

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
цифровых технологий



/ Кургалин С.Д.

22.04.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 БИОНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ

- 1. Код и наименование направления подготовки:**
02.04.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки:**
компьютерное моделирование и искусственный интеллект
- 3. Квалификация выпускника:**
магистр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**
кафедра цифровых технологий
- 6. Составители программы:**
Семенов Михаил Евгеньевич, д.ф.-м.н., профессор
- 7. Рекомендована:**
НМС ФКН (протокол № 5 от 05.03.2024)
- 8. Учебный год:** 2025-2026 **Семестр:** 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины является овладение студентами аппаратом неклассической оптимизации средствами и методами, формализованными на основе поведения биологических объектов.

Задачами дисциплины являются: изучение основных методов и инструментов бионической оптимизации и их применение к решению прикладных задач физики, техники, информатики и других естественнонаучных областей, изучение принципов компьютерного моделирования поискового поведения биологических объектов и их применение к решению задач оптимизации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	ПК-1.1	Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Знает постановки неклассических задач оптимизации и оптимального управления; методы формализации решения неклассических оптимизационных задач;
		ПК-1.2	Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Умеет применять бионические методы оптимизации для решения неклассических задач в условиях негладкости, многозначности оптимизируемых функций
		ПК-1.3	Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Владеет навыками самостоятельного выбора методов оптимизации для решения различных прикладных естественнонаучных задач; навыками анализа и интерпретации результатов решения задач
ПК-8	Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования	ПК-8.1	Знает основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития (эволюции).	Знает инструментальные средства для реализации эволюционных алгоритмов оптимизации.
		ПК-8.2	Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения,	Умеет использовать методы проектирования бионических алгоритмов.

	я и компьютерной техники		структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта.	
		ПК-8.3	Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий.	Владеет навыками использования программных средств для реализации бионических алгоритмов.
ПК-9	Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-9.1	Владеет современными методами разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Знает методы реализации эволюционных алгоритмов.
		ПК-9.2	Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Умеет разрабатывать и модифицировать алгоритмы эволюционного типа на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.
		ПК-9.3	Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Владеет навыками разработки алгоритмов эволюционной оптимизации на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3/108.

Форма промежуточной аттестации: зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			3 семестр
Аудиторные занятия		56	56
в том числе:	лекции	28	28
	практические	28	28
	лабораторные		
Самостоятельная работа		52	52
Форма промежуточной аттестации (зачет -36 часов)			
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Методы оптимизации, основанные на бионических принципах	Введение. Задачи оптимизации в биологических системах. Формализация задач бионической оптимизации. Алгоритм «ручейника». Моделирование поисковых алгоритмов	

		аниматов.	
1.2	Алгоритмы муравьиных колоний	Модели поискового поведения муравьев. Формализация оптимизационных задач поискового поведения муравьев. Приложения алгоритма муравьиных колоний: задача коммивояжера. Метод муравьиных колоний в задачах оптимизации систем авионики.	
1.3	Метаэвристические алгоритмы оптимизации	Искусственные иммунные системы. Алгоритм пчелиного роя. Алгоритм гравитационного поиска. Клеточные автоматы и алгоритмы поискового поведения. Задачи оптимального управления с многозначными нелинейностями: приложения бионических алгоритмов. Оптимальная стабилизация неустойчивых систем на основе алгоритма ручейника.	
2. Практические занятия			
1.1	Методы оптимизации, основанные на бионических принципах	Введение. Задачи оптимизации в биологических системах. Формализация задач бионической оптимизации. Алгоритм «ручейника». Моделирование поисковых алгоритмов аниматов.	
1.2	Алгоритмы муравьиных колоний	Модели поискового поведения муравьев. Формализация оптимизационных задач поискового поведения муравьев. Приложения алгоритма муравьиных колоний: задача коммивояжера. Метод муравьиных колоний в задачах оптимизации систем авионики.	
1.3	Метаэвристические алгоритмы оптимизации	Искусственные иммунные системы. Алгоритм пчелиного роя. Алгоритм гравитационного поиска. Клеточные автоматы и алгоритмы поискового поведения. Задачи оптимального управления с многозначными нелинейностями: приложения бионических алгоритмов. Оптимальная стабилизация неустойчивых систем на основе алгоритма ручейника.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Практические /Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Методы оптимизации, основанные на бионических принципах	8	8	16	32
2	Алгоритмы муравьиных колоний	8	8	16	32
3	Метаэвристические алгоритмы оптимизации	12	12	20	44
	Итого:	28	28	52	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины.

