

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 Ученого совета ННГУ  
протокол  
№13 от 30.11.2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

---

Эволюционно-генетические алгоритмы  
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность  
**09.03.03 «Прикладная информатика**  
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

---

Направленность образовательной программы  
Прикладная информатика в области обработки данных  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения  
**очно-заочная**  
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы                              | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД  |
|------------|---|--|
| 2          | Блок 1. Дисциплины (модули)<br>Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина Б1.В.10 Эволюционно-генетические алгоритмы относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений. |

## 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**   |  |
| <b>ПК-11.</b> Способен осуществлять модульное и интеграционное тестирование ИС (ИИС), устранять (по мере возможности) обнаруженные несоответствия | <b>ПК-11.1.</b> Демонстрирует знание методологических основ модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС).   | Знать основные понятия, связанные с задачами дискретной оптимизации и эволюционно-генетическим алгоритмом (ЭГА) | Контрольные вопросы<br>Лабораторная работа |
|   | <b>ПК-11.2.</b> Демонстрирует умение осуществлять модульное и интеграционное тестирование ИС (ИИС) и устранять (по мере возможности) обнаруженные несоответствия. | Уметь построить математическую модель задачи  |  |
|   | <b>ПК-11.3.</b> Имеет практический опыт модульного и интеграционного тестирования конкретной ИС (ИИС).  | Владеть методами решения в виде (ЭГА)   |  |

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

|   | Очно-заочная форма обучения |
|---|-----------------------------|
| Общая трудоемкость                      | 4 ЗЕТ                       |
| Часов по учебному плану                 | 144                         |
| в том числе                             |                             |
| аудиторные занятия (контактная работа): | 49                          |
| - занятия лекционного типа              | 16                          |
| - занятия семинарского типа             | 16                          |
| - занятия лабораторного типа            | 16                          |
| - текущий контроль (КСР)                | 1                           |
| самостоятельная работа                  | 95                          |
| Промежуточная аттестация – зачет        |                             |

### 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 |   |
| <b>Математическая модель принятия оптимальных решений.</b> Критерии сравнения. Задача однокритериального выбора. Задачи переборного типа. Классы сложности задач однокритериального выбора. Комбинаторные задачи оптимизации  | 11           | 1   | 1                         | 1                          | 3     | 8   |
| <b>Переход от задачи оптимизации к задаче поиска.</b> Кодирование решений. Бинарное кодирование, коды Грея (понятие близости решений и соответствующих кодировок). Функции кодирования и декодирования. Функция приспособленности. Задача поиска. Диаграмма связи задач. Преобразование непрерывной задачи оптимизации в задачу поиска (метод целочисленного кодирования). Кодирование дискретных задач оптимизации на примере задачи о ранце, задачи коммивояжера. | 14           | 2   | 2                         | 2                          | 6     | 8   |
| <b>Пространство поиска и ландшафты приспособленности.</b> Одномутантные соседи конкретных строковых кодировок. Локальный и глобальный оптимумы. Методы «слепого» поиска. Эволюционные стратегии. Эволюционно-генетических алгоритмы. Принципы неodarвинизма, аналогии в эволюционно-генетических алгоритмах   | 15           | 2   | 2                         | 2                          | 6     | 9   |
| <b>Генетические алгоритмы и их основные свойства.</b> Схема эволюционно-генетических алгоритмов. Репродукция (схемы скрещивания, кроссоверы, мутация), стратегии формирования следующего поколения популяции, схемы селекции.   | 14           | 2   | 1                         | 2                          | 5     | 9   |
| Уравнение жизни, рождения и смерти, уравнение экспоненциального роста высоко приспособленных особей. Алгоритмы селекции, реализующие принципы естественного отбора. Статистические оценки этих алгоритмов..   | 13           | 1   | 2                         | 1                          | 4     | 9   |
| <b>Особенности решения комбинаторных задач на примере задачи о ранце и задачи коммивояжера.</b> Кодирование решений, операторы кроссовера и мутации, обработка ограничений.   | 14           | 2   | 1                         | 2                          | 5     | 9   |
| Причины, требующие масштабирования. Линейное динамическое масштабирование   | 12           | 1   | 2                         | 1                          | 4     | 8   |
| <b>Шаблоны сходства.</b> Интерпретация шаблонов сходства в пространстве поиска. Статистические характеристики шаблонов сходства.  | 13           | 1   | 2                         | 1                          | 4     | 9   |
| <b>Фундаментальная теорема эволюционно-генетических алгоритмов.</b> Теорема о неявном параллелизме. Принцип минимальных алфавитов.  | 12           | 1   | 1                         | 1                          | 3     | 9   |

|   |     |    |    |    |    |    |
|---|-----|----|----|----|----|----|
| Изменение пропорции аллелей во времени, оценки времени сходимости и захвата   | 12  | 1  | 1  | 1  | 3  | 9  |
| <b>Исследование эволюционно-генетических алгоритмов с помощью цепей Маркова.</b> Основные понятия марковской цепи. Моделирование эволюционно-генетических алгоритмов при помощи цепи Маркова. Сходимость классического и элитарного эволюционно-генетических алгоритмов к оптимальному решению. | 13  | 2  | 1  | 2  | 5  | 8  |
| Текущий контроль (КСР)  | 1   |    |    |    |    |    |
| Промежуточная аттестация – зачет  | 144 | 16 | 16 | 16 | 49 | 95 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа

Промежуточная аттестация проходит в традиционных форма (зачет)

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

Самостоятельно выполняются исследовательская работа.

