

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 08.04.2026 16:43:51 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bf0867b6cb77a486b0a878818733737	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Методы классического и интеллектуального управления динамическими системами по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" (направленности (профиль) Математическое моделирование и искусственный интеллект ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	стр. 1
---	---	---	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Методы классического и интеллектуального управления динамическими системами

Направление подготовки (специальность)

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Математическое моделирование и искусственный интеллект

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является обучение магистрантов теоретическим знаниям и

практическим навыкам по теории управления нелинейными динамическими системами, а так же дополнительным разделам выпуклого анализа, теории многозначных функций, дифференциальных включений, используемых в различных прикладных разделах математических дисциплин. В рамках дисциплины дается обзор основных методов интеллектуального управления динамическими системами: на базе нечеткой логики, с помощью эволюционных алгоритмов, нейруправление.

Задачи дисциплины: овладение магистрантами основными понятиями и методами классической теории управления нелинейными динамическими системами; овладение магистрантами методами на базе искусственного интеллекта, которые используются для синтеза управления в динамических системах.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов соответствующих компетенций.

ПК-1

ПК-1.1. Разрабатывает и исследует математические модели прикладных задач, системно анализирует научные проблемы, участвует в их исследовании

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.11

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Нечеткие модели и их приложения в системах искусственного интеллекта

Современные нейросетевые технологии

Методы и технологии машинного обучения

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты

Знать:

Для достижения ПК-1.1.: методы классического управления динамическими системами

Уметь:

Для достижения ПК-1.1.: использовать различные подходы искусственного интеллекта и машинного обучения в интеллектуальном управлении динамическими системами

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:

3.1.1 Теорию и методы решения задач управления динамическими системами

3.2 Уметь:

3.2.1 Применять методы искусственного интеллекта и машинного обучения для решения задач управления динамическими системами

3.3 Владеть:

3.3.1 -



4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 24 самостоятельная работа : 47,8 : контактная работа: 24,2 ИКР: 0,2	Виды контроля в семестрах: зачеты 4

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Методы классического управления динамическими системами			
1.1	Нелинейная модель управляемой системы /Лек/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.2	Свойства интегральных воронок и множеств достижимости управляемых систем и дифференциальных включений /Пр/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.3	Применение множеств достижимости и интегральных воронок при решении задач оптимального управления /Пр/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.4	Задача Цермело об оптимальном быстром действии /Пр/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.5	Метрика Хаусдорфа: возможности ее применения в задачах динамики управляемых систем /Пр/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.6	Аппроксимация множеств достижимости управляемых систем на конечном промежутке времени /Лек/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.7	Пиксельный метод аппроксимации множеств достижимости и интегральных воронок дифференциальных включений /Лек/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.8	Приближенное вычислений множеств достижимости и интегральных воронок в примерах /Пр/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.9	Инвариантность и слабая инвариантность множеств: использование при конструировании решений задач управления /Пр/	4	2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
	Раздел 2. Методы интеллектуального управления динамическими системами			
2.1	Управление динамическими системами на базе нечеткой логики /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
2.2	Синтез управлений с помощью генетического алгоритма /Лек/	4	2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
2.3	Нейроуправление /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
	Раздел 3. Самостоятельная работа и зачет			



Рабочая программа дисциплины "Методы классического и интеллектуального управления динамическими системами" по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Математическое моделирование и искусственный интеллект ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 5

3.1	Подготовка к контрольным мероприятиям текущего контроля /Ср/	4	32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
3.2	Подготовка к зачету /Ср/	4	15,8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
3.3	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	4	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к зачету.
Домашнее задание.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Домашнее задание.

Вариант 1. Написать программу, которая реализует пиксельный алгоритм построения множества достижимости нелинейной управляемой системы.

Вариант 2. Написать программу, которая реализует нечеткий контроллер.

Вариант 3. Написать программу, в которой оптимальное управление ищется с помощью генетического алгоритма.

