

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 от
30.11.2022г. №13

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Эволюционно-генетические алгоритмы

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.03 «Прикладная информатика»

Направленность образовательной программы
Прикладная информатика в информационной сфере

Форма обучения
очная

Нижегород
2022

1. Место и цели дисциплины (модуля) 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.ДВ.04.01 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** | |
| ПК-8. Способен разрабатывать лингвистическую, информационную и программное обеспечение ИС (ИИС) и сопровождающую его документацию | ПК-8.1. Демонстрирует знание современных языков и систем программирования, формализмов описания знаний на концептуальном и инфологическом уровнях, требований к технической документации на все виды обеспечения ИС (ИИС). | <i>Знать</i> основные понятия, связанные с задачами дискретной оптимизации и эволюционно-генетическим алгоритмом (ЭГА) основы проведения научно-исследовательской работы; общую структуру отчета по проделанной научно-исследовательской работе; основы проведения эксперимента для научно-исследовательской работы. | <i>Собеседование</i> |
| | ПК-8.2. Применяет современные языки и системы программирования, формализмы описания знаний на концептуальном и инфологическом уровнях при разработке лингвистического, информационного и программного обеспечения ИИС и | <i>Уметь</i> построить математическую модель задачи проанализировать поставленную задачу и построить ее математическую модель; выбрать структуру и параметры эволюционно-генетического алгоритма. реализовать структуру и параметры эволюционно-генетического алгоритма в виде ИС; провести анализ построенной ИС на предмет безошибочной работы. пользоваться современными средами построения ИС; | <i>Кейс-задача</i> |

| | | | |
|--|--|--|--------------------|
| | <i>сопровождающей ее документации.</i> | пользоваться современными языками высокого уровня для написания кода ИС. | |
| | ПК-8.3. Имеет практический опыт разработки лингвистического, информационного и программного обеспечения конкретной ИС (ИИС) и сопровождающей ее документации. | Владеть основами проведения эксперимента для научно-исследовательской работы; способностью анализировать результаты научно-исследовательской работы; способностью делать выводы из результатов научно-исследовательской работы и аргументированно их доказывать. | <i>Кейс-задача</i> |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

| | |
|---|-----------------------------|
| | очная форма обучения |
| Общая трудоемкость | 4 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 144 |
| в том числе | |
| контактная работа: | 66 |
| - занятия лекционного типа | 32 |
| - занятия семинарского типа | 32 |
| - текущий контроль (КСР) | 2 |
| самостоятельная работа | 42 |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 |

3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе | | | | |
|---|---------------------|---|----------------------------|---------------------------|-------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
| | | из них | | | | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия лабораторного типа | Занятия семинарского типа | Всего | |
| Математическая модель принятия оптимальных решений. Критерии сравнения. Задача однокритериального выбора. Задачи переборного типа. Классы сложности задач однокритериального выбора. Комбинаторные задачи оптимизации | 7 | 2 | | 2 | 4 | 3 |

| | | | | | | |
|---|-----|----|---|----|----|----|
| Переход от задачи оптимизации к задаче поиска. 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. | 11 | 4 | | 4 | 8 | 3 |
| Пространство поиска и ландшафты приспособленности. Одномутантные соседи конкретных строковых кодировок. Локальный и глобальный оптимумы. Методы «слепого» поиска. Эволюционные стратегии. Эволюционно-генетических алгоритмы. Принципы неодарвинизма, аналогии в эволюционно-генетических алгоритмах | 12 | 4 | | 4 | 8 | 4 |
| Генетические алгоритмы и их основные свойства. Схема эволюционно-генетических алгоритмов. Репродукция (схемы скрещивания, кроссоверы, мутация), стратегии формирования следующего поколения популяции, схемы селекции. | 12 | 4 | | 4 | 8 | 4 |
| Уравнение жизни, рождения и смерти, уравнение экспоненциального роста высоко приспособленных особей. Алгоритмы селекции, реализующие принципы естественного отбора. Статистические оценки этих алгоритмов.. | 8 | 2 | | 2 | 4 | 4 |
| Особенности решения комбинаторных задач на примере задачи о ранце и задачи коммивояжера. Кодирование решений, операторы кроссовера и мутации, обработка ограничений. | 10 | 3 | | 3 | 6 | 4 |
| Причины, требующие масштабирования. Линейное динамическое масштабирование | 8 | 2 | | 2 | 4 | 4 |
| Шаблоны сходства. Интерпретация шаблонов сходства в пространстве поиска. Статистические характеристики шаблонов сходства. | 8 | 2 | | 2 | 4 | 4 |
| Фундаментальная теорема эволюционно-генетических алгоритмов. Теорема о неявном параллелизме. Принцип минимальных алфавитов. | 10 | 3 | | 3 | 6 | 4 |
| Изменение пропорции аллелей во времени, оценки времени сходимости и захвата | 10 | 3 | | 3 | 6 | 4 |
| Исследование эволюционно-генетических алгоритмов с помощью цепей Маркова. Основные понятия марковской цепи. Моделирование эволюционно-генетических алгоритмов при помощи цепи Маркова. Сходимость классического и элитарного эволюционно-генетических алгоритмов к оптимальному решению. | 10 | 3 | | 3 | 6 | 4 |
| текущий контроль | 2 | | | | 2 | |
| Промежуточная аттестация: экзамен | 36 | | | | | |
| Итого | 144 | 32 | 0 | 32 | 66 | 42 |

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения научно-исследовательской работы и проверки ее выполнения на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация (экзамен) проходит по бально-рейтинговой системе.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов

- Выполнение Лабораторных работ
- Подготовка к экзамену.