Лекционные занятия формируют базу для практических занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, конспектов практических занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Больше количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы. Обязательным элементом самостоятельной работы является выполнение домашнего задания.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения требуется выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

В рамках дисциплины предусмотрено проведение трёх текущих аттестаций за семестр. Результаты текущей успеваемости учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в соответствии с положением П ВГУ 2.1.04.16–2019 «Положение о текущей и промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся на факультете компьютерных наук Воронежского государственного университета с использованием балльно-рейтинговой системы».

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации. Для лиц с нарушением слуха при необходимости допускается присутствие на лекциях и практических занятиях ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки на зачете может быть увеличено. Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекциях и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата при

необходимости допускается присутствие ассистента на лекциях и практических занятиях. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№п /п	Источник
1	Колбин, В. В. Специальные методы оптимизации : учебное пособие / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1536-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211448
2	Филимонов, А. Б. Методы оптимизации : учебное пособие / А. Б. Филимонов, Н. Б. Филимонов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 90 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/218639

б) дополнительная литература:

№п /п	Источник
1	Крутиков, В. Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В. Н. Крутиков, В. В. Мишечкин. — 2-е изд., доп и перераб. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 106 с. — ISBN 978-5-8353-2437-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135233
2	Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-1217-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212441

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№п /п	Ресурс
1	ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/
4	Электронно-библиотечная система "Консультант студента": http://www.studmedlib.ru
5	Электронный университет ВГУ: https://edu.vsu.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№п/ п	Источник
1	Известия РАН. Теория и системы управления, 2008. № 1. С. 85-93. БИОНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ПОИСКОВОГО ПОВЕДЕНИЯ* В. А. Непомнящих, Е. Е. Попов, В. Г. Редько https://qai.narod.ru/Workshop/Nepomnyashchikh_cai2010.pdf?ysclid=lnhyhql4i872343862

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение)

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных занятий: мультимедиа-проектор, экран для проектора, компьютер с выходом в сеть «Интернет». Специализированная мебель (столы

ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

Аудитория для практических занятий: специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Разделы 1-3	ПК-1 ПК-8 ПК-9	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3 ПК-9.1 ПК-9.2 ПК-9.3	письменный опрос
2	Разделы 1-3	ПК-1 ПК-8 ПК-9	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3 ПК-9.1 ПК-9.2 ПК-9.3	письменный опрос
3	Разделы 1-3	ПК-1 ПК-8 ПК-9	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3 ПК-9.1 ПК-9.2 ПК-9.3	письменный опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Список вопросов к зачету

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- письменный опрос.

20.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов к зачёту

1. Основные понятия бионической оптимизации, в чем ее принципиальное отличие от методов классической оптимизации.
2. Алгоритм «ручейника».
3. Описать алгоритм переключения между консервативной и стохастической тактиками поисковой адаптации.
4. Как параметры бионического алгоритма оптимизации влияют на скорость сходимости в условиях унимодальности оптимизируемой функции.
5. Сформулировать модель поискового поведения ручейника в кольцевом водоеме.
6. Бионический алгоритм в задачах оптимального управления
7. Базовые положения алгоритма муравьиных колоний.
8. Муравьиный алгоритм в задаче коммивояжера.
9. Муравьиный алгоритм в оптимизационных задачах авионики.
10. Алгоритмы оптимизации на основе искусственной иммунной сети.

11. Алгоритм гравитационного поиска.
12. Роевые алгоритмы оптимизации.
13. Алгоритмы оптимизации на основе клеточных автоматов. Бионическая интерпретация.
14. Бионические алгоритмы в задачах с негладкими нелинейностями.
15. Оптимальная стабилизация неустойчивых систем.
16. Оптимизация в задачах с многозначными нелинейностями.
17. Метод клеточных автоматов в игровых задачах.
18. Квазиоптимальные стратегии в кооперативных играх на основе бионических алгоритмов.
19. Локальная оптимизация в системах автоматического регулирования технологическими процессами.
20. Многокритериальная оптимизация на основе бионических алгоритмов.

Для оценивания результатов обучения на зачёте используются оценки: «зачтено» и «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Сформированные знания основных определений и понятий, рассмотренных в курсе. Изложение материала не содержит грубых ошибок. Сданы все задания, предусмотренные в текущей аттестации.	Пороговый уровень	Зачтено
Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных определений и понятий, рассмотренных в курсе. При изложении материала допускаются грубые ошибки. Задания, предусмотренные в текущей аттестации, выполнены не в полном объёме.	–	Не зачтено