Вариант 4. Написать программу, в которой управление динамической системы осуществляется нейроконтроллером.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Нелинейная модель управляемой системы: основные определения, условия на правую часть уравнений движения, дифференциальное включение, множества достижимости и интегральные воронки управляемых систем и дифференциальных выключений.

2. Свойства интегральных воронок и множеств достижимости управляемых систем и дифференциальных включений: свойства, схема приближенных вычислений.

3. Применение множеств достижимости и интегральных воронок при решении задач оптимального управления: постановки задач.

4. Задача Цермело: постановка задачи, решение задачи для трех случаев.

5. Метрика Хаусдорфа: определение, свойства, постановки задач.

6. Аппроксимация множеств достижимости управляемых систем на конечном промежутке времени: описание аппроксимационных конструкций, общая схема оценки хаусдорфова расстояния между множествами достижимости и их аппроксимациями.

7. Пиксельный метод аппроксимации множеств достижимости и интегральных воронок дифференциального включения $x' \in F(t, x)$: алгоритм построения дискретных аппроксимаций, общая схема оценки хаусдорфова расстояния между множествами достижимости и их дискретными аппроксимациями.

8. Использование слабой инвариантности при конструировании решения задач управления: постановка задачи о сближении с целевым множеством, алгоритм построения управления, общая схема оценки расстояния между построенной траекторией и множествами разрешимости.

9. Управление динамическими системами на базе нечеткой логики: нечеткий регулятор, лингвистические переменные, нечеткая модель вывода Мамдани, пример.

10. Синтез управлений с помощью генетического алгоритма: постановка задачи управления дискретной системой, описание генетического алгоритма для решения задачи управления.

11. Нейроуправление: управление по принципу обратной связи, подражающее нейроуправление, обобщенное инверсное нейроуправление, специализированное инверсное нейроуправление.

6.4. Критерии оценивания

В течение учебного семестра студенты за каждый вид работы получают баллы. Кроме этого на зачете максимально можно получить 30 баллов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов, полученных за работу в семестре и за ответ на зачете. Затем полученная сумма баллов переводится в оценку. При этом допускается получение студентом автоматической оценки только по результатам работы в семестре.

Набранные баллы

Оценка



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.3	Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М.	Генетические алгоритмы: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=175565)	Москва : Издательская фирма "Физико- математическая литература" (ФИ ЗМАТЛИТ), 2010	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Ухоботов В. И.	Метод одномерного проектирования в линейных дифференциальных играх с интегральными ограничениями: учебное пособие (https://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=texts/200510n0265/ukhobotovvi)	Челябинск : ЧелГУ, 2005	ЭБС
Л2.2	Струченков В. И.	Динамическое программирование в примерах и задачах: практикум (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457741)	Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2015	ЭБС
Л2.3	Алеева С. Р., Изместьев И. В., Ухоботов В. И.	Избранные главы теории дифференциальных уравнений с приложением к теории дифференциальных игр (https://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007942/007942)	Челябинск : Издательство Челябинского государственного о университета, [б. г.]	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: http://e.lanbook.com/ https://e.lanbook.com/
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: http://biblioclub.ru/ . http://biblioclub.ru
Э3	Znaniy.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: http://znanium.com/ http://znanium.com

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

LibreOffice

Python

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. Реферативная база по математике MathSciNet (<https://mathscinet.ams.org/mathscinet/>) Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/>. – Яз. рус., англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью (подразумевается наличие стандартных рабочих (посадочных) мест) и техническими средствами обучения (переносное и / или стационарное мультимедийное оборудование: экран, ноутбук, проектор).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации по отдельным темам, рисунки, таблицы, схемы и т.д.).



Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- подготовка к письменным опросам;
- подготовку к сдаче зачета.

При планировании времени на самостоятельную работу студентам необходимо предусмотреть регулярное повторение пройденного материала. Теоретический материал, законспектированный на лекциях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

Студент обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, форумы, электронная почта.). Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты и социальных сетей.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия



информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