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   |   |   |   |   |
| <u>Знания</u>  | Отсутствие знаний теоретического материала.<br><br>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 незначительных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.      | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.                    |
| <u>Умения</u>  | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений  | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми                    | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все                       | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены |

|               |  |   |  |   |   |   |  |
|---------------|--|---|--|---|---|---|--|
|               | вследствие отказа обучающегося от ответа   | грубые ошибки.  | ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.                                  | ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.            | задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.                                    | несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.                 | 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.<br><br>Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован 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

|        |                 |
|--------|-----------------|
| Вопрос | Код компетенции |
|--------|-----------------|

|   |       |
|---|-------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однокритериальная задача оптимизации.</li> <li>2. Задачи дискретной оптимизации</li> <li>3. Сведение задачи оптимизации к задаче поиска.</li> <li>4. Кодирование решений дискретных задач оптимизации, способы кодирования.</li> <li>5. Кодирование решений непрерывной задачи оптимизации путем сведения к дискретной задаче.</li> <li>6. Пространство поиска. Ландшафт приспособленности.</li> <li>7. Методы слепого поиска.</li> <li>8. Эволюционные стратегии: <math>(\mu+1), (\mu+\lambda), (\mu, \lambda)</math>.</li> <li>9. Репродукционно-популяционные алгоритмы. Их основные черты.</li> <li>10. Структура генетического алгоритма. Основные параметры, операторы.</li> <li>11. Репродукция: схемы скрещивания, кроссовер.</li> <li>12. Репродукция: кроссовер, мутация.</li> <li>13. Стратегии формирования следующего поколения. Уравнение роста особей.</li> <li>14. Селекция: цели и методы.</li> <li>15. Реализации схем селекции.</li> <li>16. Шаблоны сходства. Основные характеристики.</li> <li>17. Интерпретация шаблонов сходства в пространстве поиска. Статистические характеристики.</li> <li>18. Конкурирующие шаблоны. Ожидаемое число примеров шаблона.</li> <li>19. Фундаментальная теорема.</li> <li>20. Моделирование генетического алгоритма при помощи цепей Маркова. Генетический дрейф.</li> <li>21. Распределение пропорции аллелей в генетическом алгоритме. Оценки времени сходимости и захвата при различных начальных распределениях.</li> <li>22. Кодирование решений и операторы для задачи о ранце.</li> <li>23. Кодирование решений и операторы для задачи коммивояжера.</li> <li>24. Методы обработки ограничений при генетическом поиске.</li> <li>25. Масштабирование, причины требующие масштабирования.</li> <li>26. Преждевременная сходимость.</li> <li>27. Гипотеза строительных блоков. Неявный параллелизм генетического алгоритма.</li> <li>28. Сходимость генетического алгоритма как случайного процесса.</li> <li>29. No free lunch теорема, подбор параметров в генетическом алгоритме.</li> </ol> | ПК-11 |
|---|-------|

### 5.2.2. Лабораторная работа

Задание :

1. Решите задачу о ранце при помощи ЭГА
2. Решите задачу коммивояжера при помощи ЭГА

**Задание:**

1. Метод Монте Карло
2. Метод восхождения на холм (в глубину и в ширину)
3. Метод ближайшего города
4. Метод ближайшего соседа
5. Жадный метод
6. Жадный метод с эвристикой Даницига

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Батищев Д.И., Неймарк Е.А., Старостин Н.В. Применение генетических алгоритмов к решению задач дискретной оптимизации: Учебное пособие. – Н.Новгород, изд-во ННГУ им. Н.И.Лобачевского, 2006. – 136с (50 экз.)

б) дополнительная литература

1. Батищев Д.И., Костюков В.Е., Неймарк Е.А., Старостин Н.В. Решение дискретных задач с помощью эволюционно-генетических алгоритмов: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. - 199 с. (60 экз.)

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной и лабораторной работы 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 09.03.03 «Прикладная информатика».

Автор \_\_\_\_\_ доцент Неймарк Е.А.

Рецензент \_\_\_\_\_ профессор Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ М.Х.Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики  
30.11.2022 года, протокол № 3