

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Институт информационных технологий, математики и механики**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума  
Ученого совета ННГУ  
от 14.12.2021 г.  
протокол № 4

**Рабочая программа дисциплины**

**Work program of the course**

**Математическое моделирование в  
естественных науках**  
**Mathematical models in natural sciences**

Уровень высшего образования

Level of higher education

бакалавриат

bachelor's degree program

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

Training direction / speciality

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

02.03.02 Fundamental Computer Science and Information Technology

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Orientation of educational program

Общий профиль

General profile

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

form of study

очная

full-time

Нижний Новгород, 2022 год

Nizhni Novgorod, 2022

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 «Математическое моделирование в естественных науках» относится к дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.03 части ООП по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина читается студентам 4 курса в 7 семестре, 3 зачетных единицы, 108 часов, зачет.

The discipline "Mathematical modeling in natural Sciences" refers to the subjects of choice of the variative part of opop and studied in the fourth year of full-time education in the 7th semester. The discipline is based on the material of courses of mathematical analysis, algebra and analytical geometry, differential equations, numerical methods and computer technology.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 «Математическое моделирование в естественных науках» относится к дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.03 части ООП направления подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач / to be able to conduct research work in the field of fundamental computer science	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач / to be able to understand, improve and apply modern mathematical tools, fundamental concepts and system methodologies, international and professional standards in the field of information technology	Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике / to know simple models in evolution, technics, society, simple models in artificial intelligence, notion of dynamical system and the main principles in mathematical modeling	Собеседование, тестовые задания

and information technology			
----------------------------	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	<b>Очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>33</b>
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	
- занятия лабораторного типа	16
- текущий контроль (КСР)	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>75</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>	

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Введение. Научный метод, эволюционные процессы и динамические системы / Introduction. / Scientific method in evolution dynamical system	8	1		1	2	4
Тема 2. Экспоненциальные процессы / Exponential processes	6	1		1	2	4
Тема 3. Балансовые и гравитационные модели / Balanced and gravity models	6	1		1	2	4
Тема 4. Расчет собственных колебаний для модели с начальными напряжениями / Computer researches of eigen vibrations	6	1		1	2	4
Тема 5. Модели сосуществования в биологии и экологии / Models of coexistence in biology and ecology	6	1		1	2	4
Тема 6. Линейный и нелинейный осцилляторы / Linear and nonlinear oscillators	6	1		1	2	5
Тема 7. Математические модели в химии / Mathematical models in chemistry	6	1		1	2	5
Тема 8. Электромеханические аналогии и уравнения	6	1		1	2	5

Лагранжа-Максвелла / Electromechanical analogy in equations Lagrange-Maxwel.						
Тема 9. Построение расчетной модели, визуализация результатов численного моделирования / Getting models, visualizations of results computer modelling	6	1		1	2	5
Тема 10. Обзор методов расчета задач механики деформируемого твердого тела (МДТТ) / Computer methods in mechanics deformable solid body	6	1		1	2	5
Тема 11. Расчет статических задач МДТТ / Static tests in mechanics deformable solid body	6	1		1	2	5
Тема 12. Расчет форм и частот собственных колебаний / Calculation of mode and frequencies of eigen oscillations	6	1		1	2	5
Тема 13. Расчет вынужденных колебаний / Calculation of constrained vibrations	6	1		1	2	5
Тема 14. Расчет оптимальных параметров динамического гасителя колебаний / Calculation of optimal parameters of dynamical oscillation damper	8	1		1	2	5
Тема 15. Расчет устойчивости в пространстве параметров уравнения Матье-Хилла / Definition stability regions in equation Matie-Hilla parameters	6	1		1	2	5
Тема 16. Расчет устойчивости в одной электромеханической системе / Calculation of stability regions in electromechanical system	6	1		1	2	5
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет	7					
Итого	108	16		16	33	75

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов лабораторного типа

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
Знания	Отсутствие	Уровень	Минимально	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень

	знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»

