

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра математического моделирования

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета

\_\_\_\_\_  
Нестеров П.Н.

20 мая 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Непрерывные математические модели**

Направление подготовки (специальности)  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)  
«Математическое моделирование и численные методы»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 22.04.2025, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 05.05.2025

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Непрерывные математические модели» содействует фундаментализации образования, формированию культуры аналитических вычислений в рамках цикла аналитических дисциплин, установлению связи между математикой и другими науками. Целью преподавания дисциплины является ознакомление слушателей с математическими моделями и методами их исследования.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Непрерывные математические модели» относится к обязательной части образовательной программы. Для её успешного изучения необходимы знания и умения, приобретённые в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, функциональный анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики. Знания и умения, полученные при изучении курса «Непрерывные математические модели», необходимы для решения прикладных задач и могут использоваться студентами в курсовых и дипломных работах.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1</b> Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	<b>И-ОПК-1.1</b> Имеет знания в области постановки актуальных задач фундаментальной и прикладной математики	<b>Знать:</b> - принципы построения непрерывных математических моделей; - базовые математические модели химической кинетики, популяционной динамики.
	<b>И-ОПК-1.2</b> Имеет представления об основных методах решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики	<b>Уметь:</b> - применять методы качественного анализа к исследованию динамики математических моделей.
	<b>И-ОПК-1.3</b> Обладает положительным опытом в решении задач фундаментальной и (или) прикладной математики	<b>Владеть</b> опытом исследования математических моделей.

## 4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **3** зачётных единиц, **108** акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Химическая реакция Белоусова-Жаботинского.	2	2	2		1		11	
2	Исследование устойчивости состояний равновесия в уравнениях параболического типа.	2	2	4				11	
3	Диффузионная неустойчивость в двумерной параболической системе	2	2	2		1		11	
4	Модели популяционной динамики	2	6	4				11	
5	Модель дыхания Чейна-Стокса	2	2	2		1		11	
6	Модель кроветворения Мэки-Гласса	2	2	2		1		12	
							0.3	4.7	Зачёт
	ИТОГО		16	16		4	0.3	71.7	

## 5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
- Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
- Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>
- Электронная библиотечная система «Консультант студента»  
<https://www.studentlibrary.ru>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537454>
2. Смит Дж. М. Модели в экологии. / Дж. М. Смит; пер. с англ. Н. О. Фоминой; под ред. А. Д. Базыкина - М.: Мир, 1976. - 184 с.
3. И. Пригожин, Р. Дефэй Химическая термодинамика - Нвс.: Наука, 1966  
<https://djvu.online/file/wUcIZDDvDkUtw?ysclid=llz28o43nz190270346>
4. Гамбург Ю. Д. Химическая термодинамика: учебное пособие - Москва: Лаборатория знаний, 2020.  
<https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785001019206.html>

### **б) дополнительная литература**

1. Хакен Г. Синергетика. / Г. Хакен; пер. с англ. В. И. Емельянова; под ред. Ю. Л. Климонтовича, С. М. Осовца - М.: Мир, 1980. - 404 с.
2. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи, методы, примеры. / А. А. Самарский, А. П. Михайлов - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2001. - 320с.
3. Erneux T. Applied Delay Differential Equations. Springer, 2009.
4. Свирижев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. - М.: Наука, 1978.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

### **Автор(ы) :**

Заведующий кафедрой  
математического моделирования, д. ф.-м. н.

И. С. Кащенко

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Непрерывные математические модели»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

1. Химическая реакция Белоусова-Жаботинского. Модель «Брюсселятор». Построение модели, простейшие свойства, возникновение колебательных решений.
2. Исследование устойчивости состояний равновесия в уравнениях параболического типа.
3. Диффузионная неустойчивость в двумерной параболической системе.
4. Модели популяционной динамики: от уравнения Мальтуса до моделей взаимодействия двух видов.
5. Модель Хатчинсона. Смысл, устойчивость состояний равновесия.
6. Модель дыхания Чейна-Стокса.
7. Модель кроветворения Мэки-Гласса.
8. Модель Николсона.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Непрерывные математические модели»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Учебный материал по дисциплине «Непрерывные математические модели» излагается лекциях, обсуждается на практических занятиях.

Зачёт принимается по билетам, каждый из которых включает в себя один вопрос.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Непрерывные математические модели» самостоятельно студенту затруднительно. Это связано со сложностью и большим объемом изучаемого материала. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачёт по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.