

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ М.В. Коломина

«8» сентября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ПМИ

_____ М.В. Коломина

«8» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Эволюционные вычисления»

Составитель

Буздалов М.В., к.т.н., доцент, ИТМО

Направление подготовки /
специальность

**01.03.02 Прикладная математика и
информатика**

Направленность (профиль) ОПОП

**Программирование и искусственный
интеллект**

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приёма

2023

Курс

3

Семестр(ы)

6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины «Эволюционные вычисления» ознакомление студентов с методами прикладного эволюционного моделирования, представляющих собой схемы оптимизации, основанные на концепциях естественного отбора и генетики.

1.2. Задачи:

- формирование представлений о современном состоянии и перспективах развития новых направлений, методов и технологий эволюционной оптимизации;
- формирование представлений о методах функционального, автоматного и эволюционного программирования;
- формирование практических навыков анализа новых направлений и применения эффективных методов и технологий в области эволюционной оптимизации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Эволюционные вычисления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (элективным дисциплинам) и осваивается в 6 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- Линейная алгебра
- Теория вероятностей
- Математическая статистика
- Дискретная математика
- Методы оптимизации
- Алгоритмы и структуры данных
- Технологии программирования

Знания: математических основ, связанных с векторами, матрицами, теории вероятностей и статистики, методов оптимизации, теории графов; основы алгоритмов и структур данных.

Умения: решать типовые математические задачи, составлять алгоритмы, программировать на C++, моделировать задачи оптимизации.

Навыки: анализировать сложные системы, проводить эксперименты и интерпретировать результаты, критического мышления.

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Автоматическое машинное обучение
- Технологии обучения глубоких сетей
- Современные вопросы искусственного интеллекта
- Продвинутое машинное обучение

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

б) профессиональных (ПК).

- ПК-4. Способен реализовывать программные средства.
- ПК-8. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

- ПК-14. Способность определять эффективный способ решения прикладных задач с применением информационных технологий и программной инженерии, разрабатывать и внедрять соответствующие программные решения
- ПК-19. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-4.1. Способен анализировать качество кода. ПК-4.2. Способен проводить испытания программного средства и его компонентов ПК-4.3. Интеграция и внедрение разработанного программного обеспечения	инструменты для работы с программными требованиями	работать с интеграционными тестами	навыками написания интеграционных тестов
ПК-8.1. Владение методами интегрального и дифференциального исчисления одной и нескольких переменных ПК-8.2. Владение методами теории линейных пространств и операторов ПК-8.3. Владение методами функционального анализа для решения сложных задач информатики	современное состояние и перспективы развития новых направлений, методов и технологий эволюционной оптимизации	проводить анализ новых направлений, методов и технологий в области эволюционной оптимизации и определять наиболее перспективные для различных областей применения	навыками анализа новых направлений, методов и технологий в области эволюционной оптимизации и определения наиболее перспективных для различных областей применения
ПК-14.1. Способность проектировать и реализовывать программные решения с применением методов функционального, автоматного и эволюционного программирования	Методы функционального, автоматного и эволюционного программирования	применять данные методы	определения эффективных способов решения прикладных задач с применением информационных технологий и программной инженерии, разработки и внедрения соответствующих программных решений
ПК-19.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи ПК-19.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач ПК-19.3. Создает, поддерживает и использует системы искусственного интеллекта, включающие разработанные модели и методы, с применением выбранных инструментов машинного обучения	возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения	проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения	владения инструментальными средствами и системами программирования в области создания моделей и методов машинного обучения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, в том числе 72 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 36 часов - лекции, 36 часов - лабораторные работы) и 72 часа - на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	Основные понятия автоматного программирования	6	12		11		24	Лабораторная работа №1, 2, 3
2	Верификация и генерация автоматных программ	6	12		13		24	Лабораторная работа №4, 5, 6
3	Генетические алгоритмы	6	12		12		24	Лабораторная работа №7, 8, 9
ИТОГО			36		36		72	Диф. зачет

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции				Общее количество компетенций
		ПК-4	ПК-8	ПК-14	ПК-19	
Основные понятия автоматного программирования	48	+	+	+	+	4
Верификация и генерация автоматных программ	48	+	+	+	+	4
Генетические алгоритмы	48	+	+	+	+	4
Итого	144					

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

1. Основные понятия автоматного программирования

Состояния. ООП. Проектная документация. Инструменты. Рефакторинг автоматных программ. Контракты. Эволюционные стратегии. Функция приспособленности. Инструментальное средство UniMod. Виртуальная лаборатория по рефакторингу автоматных программ. Применение контрактов в автоматных программах.

