNU LGPL; PascalABC.NET, лицензия GNU LGPL;

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Языки программирования C#, Turbo Pascal -8, математический пакет Mathcad -14, офисный пакет.