

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

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Современные проблемы прикладной математики и информатики

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

01.04.02 - Прикладная математика и информатика

---

Направленность образовательной программы

Математическая робототехника

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.04 Современные проблемы прикладной математики и информатики относится к обязательной части образовательной программы.

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

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)                                              | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Наименование оценочного средства   |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                       | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)                                                                                                                                                                                    | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации    |
| ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач | ОПК-2.1: Знает современные математические методы решения прикладных задач<br>ОПК-2.2: Умеет совершенствовать математические методы решения прикладных задач<br>ОПК-2.3: Имеет навыки создания новых математических методов решения прикладных задач | ОПК-2.1:<br>Знать:<br>-как находить стационарные режимы систем и области их существования в пространстве параметров;<br>-как определять автомодуляционные режимы и исследовать их бифуркации на основе применения методов и приемов качественно-численного исследования нелинейных динамических систем.<br><br>ОПК-2.2:<br>Уметь:<br>-профессионально разрабатывать и использовать программное обеспечение для принятия статистических решений, когда процесс имеет случайный характер;<br>-проводить процедуры тестирования информационных систем.<br><br>ОПК-2.3:<br>Владеть:<br>-терминологией нелинейной динамики, основными теоретическими подходами и прикладными методами, позволяющими получить решение | Задачи<br>Контрольная работа       | Экзамен:<br>Контрольные вопросы |

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                              |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | задач прикладной нелинейной динамики систем, владеть навыками применения полученных знаний при анализе конкретных нелинейных математических моделей, навыками разработки необходимых алгоритмов численного моделирования;<br>- современными инструментальными методами теории вероятностей и математической статистики                 |                              |                                 |
| ПК-3: Способен представлять результаты проведенной работы в области профессиональной деятельности | <p>ПК-3.1: Знает методы подготовки отчетов, статей, докладов, презентаций, публикаций по результатам проведенной работы в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.2: Умеет оформлять отчеты, статьи, доклады, презентации по результатам проведенной работы в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.3: Имеет опыт подготовки отчетов, докладов, статей, презентаций по результатам проведенной работы в области профессиональной деятельности</p> | <p>ПК-3.1: Знать:<br/>-методы подготовки отчетов, статей, докладов, презентаций, публикаций по результатам проведенной работы.</p> <p>ПК-3.2: Уметь:<br/>-оформлять отчеты, статьи, доклады, презентации</p> <p>ПК-3.3: Владеть:<br/>- опытом подготовки отчетов, докладов, статей, презентаций по результатам проведенной работы.</p> | Задачи<br>Контрольная работа | Экзамен:<br>Контрольные вопросы |

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|                                                                          |              |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                          | <b>очная</b> |
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>                                          | <b>9</b>     |
| <b>Часов по учебному плану</b>                                           | <b>324</b>   |
| в том числе                                                              |              |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |              |
| - занятия лекционного типа                                               | <b>64</b>    |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | <b>64</b>    |

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>- КСР</b>                    | <b>4</b>                    |
| <b>самостоятельная работа</b>   | <b>120</b>                  |
| <b>Промежуточная аттестация</b> | <b>72</b><br><b>Экзамен</b> |

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины                                                                 | Всего<br>(часы) | в том числе                                                                |                                                                            |             |                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                        |                 | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них |                                                                            |             | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|                                                                                                        |                 | Занятия лекционного типа                                                   | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего       |                                           |
|                                                                                                        | о<br>ф<br>о     | о<br>ф<br>о                                                                | о<br>ф<br>о                                                                | о<br>ф<br>о | о<br>ф<br>о                               |
| Тема 1. Введение                                                                                       | 17              | 2                                                                          |                                                                            | 2           | 15                                        |
| Тема 2. Основы нелинейной динамики                                                                     | 43              | 14                                                                         | 14                                                                         | 28          | 15                                        |
| Тема 3. Применение методов и подходов нелинейной динамики к моделированию систем фазовой синхронизации | 45              | 14                                                                         | 16                                                                         | 30          | 15                                        |
| Тема 4. Моделирование сложной динамики конкретных систем                                               | 19              | 2                                                                          | 2                                                                          | 4           | 15                                        |
| Тема 5. Функции случайных величин и их распределения                                                   | 35              | 10                                                                         | 10                                                                         | 20          | 15                                        |
| Тема 6. Моментная теория построения вероятностных распределений по эмпирическим данным                 | 27              | 6                                                                          | 6                                                                          | 12          | 15                                        |
| Тема 7. 3. Предельные теоремы для независимых с.в. и модели теории вероятностей                        | 31              | 8                                                                          | 8                                                                          | 16          | 15                                        |
| Тема 8. Вероятностные модели роста                                                                     | 31              | 8                                                                          | 8                                                                          | 16          | 15                                        |
| Аттестация                                                                                             | 72              |                                                                            |                                                                            |             |                                           |
| КСР                                                                                                    | 4               |                                                                            |                                                                            | 4           |                                           |
| Итого                                                                                                  | 324             | 64                                                                         | 64                                                                         | 132         | 120                                       |

#### Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр:

Тема 1. Введение. Нелинейная динамика как часть общей науки о явлениях в мире нелинейных объектов и систем, активно взаимодействующих с внешней средой.

Тема 2. Основы нелинейной динамики.

Тема 3. Применение методов и подходов нелинейной динамики к моделированию систем фазовой синхронизации.

Тема 4. Моделирование сложной динамики конкретных систем.

2 семестр:

1. Функции

случайных величин и их распределения.

- 1.1. Взаимно- однозначная функция и ее распределение.
- 1.2. Композиция (свертка) случайных величин. Хи-квадрат распределение.
- 1.3. Распределение Релея и Райса. Распределение Мизеса. Распределение амплитуды и фазы океанских волн.
- 1.4. Логистическое распределение как свертка распределений экстремальных порядковых статистик.
- 1.5. Распределение частного независимых величин. Распределение Стьюдента и Фишера.
- 1.6. Проверка гипотез по многим малым выборкам. Пример: геологическая статистика.

2. Моментная теория построения вероятностных распределений по эмпирическим данным.

- 2.1. Кривые Пирсона в построении вероятностных моделей.
- 2.2. Гистограмма и эмпирическая функция распределения.

3. Предельные теоремы для независимых с.в. и модели теории вероятностей.

- 3.1. Предельные распределения для экстремальных порядковых статистик. Распределение Вейбулла (распределение слабого звена). Распределение Гнеденко и Парето. Распределение максимальных высот волн.
- 3.2. Центральные теоремы для независимых с.в.: Леви, Феллера, Ляпунова. Задача о конкуренции.
- 3.3. Устойчивые распределения: применение в экономике.
- 3.4. Обратное нормальное распределение.  
Распределение Вальда.

4. Вероятностные модели роста.

- 4.1. Вероятностные модели роста. Логарифмически нормальное распределение.
- 4.2. Случайные величины, реализующие достижение заданного размера. Распределение Бирнбаума-Сондерса.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Современные проблемы прикладной математики и информатики,

<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6862>.

## 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

#### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

**Задача 1.** Построить фазовый портрет системы  $\frac{dx}{dt} = x^3 + \alpha x + \beta$  в зависимости от параметров  $\alpha$  и  $\beta$ .

**Задача 2.** Для динамической системы  $\frac{dx}{dt} = y, \frac{dy}{dt} = a - bx - cy(1 + 2x)$  получить систему, линеаризованную в малой окрестности состояния равновесия:

**Задача 3.** Являются ли грубыми состояния равновесия динамических систем

$$\frac{dx}{dt} = f(x) \text{ для: } f(x) = \sin x, 1 - \cos x, x^2, e^x - 1 ?$$

**Задача 4.** Найти состояния равновесия и проанализировать их устойчивость в зависимости от параметров  $m$  и  $g$  в системе

$$\frac{dx}{dt} = mx + y - xz, \frac{dy}{dt} = -x, \frac{dz}{dt} = -gz + gx$$

**Задача 5.** Найти границу бифуркации Андронова-Хопфа в системе

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{x}{T} + \frac{F(z)}{T}, \frac{dy}{dt} = x - z, \frac{dz}{dt} = y - \frac{z}{Q} \text{ где } F(z) = Mz \exp(-z^2), M > 1, Q, T > 0$$

**Задача 6.** Определить число и характер состояний равновесия динамической системы

$$\frac{dx}{dt} = y, \frac{dy}{dt} = \beta - F(x) - (\lambda + bF'(x))y, F(x) = x + 2ax/(1 + a^2x^2)$$

**Задача 7.** При каких значениях параметров динамическая система

$$\frac{dx}{dt} = y, \frac{dy}{dt} = \beta - F(x) - (\lambda + bF'(x))y, F(x) = x + 2ax/(1 + a^2x^2)$$

не имеет предельных циклов на фазовой плоскости  $(x, y)$ ?

#### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

**Задача 3.** Определить границу области устойчивости состояния равновесия системы

$$\frac{d\varphi}{dt} = u, \frac{du}{dt} = y, \frac{dy}{dt} = z, \mu_1 \frac{dz}{dt} = \gamma - \sin \varphi - u - \varepsilon y - \mu z - b \sin(\beta u) \text{ где } \gamma, \mu, \mu_1, \varepsilon, \beta > 0$$

**Задача 4.** Рассматривается ряд распределения скорости ветра в Московской области (в м/сек) в процентах ( $n = 40000$ ).

|     |     |     |     |     |      |      |      |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| 1.5 | 3.5 | 5.5 | 7.5 | 9.5 | 11.5 | 13.5 | 15.5 | 17.5 |
| 24  | 34  | 23  | 10  | 5   | 2    | 1    | 0    | 1    |

Имеется повторная выборка  $x_1, x_2, \dots, x_n$  из неизвестного непрерывного распределения  $F(x)$ , где

$x_i$  – скорость ветра в процентах.

**Задача 5.** Рассматривается ряд распределения процентного содержания кремния в рельсовых мартеновских плавках, подвергнутых копровому испытанию ( $\bar{x}$  %,  $n = 4850$ ):

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.24 | 0.28 | 0.32 | 0.36 | 0.40 |
| 3    | 11   | 99   | 346  | 288  | 148  | 83   | 15   | 6    | 1    |

Имеется повторная выборка  $x_1, x_2, \dots, x_n$  из неизвестного непрерывного распределения  $F(x)$ , где

$x_i$  – процентное содержание кремния.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

| Оценка  | Критерии оценивания                                |
|---------|----------------------------------------------------|
| зачтено | Задачи решены верно или с незначительными ошибками |

| Оценка     | Критерии оценивания                         |
|------------|---------------------------------------------|
| не зачтено | Задачи не решены или допущены грубые ошибки |

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций) | плохо                                                                                                                     | неудовлетворительно                                                                            | удовлетворительно                                                                                                            | хорошо                                                                                                                                                    | очень хорошо                                                                                                                         | отлично                                                                                                                                            | превосходно                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | не зачтено                                                                                                                |                                                                                                |                                                                                                                              | зачтено                                                                                                                                                   |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |                                                                                                                          |
| <u>Знания</u>                                                           | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки                          | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок                                                         | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок                                                         | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок                              | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.                                                                         | Уровень 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 отдельным и несущественными 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 базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка     |                     | Уровень подготовки                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено    | превосходно         | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
|            | отлично             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».                                                                                                                            |
|            | очень хорошо        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»                                                                                                                        |
|            | хорошо              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».                                                                                                                                                                                   |
|            | плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»                                                                                                                                                                                                  |

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 22. Получение дифференциальных уравнений системы с фазовым управлением для фильтров первого и второго порядка в цепях управления.                                                                                                                                                                                     | ОПК-2 |
| 23. Динамическая модель системы с фазовым управлением $\ddot{\varphi} + \lambda \dot{\varphi} + \sin \varphi = \gamma$ : фазовые портреты консервативной модели ( $\lambda=0$ ), оценка месторасположения предельного цикла второго рода, доказательство существования предельного цикла при значениях $\gamma > 1$ . | ОПК-2 |
| 24. Динамическая модель системы с фазовым управлением $\ddot{\varphi} + \lambda \dot{\varphi} + \sin \varphi = \gamma$ : исследование предельных циклов методом точечных преобразований.                                                                                                                              | ОПК-2 |
| 25. Динамическая модель системы с фазовым управлением $\ddot{\varphi} + \lambda \dot{\varphi} + \sin \varphi = \gamma$ : оценка области глобальной асимптотической устойчивости.                                                                                                                                      | ОПК-2 |
| 26. Динамическая модель системы с фазовым управлением $\ddot{\varphi} + \lambda \dot{\varphi} + \sin \varphi = \gamma$ : оценка области существования предельного цикла второго рода.                                                                                                                                 | ОПК-2 |
| 27. Динамическая модель системы с фазовым управлением                                                                                                                                                                                                                                                                 | ОПК-2 |