2. Верификация и генерация автоматных программ

Построение управляющих конечных автоматов с помощью генетических алгоритмов. Построение управляющих конечных автоматов на основе эволюционной стратегии

3. Генетические алгоритмы.

Тесты. Верификация. Модели Крипке. Козволюция. Представление данных для генетического алгоритма. Фитнесс-функция. Генетическое программирование

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Основной формой реализации теоретического обучения является лекция, которая представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем

лектором учебного материала теоретического характера. Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Порядок подготовки лекционного занятия включает в себя выполнение следующих этапов:

- изучение требований программы дисциплины;
- определение целей и задач лекции;
- разработка плана проведения лекции;
- подбор литературы (ознакомление с методической литературой, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия);
- отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала;
- определение методов, приемов и средств поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов;
- написание конспекта лекции.

Лекция должна включать следующие разделы:

- формулировку темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
- изложение вводной части;
- изложение основной части лекции;
- краткие выводы по каждому из вопросов;
- заключение;
- рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Лабораторные занятия

Лабораторное занятие – целенаправленная форма организации педагогического процесса, направленная на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи.

Правильно организованные лабораторные занятия ориентированы на решение следующих задач:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине (предмету);
- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для лабораторного занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством учащихся.

Лабораторные занятия должны так быть организованы, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, поисками правильных и точных решений.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, которую студент совершает в установленное время и в установленном объеме индивидуально или в группе, без непосредственной помощи преподавателя (но при его контроле), руководствуясь сформированными ранее представлениями о порядке и правильности выполнения действий.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию (выполнение самостоятельных работ; выполнение контрольных и практических работ; решение задач);
- внеаудиторная – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия (подготовка к аудиторным занятиям; изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку; выполнение домашних заданий разнообразного характера; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы; подготовка к контрольной работе). Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Лекция

- Лекция – основной вид обучения в вузе.
- В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.
- Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции (а также теорию по изучаемой теме в школьных учебниках геометрии, если эта тема была представлена в них), а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).

Лабораторное занятие

- Лабораторное занятие – наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.
- К каждому лабораторному занятию нужно готовиться. Подготовку следует начинать с повторения теории (по записям лекций или по учебному пособию). После этого нужно решать задачи из предложенного домашнего задания.

Организация самостоятельной работы

Самостоятельность в учебной работе способствует развитию заинтересованности студента в изучаемом материале, вырабатывает у него умение и потребность самостоятельно получать знания, что весьма важно для специалиста с высшим образованием. Самостоятельная работа студентов представлена в следующих формах:

- работа с учебной литературой и конспектом лекций с целью подготовки к лабораторным занятиям, составление конспектов тем, выносимых на самостоятельную проработку;
- систематическое выполнение домашних работ.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Раздел 1	Основные понятия автоматного программирования	23	Изучение теоретического материала. Просмотр лекций. Подготовка к лабораторным работам.
Раздел 2	Верификация и генерация автоматных программ	25	Изучение теоретического материала. Просмотр лекций. Подготовка к лабораторным работам.
Раздел 3	Генетические алгоритмы	24	Изучение теоретического материала. Просмотр лекций. Подготовка к лабораторным работам.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Эволюционные вычисления» могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line или off-line в формах.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Основные понятия автоматного программирования	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>
Верификация и генерация автоматных программ	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>
Генетические алгоритмы	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

- система управления обучением LMS Moodle;
- использование возможностей Интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;
- использование возможностей электронной почты;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий, применение новых технологий для проведения занятий с использованием презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс).