Типовые темы ЛР

1. Метод Монте-Карло
2. Метод восхождения на холм в глубину
3. Метод восхождения на холм в ширину
4. Метод восхождения на холм в ширину с использованием кодов Грея
5. Комбинированный метод множественного запуска
6. Метод ближайшего города
7. Метод Ближайшего соседа
8. Жадный метод
9. Жадный метод на основании принципа Данцига
10. Эволюционно-генетический алгоритм

Задание :

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

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, 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 | При решении стандартных задач не продемонстрированы | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. | Продемонстрированы все основные умения, решены все | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные |

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|---|---|---|---|---|
| | наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | ны основные умения. Имели место грубые ошибки. | негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. | негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | 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 | 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 |

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Эволюционно-генетические алгоритмы» за весь период обучения вводится балльно-рейтинговая система оценки учебной работы студентов (БРС).

Организация учебного процесса на основе БРС, является одной из эффективных форм реализации механизмов обеспечения объективности в оценке результатов обучения, преследует цель активизации учебной деятельности студентов путем планомерной, систематической работы над учебным материалом. БРС должна стимулировать самостоятельную работу студентов и формировать побудительные мотивы управления успеваемостью.

Основанием для выставления баллов является:

1. Результат выполнения лабораторных работ (далее ЛР) баллы **Б_{ЛР}**
2. Балл, полученный на экзамене **Б_{ЭКЗ}**

Порядок перевода баллов в итоговую оценку

Итоговый балл рассчитывается по формуле: **Б = (Б_{ЛР}) * (Б_{ЭКЗ})**

Баллы, получаемые за выполнение ЛР:

| Оценка работы | Итоговый бал за лабораторные работы (Б _{ЛР}) |
|-----------------------|--|
| Выполнены менее 10 ЛР | 0 |
| Выполнены 10 ЛР | 1 |

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 |
|--|-----------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Однокритериальная задача оптимизации. 2. Задачи дискретной оптимизации 3. Сведение задачи оптимизации к задаче поиска. 4. Кодирование решений дискретных задач оптимизации, способы кодирования. 5. Кодирование решений непрерывной задачи оптимизации путем сведения к дискретной задаче. 6. Пространство поиска. Ландшафт приспособленности. 7. Методы слепого поиска. 8. Эволюционные стратегии: $(\mu+1)$, $(\mu+\lambda)$, (μ, λ). 9. Репродукционно-популяционные алгоритмы. Их основные черты. 10. Структура генетического алгоритма. Основные параметры, операторы. 11. Репродукция: схемы скрещивания, кроссовер. 12. Репродукция: кроссовер, мутация. 13. Стратегии формирования следующего поколения. Уравнение роста особей. 14. Селекция: цели и методы. 15. Реализации схем селекции. 16. Шаблоны сходства. Основные характеристики. 17. Интерпретация шаблонов сходства в пространстве поиска. Статистические характеристики. 18. Конкурирующие шаблоны. Ожидаемое число примеров шаблона. 19. Фундаментальная теорема. 20. Моделирование генетического алгоритма при помощи цепей Маркова. Генетический дрейф. 21. Распределение пропорции аллелей в генетическом алгоритме. Оценки времени сходимости и захвата при различных начальных распределениях. | ПК-8 |

| | |
|---|--|
| 22. Кодирование решений и операторы для задачи о ранце. 23. Кодирование решений и операторы для задачи коммивояжера. 24. Методы обработки ограничений при генетическом поиске. 25. Масштабирование, причины требующие масштабирования. 26. Преждевременная сходимость. 27. Гипотеза строительных блоков. Неявный параллелизм генетического алгоритма. 28. Сходимость генетического алгоритма как случайного процесса. 29. No free lunch теорема, подбор параметров в генетическом алгоритме. | |
|---|--|

5.2.2. Типовые кейс-задачи

требуется реализовать следующие оптимизационные алгоритмы:

11. Метод Монте-Карло
12. Метод восхождения на холм в глубину
13. Метод восхождения на холм в ширину
14. Метод восхождения на холм в ширину с использованием кодов Грея
15. Комбинированный метод множественного запуска
16. Метод ближайшего города
17. Метод Ближайшего соседа
18. Жадный метод
19. Жадный метод на основании принципа Данцига
20. Эволюционно-генетический алгоритм

Задание :

3. Решите задачу о ранце при помощи ЭГА
4. Решите задачу коммивояжера при помощи ЭГА

5.3. Форма экзаменационного билета

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского

Институт/факультет ИИТММ Кафедра ИАНИ

Дисциплина: Эволюционно-генетические алгоритмы

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Сведение задачи оптимизации к задаче поиска.
2. Стратегии формирования следующего поколения.

Зав. кафедрой _____ Прилуцкий М.Х

Экзаменатор _____ Неймарк Е.А.

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

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

2. 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 (модуля)

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

Помещения для самостоятельной 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

07.12.2022 протокол №4