

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 от  
30.11.2022 г. №13

**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

2022

## 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) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.09 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 (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**	
<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 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.  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.  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

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 г. протокол №3