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru
4. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Эволюционные вычисления» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия автоматного программирования	ПК-4, ПК-8, ПК-14, ПК-19	лабораторная работа
2	Верификация и генерация автоматных программ	ПК-4, ПК-8, ПК-14, ПК-19	лабораторная работа
3	Генетические алгоритмы	ПК-4, ПК-8, ПК-14, ПК-19	лабораторная работа

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«хорошо»	заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Описание технологии проведения лабораторных работ:

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, часов
1	1	Инструментальное средство UniMod.	3
2	1	Виртуальная лаборатория по рефакторингу автоматных программ.	3
3	1	Применение контрактов в автоматных программах.	2
4	2	Построение управляющих конечных автоматов с помощью генетических алгоритмов	1
5	2	Построение управляющих конечных автоматов с помощью генетических алгоритмов - 2.	1
6	2	Построение управляющих конечных автоматов на основе эволюционной стратегии	1
7	3	Представление данных для генетического алгоритма	1
8	3	Фитнесс-функция	1
9	3	Генетическое программирование	1

Примеры заданий к лабораторной работе «Инструментальное средство UniMod»

1. Выполнение заданий в инструментальном средстве UniMod

Примеры заданий к лабораторной работе «Виртуальная лаборатория по рефакторингу автоматных программ.»

1. Выполнение заданий в виртуальной лаборатории по рефакторингу автоматных программ

Примеры заданий к лабораторной работе «Применение контрактов в автоматных программах.»

1. Выполнение заданий по применению контрактов в автоматных программах

Примеры заданий к лабораторной работе «Построение управляющих конечных автоматов с помощью генетических алгоритмов»

1. Выполнение заданий по построению автоматов при помощи генетических алгоритмов

Примеры заданий к лабораторной работе «Построение управляющих конечных автоматов с помощью генетических алгоритмов - 2.»

1. Выполнение заданий по построению автоматов при помощи генетических алгоритмов

Примеры заданий к лабораторной работе «Построение управляющих конечных автоматов на основе эволюционной стратегии - 1»

1. Выполнение заданий по построению автоматов при помощи эволюционной стратегии

Примеры заданий к лабораторной работе «Построение управляющих конечных автоматов на основе эволюционной стратегии - 2»

1. Студенты должны выполнить задание по построению управляющих конечных автоматов на основе эволюционной стратегии.

Примеры заданий к лабораторной работе «Представление данных для генетического алгоритма»

1. Студенты должны разработать схему кодирования данных для конкретной задачи

Примеры заданий к лабораторной работе «Фитнесс-функция»

1. Студенты должны реализовать процедуру подсчета по правилу функции Fitness

Примеры заданий к лабораторной работе «Генетическое программирование»

1. Придумать реальную задачу, которую можно решить генетическим программированием и решить ее

Вопросы, выносимые на дифференцированный зачет

1. Области применения автоматного подхода
2. Основные понятия
3. Парадигма автоматного программирования
4. Автоматные модели
5. Процедурное программирование с явным выделением состояний
6. Объектно-ориентированное программирование с явным выделением состояний
7. Автоматы и алгоритмы дискретной математики
8. Проверка правильности автоматных программ
9. Автоматы и параллельные вычисления
10. Автоматы и генетическое программирование