	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Проблема взаимоотношений гуманитарных и естественных наук. Место математики в системе наук. Что такое эволюционный процесс. Что, значит, изучить эволюционный процесс. Математика и научный метод.	ПК-1
2. экспоненциального процесса. Свойства его решений. Время удвоения и уменьшения вдвое. Конкретные примеры экспоненциальных процессов.	ПК-1
3. Истечение жидкости из сосуда. Простейшая модель на основе закона Торричелли. Время вытекания. Ограниченность простейшей модели.	ПК-1
4. Математическая модель засоления водоёма с заливом. Равновесные состояния, их устойчивость и установление.	ПК-1
5. Динамика изолированной популяции. Модели «хищник – жертва», антагонизм, симбиоз.	ПК-1
6. . Модели химических реакций.	ПК-1
7. Грузик на пружине и электрический контур из самоиндукции и ёмкости. Уравнения движения и их аналоги.	ПК-1
8. Линейный осциллятор. Фазовый и бифуркационный портреты.	ПК-1
9. Генератор электрических колебаний и нелинейный осциллятор Ван-дер-Поля. Автоколебания, мягкий и жёсткий режимы их возбуждения. Фазовые портреты и бифуркационные диаграммы.	ПК-1
10. Неустойчивость и автоколебания, вызываемые сухим трением.	ПК-1
11. Стохастический осциллятор и стохастические колебания.	ПК-1
12. Понятие об управлении и обратной связи в природе и технике. Стабилизация перевёрнутого маятника. Авторулевой.	ПК-1
13. Вынужденные колебания линейного осциллятора. Амплитудно-фазовая частотная характеристика.	ПК-1
14. Параметрическое возбуждение и параметрический резонанс.	ПК-1
15. Два связанных осциллятора. Парциальные и нормальные частоты. Явление биений и перекачки энергии.	ПК-1

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Часы Галилея – Гюйгенса как автоколебательная система. / Watch Galilei – Huygens as a self-oscillating system
2. Генератор электрических колебаний. Уравнение Ван-дер-Поля. Амплитуда автоколебаний. / The generator of electric oscillations. The equation of van der Pol. The amplitude of self-oscillations

3. Мягкий и жёсткий режимы возбуждения автоколебаний. / Soft and hard modes of excitation<sup>7</sup> of self-oscillations
4. Стохастический осциллятор – «часы наоборот». Фазовый портрет и точечное отображение. Непредсказуемость и случайность его движений / Stochastic oscillator - "clock on the contrary". Phase portrait and point mapping. Unpredictability and randomness of his movements
5. Трение как причина возникновения неустойчивости и автоколебаний. / Friction as the cause of instability and self-oscillations
6. Вынужденные колебания линейного осциллятора. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Явления резонанса и сдвига фазы. / Forced oscillations of the linear oscillator. Amplitude-phase frequency characteristic. The phenomenon of resonance and the phase shift
7. Килевая качка, динамический демпфер. / Keel rolling, dynamic damper
8. Параметрическое возбуждение и резонанс. Примеры. Отличие параметрического резонанса от обычного. / Parametric excitation and resonance. Examples. The difference parametric resonance from the ordinary
9. Колебания двух связанных осцилляторов. Нормальные колебания и частоты. Явление биений и перекачки энергии. / Oscillations of two coupled oscillators. Normal oscillations and frequencies. The phenomenon of beats and energy transfer
10. Стабилизация перевёрнутого маятника с помощью управления. Стабилизация вертикального положения и точки опоры. / Stabilization of the inverted pendulum by control. Stabilization of vertical position and supports
11. Стабилизация курса лодки и корабля. / Boat and ship course stabilization
12. Почему не удаётся жонглировать короткой палочкой. / Why can't I juggle with a short stick
13. Автоматные модели игр и обучения. Простейшие детерминированные модели игроков и их парных игр в отгадывание. / Automatic models of games and training. The simplest deterministic models of players and their pair games in guessing
14. Стохастические марковские модели игроков и их игр в отгадывание. / Stochastic Markov models for the players and their games in guessing
15. Марковские процессы с доходами. Выбор стратегии. / Markov processes with revenues. The choice and strategy
16. Конфликты и партнёрство. Пример Гермейера. / Conflict and partnership. Hermeyer's Example

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

Juri I. Neimark, Translated by Kogan, M.M., Gloumov, V. Mathematical Models in Natural Science and Engineering. [Foundations of Engineering Mechanics](http://www.springer.com/la/book/9783540436805) . 2003. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. eBook ISBN 978-3-540-47878-2. DOI 10.1007/978-3-540-47878-2. Hardcover ISBN 978-3-540-43680-5. Softcover ISBN 978-3-642-53682-3. Series ISSN 1612-1384.  
<http://www.springer.com/la/book/9783540436805>

### б) дополнительная литература:

Claudio Pellegrini, Paola Cerrai, Paolo Freguglia. The Application of Mathematics to the Sciences of Nature. Critical Moments and Aspects. 2002. Springer US. eBook ISBN 978-1-4615-0591-4. DOI 10.1007/978-1-4615-0591-4. Hardcover ISBN 978-0-306-46694-6. Softcover ISBN 978-1-4613-5147

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- Литература для студента <http://www.libsib.ru/etika/etika-delovogo-obscheniya/vse-stranitsi>

- 8
- Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
  - Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
  - Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерная техника, интернет с доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ \_\_\_\_\_.

Автор     С.Н.Стребуляев

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой     А.В.Калинин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 01.12.2021 года, протокол № 2.