**5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3**



|                                                                                                                                                  |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Понятие устойчивости движения. Анализ локальной устойчивости состояний равновесия динамических систем. Теорема Гробмана-Хартмана.             | ПК-3 |
| 2. Исследование устойчивости состояний равновесия с использованием метода функций Ляпунова.                                                      | ПК-3 |
| 3. Динамические системы первого порядка.                                                                                                         | ПК-3 |
| 4. Типы состояний равновесия в двумерных динамических системах. Разбиение плоскости параметров характеристического уравнения по типу его корней. | ПК-3 |
| 5. Устойчивость периодических движений динамических систем второго порядка.                                                                      | ПК-3 |
| 6. Метод точечных преобразований для исследования предельных циклов динамических систем второго порядка.                                         | ПК-3 |
| 7. Устойчивость периодических движений многомерных динамических систем. Мультипликаторы периодических движений. Седловые                         | ПК-3 |

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка              | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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» |
| 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»                                                                                                                                                              |

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Баутин Николай Николаевич. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. - 2-е изд., доп. - М. : Наука, 1990. - 486, [2] с. : ил. - (Справочная математическая библиотека : СМБ). - ISBN 5-02-014321-9 : 3.20., 15 экз.

2. Кузнецов Сергей Петрович. Динамический хаос : курс лекций : учеб. пособие для студентов вузов. - М. : Физматлит, 2001. - 296 с. : ил. - (Современная теория колебаний и волн). - Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки". - ISBN 5-94052-044-8 : 30.00., 46 экз.

3. Шильман Семен Вольфович. Курс теории вероятностей : учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 1998. - 154, [1] с. - 11.53., 123 экз.

#### Дополнительная литература:

1. Методы качественной теории в нелинейной динамике = Methods of qualitative theory in nonlinear dynamics. - М. ; Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаот. динамика", Ин-т компьютер. исслед., 2004-. - (Современная математика / ред. совет: А. В. Болсинов [и др.]). Методы качественной теории в нелинейной динамике. Ч. 2 / пер. с англ. В. А. Осотовой ; под науч. ред. Д. В. Тураева и А. Л. Шильникова. - М. ; Ижевск, 2009. - 548 с. - ISBN 978-5-93972-700-6 : 165.00., 2 экз.

2. Горяченко Вадим Демьянович. Элементы теории колебаний : учеб. пособие для студентов вузов. - Красноярск : Изд-во Краснояр. ун-та, 1995. - 430 с. - ISBN 5-7470-0127-2 : 10000.00., 389 экз.

3. Шалфеев Владимир Дмитриевич. Нелинейная динамика систем фазовой синхронизации : монография / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2013. - 366 с. - ISBN 978-5-91326-201-1 : 691.79., 2 экз.

4. Некоркин Владимир Исаакович. Лекции по основам теории колебаний : учеб. пособие для студентов ННГУ, специализирующихся в области радиофизики, приклад. математики и мат. моделирования / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 311 с. - ISBN 978-5-91326-230-1 : 162.13., 148 экз.

5. Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / под ред. В. А. Садовниченко. - М. : Высшая школа, 2000. - 190 с. - (Высшая математика). - ISBN 5-06-003684-7 : 40.04., 10 экз.

6. Магнус Ян Р. Эконометрика. Начальный курс : учебник для вузов / Акад. нар. хоз-ва при Правительстве РФ. - [3-е изд., перераб. и доп.]. - М. : Дело, 2000. - 400 с. : ил. - ISBN 5-7749-0055-X : 66.50., 3 экз.

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

1. Научная электронная библиотека <http://e-library/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // <http://scholl-collection.edu.ru/>

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Стребуляев Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Калинин Алексей Вячеславович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.