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ПК-4. Способен реализовывать программные средства.</i>				
1.	Задание закрытого типа	<i>Выберите верные ответы.</i> Какие стратегии создания исходной популяции наиболее популярны при использовании ГА? а. стратегия "дробовика" б. стратегия фокусировки в. стратегия «одеяла» г. комбинация стратегий «дробовика» и фокусировки д. комбинация стратегий «одеяла» и фокусировки	а, б, г	1-3
2.		<i>Выберите верные ответы.</i> Каким образом возможно отбор родителей методом рулетки преобразовать в чисто случайный отбор? а. выполнить подходящее масштабирование значений целевой	а, б, в	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		функции б. добавлять большую константу к каждому значению целевой функции в. разбить всю площадь круга рулетки на равные по площади сектора г. вычитать из каждого значения целевой функции ее максимальное значение		
3.		<i>Выберите верные ответы.</i> Влияет ли величина значения фитнес-функции особи в процессе эволюции на результат поиска оптимального решения? а. величина значения фитнес-функции никак не влияет на результат поиска оптимального решения с использованием ГА. б. это зависит от метода отбора потомков: если, например, производится элитарный отбор, то особи с большими значениями фитнес-функции быстро "вытесняют" из популяции остальные особи, что может привести к преждевременной сходимости ГА. в. особи с очень маленькими значениями фитнес-функции очень быстро исключаются из популяции, что приводит к преждевременной сходимости ГА. г. если в начальной популяции значения фитнес-функций для особей незначительно отличаются друг от друга, то это гарантирует получение оптимального решения.	б, в	1-3
4.		<i>Выберите верный ответ.</i> Чему равны вероятности отбора первых пяти особей при линейном ранжировании родителей с точностью до четырех знаков? Исходные данные: мощность популяции равна 100, выбранный случайным образом параметр отбора $\alpha = 1,5$.	б	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		а. $P_s(a_1) = 0,0150$; $P_s(a_2) = 0,0151$, $P_s(a_3) = 0,0152$; $P_s(a_4) = 0,0153$; $P_s(a_5) = 0,0154$ б. $P_s(a_1) = 0,0150$; $P_s(a_2) = 0,0149$, $P_s(a_3) = 0,0148$; $P_s(a_4) = 0,0147$; $P_s(a_5) = 0,0146$ в. $P_s(a_1) = 0,1500$; $P_s(a_2) = 0,1510$, $P_s(a_3) = 0,1520$; $P_s(a_4) = 0,1530$; $P_s(a_5) = 0,1540$		
5.		<i>Выберите верные ответы.</i> Какие методы используются для выбора пар особей с целью их скрещивания? а. панмиксия, селективный выбор б. инбридинг, аутбридинг (генотипный и фенотипный). в. случайный выбор из особей, значения фитнес-функций которых как минимум вдвое выше среднего значения по популяции. г. комбинация инбридинга и аутбридинга.	а, б, г	1-3
6.	Задание открытого типа	Поясните содержательно существо метода отбора родителей на основе усечения.	Сначала отбираемые особи упорядочиваются согласно их значениям фитнес-функции. Далее из них выбирается "лучшая" часть и, наконец, среди них случайным образом выбираются пары родителей. При этом используется параметр – порог отсечения T , показывающий долю (часть популяции), которая отбирается в качестве родителей. Обычно $10\% \leq T \leq 50\%$.	5-8
7.		В чем состоит существо селективного выбора?	Этот метод предполагает участие в выборе особей лишь с "хорошими" (выше среднего по популяции) значениями фитнес-функции.	3-5
8.		Чем отличается инбридинг от аутбридинга?	В инбридинге первый член пары выбирается случайно, а вторым является максимально близкая к нему особь. В аутбридинге пары формируются из максимально далеких особей	3-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
9.		Перечислите известные вам методы редукции, применяемые для сокращения промежуточной популяции и кратко охарактеризуйте их.	(1) Чистая замена, элитарная схема. (2) Равномерная случайная замена, пропорциональная редукция. (3) Селекционная схема, локальная замена.	3-5
10.		Какие методы применяются для поиска экстремумов для мульти-модальных функций?	(1) Многократный запуск ГА на различных подмножествах пространства поиска решений, реализуемый либо параллельным способом, либо индуктивным. (2) Разбиение популяции на несколько частей с выполнением соответствующей модификации фитнес-функции.	5-8
11.	Задание комбинированного типа	Верно ли утверждение: Панмиксия – это эквивалент случайного выбора пары из элитарного подмножества популяции. Ответ обоснуйте.	Утверждение неверно, поскольку панмиксия –это случайный выбор особей из популяции для объединения в пару.	1-3
ПК-8. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат				
12.	Задание закрытого типа	<i>Выберите верный ответ.</i> Для особей $P1 = 110101100101$ и $P2 = 101010110010$ построить два потомка П1 и П2 с использованием многоточечного оператора кроссинговера. Применить двухточечный ОК, точки скрещивания 3 и 6. а. П1=110010100101, П2=101101110010. б. П1=110010101100, П2=101101110010. в. П1=110011101101, П2=101101110011. г. П1=110010101100, П2=101101110110.	а	3-5
13.		<i>Выберите верный ответ.</i> Для особей $P1 = 110101100101$ и $P2 = 101010110010$ построить два потомка П1 и П2 с использованием многоточечного оператора кроссинговера. Применить двухточечный ОК,	в	3-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		точки скрещивания 1, 3, 6 и 10. а. $\Pi_1=110010100101$, $\Pi_2=101101110010$. б. $\Pi_1=110010101100$, $\Pi_2=101101110010$. в. $\Pi_1=110011101101$, $\Pi_2=101101110011$. г. $\Pi_1=110010101100$, $\Pi_2=101101110110$.		
14.		<i>Выберите верный ответ.</i> Пусть задана маска $M=(0110011010)$, два родителя $P_1=1101101011$ и $P_2=0101010100$. Требуется найти потомка этих родителей с использованием оператора однородного кроссинговера. а. $P=0100101010$ б. $P=0101101110$ в. $P=0101001110$ г. $P=0100101010$	в	3-5
15.		<i>Выберите верный ответ.</i> Пусть заданы маски $M_1=(2,1,2,1)$ и $M_2=(1,2,1,2)$, два родителя $P_1=(27,193,25,14)$ и $P_2=(16,7,9,8)$. Требуется найти двух потомков Π_1 и Π_2 с использованием оператора дискретного скрещивания. а. $\Pi_1=(16,25,9,14)$, $\Pi_2=(27,193,25,8)$. б. $\Pi_1=(16,193,9,14)$, $\Pi_2=(27,7,25,8)$. в. $\Pi_1=(16,193,9,14)$, $\Pi_2=(27,7,25,9)$. г. $\Pi_1=(16,25,9,14)$, $\Pi_2=(27,7,25,8)$.	б	3-5
16.		<i>Выберите верный ответ.</i> Пусть заданы родителя $P_1=(27,193,25,14)$ и $P_2=(16,7,9,8)$. Пусть случайным образом выбраны следующие масштабные	г	3-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		множители $a_1 = 0,5$ для и $a_2 = 0,4$ соответственно для получения двух потомков О1 и О2. Требуется построить этих потомков с использованием оператора обычной промежуточной рекомбинации. а. П1=(21,5;44,2;23,4;17,48), П2=(22,6;23,48;17;10,4). б. П1=(21,5;62,8,2;23,4;9,8), П2=(22,6;10,35;17;10,4). в. П1=(21,5;44,2;23,4;10,4), П2=(22,6;62,8;17;10,4). г. П1=(21,5;44,2;23,4;9,8), П2=(22,6;62,8;17;10,4).		
17.	Задание открытого типа	Что представляет собой ниша в ГА?	Ниша – это совокупность особей популяции, концентрирующихся вокруг некоторой точки экстремума мультимодальной функции. Основная идея при поиске такой точки экстремума состоит в уменьшении значений фитнес-функции пропорционально числу особей в этой области.	5-8
18.		В чем отличие эволюции по Ламарку от эволюции по Дарвину?	По Ламарку в процессе эволюции окружающая среда оказывает прямое влияние на наследуемые признаки. Причем соответствующие изменения далее способны передаваться по наследству, что не предусматривает теория эволюции по Дарвину. По теории эволюции Ламарка после соответствующего преобразования особи с учетом влияния окружающей среды она помещается назад в текущую популяцию и имеет шанс на этапе отбора и кроссинговера передать информацию потомкам. По Дарвину окружающая среда не влияет на наследуемые признаки.	5-8
19.		В чем состоит адаптация ГА?	Адаптация ГА состоит в адаптации к решаемой проблеме и в адаптации к процессу эволю-	5-8

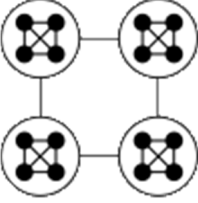
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			ции. Адаптация ГА состоит в адаптации мощности популяции и вероятностей операторов кроссинговера и мутации.	
20.		Какие преимущества имеют параллельные ГА по сравнению с последовательными? Назовите не менее трех.	Поиск альтернативных решений одной и той же проблемы. Поиск решения из различных точек в пространстве решений. Хорошая совместимость с другими эволюционными и классическими процедурами поиска.	3-5
21.		Какие задачи выполняет процессор-хозяин в модели "рабочий-хозяин"? Назовите не менее трех.	Выполняет все вход-выходные операции с пользователем и файловой системой, читает задание и записывает результаты. Распределяет задания каждому рабочему процессору. Организует управление процессом поиска решения.	3-5
22.	Задание комбинированного типа	Верно ли утверждение: Методом редукции, применяемые для сокращения промежуточной популяции, является фильтрация популяции по среднему значению целевой функции популяции. Ответ обоснуйте.	Утверждение неверно, поскольку для сокращения промежуточной популяции применяются: чистая замена, элитарная схема; равномерная случайная замена, пропорциональная редукция; селекционная схема, локальная замена.	
<i>ПК-14. Способность определять эффективный способ решения прикладных задач с применением информационных технологий и программной инженерии, разрабатывать и внедрять соответствующие программные решения</i>				
23.	Задание закрытого типа	<i>Выберите верный ответ.</i> Каков диапазон изменения вероятности P_m , с которой обычно выполняется классический оператор мутации? а. $0,01 \leq P_m \leq 0,10$ б. $0,001 \leq P_m \leq 0,010$ в. $0,05 \leq P_m \leq 0,020$ г. $0,01 \leq P_m \leq 0,050$	б	1-3
24.		<i>Выберите верный ответ.</i> Что будет являться результатом выполнения оператора инверсии над хромосомой $P = 1011100101$, если в ней случайным образом	а	3-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		были выбраны позиции 4 и 7? а. 1010101101 б. 1010101011 в. 1010111001 г. 1010101010		
25.		<i>Выберите верный ответ.</i> Что будет являться результатом выполнения оператора мутации над вещественным числом $V=101,75$ с заданным шагом мутации $\Delta = 0,03$? а. 101,7650 б. 101,7515 в. 101,7510 г. 101,7610	б	3-5
26.		<i>Выберите верные ответы.</i> Что способствовало развитию параллельных ГА? а. случайный поиск ГА. б. внутренний параллелизм. г. направленный поиск ГА. д. возможность распределенных вычислений. е. концепция мутации.	б, г	1-3
27.		<i>Выберите верные ответы.</i> Что лежит в основе распараллеливания ГА? а. использование различных операторов кроссинговера. б. разбиение популяции на подмножества. в. использование различных операторов мутации. г. структуризация потенциальных решений. д. концепция направленного поиска.	б, г	1-3
28.	Задание открытого типа	На чем основаны клеточные ГА?	Пространственно распределенной популяции. Эволюционным взаимодействиям с ближайшими соседними особями.	3-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			Регулярной структуре особей в узлах решетки.	
29.		Дайте определение термину Панмиксия.	Панмиксия –это случайный выбор особей из популяции для объединения в пару.	3-5
30.		Дайте описание эволюции по Ламарку.	По Ламарку в процессе эволюции окружающая среда оказывает прямое влияние на наследуемые признаки. При этом соответствующие изменения далее способны передаваться по наследству, что не предусматривает теория эволюции по Дарвину. По теории эволюции Ламарка после соответствующего преобразования особи с учетом влияния окружающей среды она помещается назад в текущую популяцию и имеет шанс на этапе отбора и кроссинговера передать информацию потомкам. По Дарвину окружающая среда не влияет на наследуемые признаки.	3-5
31.		Дайте описание модели Крипке.	Модель Крипке (англ. Kripke structure) — это один из вариантов недетерминированного конечного автомата, который был предложен Солом Крипке. Этот вид НКА применяется при проверке моделей для представления поведения системы. Модель Крипке является простой абстрактной машиной, позволяющей описать идеи вычислительной машины без добавления особых сложностей. Модель представляется ориентированным графом, вершины которого описывают достижимые состояния системы, а ребра — переходы из состояния в состояние. Функция пометок сопоставляет каждой вершине множество свойств, которые выполняются в соответствующем состоянии.	8-10
32.		Дайте определение понятию коэволюция.	Коэволюция — совместная эволюция биологических ви-	8-10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			дов, взаимодействующих в экосистеме. Изменения, затрагивающие какие-либо признаки особей одного вида, приводят к изменениям у другого или других видов. Понятие «коэволюция», впервые было применено экологами Паулем Эрлихом и Питером Рейвеном в 1964 году для описания координированного развития различных видов в составе одной экосистемы. В качестве примера коэволюции приводилось описание взаимосвязи растения и гусеницы. Растение, защищаясь от поедания, производит ядовитые для гусениц вещества. В то же время определённые виды гусениц, в частности гусеницы бабочки монарха, вследствие эволюции приобрели нечувствительность к растительным ядам. Более того, они накапливают эти яды в своем теле и сами становятся несъедобными для птиц.	
33.	Задание комбинированного типа	Верно ли утверждение: рабочий процессор в модели "рабочий-хозяин" организует управление процессом поиска решения. Ответ обоснуйте.	Утверждение неверно, поскольку рабочий процессор в модели "рабочий-хозяин": 1. вычисляет значение функции потенциального решения. 2. принимает задание от центрального процессора. 3. посылает результаты выполненного задания «хозяину».	3-5
ПК-19. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения				
34.	Задание закрытого типа	<i>Выберите верные ответы.</i> Какие основные виды параллельных ГА разработаны? а. простой ГА. б. "рабочий-хозяин". в. распределенный ГА. г. дифференциальный ГА. д. клеточный ГА. е. интегральный ГА.	б, в, д, ж	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		ж. коэволюционный ГА.		
35.		<i>Выберите верный ответ.</i> Какие преимущества имеет параллельный ГА, реализованный по модели "рабочий-хозяин"? а. повышение качества решения. б. ускорение процесса поиска решения. в. уменьшение затрат оперативной памяти. г. уменьшение "накладных расходов" в вычислительном процессе.	б	1-3
36.		<i>Выберите верные ответы.</i> Какие преимущества имеет параллельный ГА, реализованный по "модели островов"? а. повышение качества решения. б. ускорение процесса поиска решения. в. уменьшение затрат оперативной памяти. г. уменьшение "накладных расходов" в вычислительном процессе.	а, б	1-3
37.		<i>Выберите верные ответы.</i> Какие типовые схемы обмена между "островами" используются в распределенных ГА. а. кольцо. б. ромб. в. каждый с каждым. г. пирамида. д. дерево. е. гиперкуб.	а, в, д, е	1-3
38.		<i>Выберите верный ответ.</i> Какой двухуровневый гибридный алгоритм представлен на рисунке?	а	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		 а. "Модель островов"-модель островов. б. клеточный-"Рабочий хозяин". в. "Рабочий хозяин"- "Модель островов». г. "Рабочий -хозяин"- "Клеточный".		
39.	Задание открытого типа	Опишите коэволюцию в системе «хищник-жертва».	Наиболее частым примером коэволюции является взаимодействие в системе «хищник-жертва». Адаптации, вырабатываемые жертвами для противодействия хищникам, способствуют выработке у хищников механизмов преодоления этих приспособлений, получается своеобразная «гонка вооружений». Например, если жертва хорошо прячется, хищнику нужно научиться её искать и передать это умение потомкам. Если хищник хорошо отыскивает, жертве нужно прятаться ещё лучше или придумывать другие способы защиты и т. д. Длительное совместное существование хищников и жертв приводит к формированию системы взаимодействия, при которой обе группы устойчиво сохраняются на изучаемой территории. Подобные механизмы коэволюции наблюдаются между фитофагами и поедаемыми ими растениями. Нарушение такой системы часто приводит к отрицательным экологическим последствиям	8-10
40.		Опишите коэволюцию в системе «фитофаг-растение».	Фитофаги и их кормовые растения эволюционируют совместно (коэволюционируют): растения приобретают признаки устойчивости к поедателям (например, ядовитость разной	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			степени или колючесть), а фитофаги противостоят этому	
41.		Опишите коэволюцию в системе «паразит-хозяин».	Считается, что эволюция паразитов направлена на уменьшение летальности своих хозяев от заражения, настоящим паразитам выгодно долго эксплуатировать хозяев, а не убивать их. На начальном этапе коэволюции паразитов и хозяев происходит «гонка вооружений». Форма «паразитирования на убой» свойственна некоторым паразитоидам (например, наездникам)	5-8
42.		Опишите коэволюцию при межвидовой конкуренции.	В общем случае, если речь идёт о конкуренции видов за определённый ресурс, становление биоценозов связано с расхождением их экологических ниш и уменьшением уровня межвидовой конкуренции	3-5
43.		Опишите коэволюцию при мутуализме.	Примером коэволюции является взаимодействие организмов при мутуализме. В этом случае эффективность взаимодействия организмов важна для выживания особей обоих видов. Одним из ярких случаев коэволюции видов при мутуализме является совместная эволюция некоторых цветковых растений и их опылителей при зоофилии. Цветок зоофильных моноспециализированных растений устроен таким образом, что нектар из него может достать только один определённый вид, а у многих колибри наблюдается даже специализация полов на разные виды растений (по длине клюва).	5-8
44.	Задание комбинированного типа	Верно ли утверждение: Клеточные ГА зависят только от топологии сетей. Ответ обоснуйте.	Утверждение неверно, поскольку кроме топологии сетей клеточные ГА зависят от размерности структуры, типа окрестности и вида отбора особей.	3-5

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	<i>Лабораторные работы</i>	9/10	90	
Всего			90	-
Блок бонусов				
2.	<i>Посещение занятий</i>		5	
3.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>		5	
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Hopcroft J. E., Motwani R., Ullman J. D. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (3rd Edition). — Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2006. — 750 с.
2. Шень А. Программирование: теоремы и задачи. — М.: МЦНМО, 2014. — 296 с.
3. Шень А., Верещагин Н. Языки и исчисления. — М.: МЦНМО, 2012. — 240 с.
4. Верещагин, Н. К. Колмогоровская сложность и алгоритмическая случайность [Электронный ресурс] / Н. К. Верещагин, В. А. Успенский, А. Шень. — Электрон. дан. — СПб: Лань, 2013. — 575 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56395> — Загл. с экрана.

8.2. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся:

1. Кривцова, И. Е. Основы дискретной математики. Часть 1. Учебное пособие [Электронный ресурс] / И. Е. Кривцова, И. С. Лебедев, А. В. Настека. — Электрон. дан. — СПб: ИТМО, 2016. — 92 с. — Режим доступа: http://books.ifmo.ru/book/1869/osnovy_diskretnoy_matematiki_chast_1_uchebnoe_posobie.htm — Загл. с экрана.
2. Теофили, Т. Глубокое обучение для поисковых систем : руководство / Т. Теофили ; перевод с английского Д. А. Беликова. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 318 с. — ISBN 978-5-97060-776-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140574>
3. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые увлекают знания из данных : учебное пособие / Флах П. - Москва : ДМК Пресс, 2015. - 400 с. -

ISBN 978-5-97060-273-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html>

4. 1. Джонс, М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Т. Джонс, А. И. Осипов ; М. Т. Джонс; перевод А. И. Осипов. - Саратов : Профобразование, 2019. - 312 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/89866.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 978-5-4488-0116-7. / .— ISBN 0_150732

8.3. Дополнительная литература

Вики-конспекты. — http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Заглавная_страница

8.4. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>
2. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС): <http://mars.arbicon.ru>
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения **лекционных занятий**:

1. Используется аудитория, оборудованная необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
2. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
 - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
3. Электронная доска должна быть подключена к сети Интернет.

Для проведения **лабораторных занятий**:

1. Лабораторные занятия проводятся с группами или подгруппами не более 15 человек.
2. Аудитория должна быть оснащена необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
4. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
 - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
5. В аудитории должно быть не менее 15 компьютеров, находящихся в исправном состоянии.
6. Расположение компьютеров в аудитории должно позволять преподавателю подойти к рабочему месту студента.
7. Компьютеры должны быть соединены локальной сетью со скоростью не менее 1 Гбит/с и подключены к сети Интернет.
8. Компьютеры должны обладать минимальными характеристиками:
 - Объем оперативной памяти 16 Гб
 - Накопитель SDD 500 Гб
 - Процессор 12th Gen Intel(R) Core(TM) i3-12100
 - Видеоадаптер Intel(R) UHD Graphics 730

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление

обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).