Приложение № 4
к образовательной программе высшего образования – программе магистратуры
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(направленность (профиль) «Математическая робототехника и искусственный интеллект»)

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 7835bcdac1c89a3da835a18f6045494f3f404337
Владелец: Некрасова Людмила Андреевна
Действителен: с 08.07.2026 до 08.07.2027

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Численные методы нелинейной и выпуклой оптимизации»

1. Трудоемкость дисциплины (модуля): 4 з.е.

2. Место дисциплины (модуля) в учебном плане:

Обязательная часть «Профессиональной подготовки» в рамках Блока 1. Модуль реализуется во 2 семестре.

3. Цель дисциплины (модуля): формирование у обучающихся теоретических знаний в области современных математических методов управления движением механических систем.

4. Задачи дисциплины (модуля):

– сформировать у обучающихся способность формулировать математические задачи, возникающие при решении практических задач робототехниики;

– обеспечить владение математическим аппаратом теории оптимизации;

– научить применять современные пакеты программ, используемые при решении задач оптимизации.

5. Перечень разделов (тем) дисциплины (модуля) и их краткое содержание:

Наименования разделов (тем) модуля	Краткое содержание
Раздел 1. Введение	Краткая история дисциплины. Общая постановка задачи математического программирования. Необходимое условие оптимальности при отсутствии ограничений и при наличии линейных ограничений. Достаточные и необходимые условия оптимальности второго порядка.
Раздел 2. Алгоритмы решения задач нелинейного программирования	Нелинейная оптимизация без ограничений. Градиентные методы. Метод Ньютона. Оценки скорости сходимости. Оптимизация при наличии ограничений. Метод штрафных функций. Метод барьеров. Сходимость методов оптимизации при наличии ограничений.
Раздел 3. Выпуклые множества	Свойства выпуклых множеств. Опорные гиперплоскости. Выпуклые конусы. Линейные матричные неравенства. Обобщенные неравенства. Наименьший и минимальный элементы. Теоремы о разделяющей и опорной гиперплоскостях. Сопряженные конусы. Характеризация минимальных и наименьших элементов.
Раздел 4. Выпуклые функции	Определение и примеры выпуклых функций. Условия выпуклости первого и второго порядка. Действия с выпуклыми функциями.

	Сопряженная функция. Квазивыпуклые функции. Логарифмически выпуклые и вогнутые функции.
Раздел 5.Задачи выпуклой оптимизации	Стандартная задача. Теорема о глобальном решении. Критерий оптимальности. Преобразования выпуклых задач. Квазивыпуклая задача оптимизации. Линейное программирование. Квадратичное программирование. Квадратичное программирование с квадратичными ограничениями. Коническое программирование с конусом второго порядка. Геометрическое программирование. Полуопределенное программирование. Связь с квадратичными ограничениями. Коническое программирование с конусом второго порядка. Геометрическое программирование. Полуопределенное программирование. Связь с линейным и коническим программированием. Векторная оптимизация. Оптимальные и оптимальные по Парето решения. Многокритериальная оптимизация. Регуляризованный метод наименьших квадратов.
Раздел 6. Двойственность Лагранжа в задачах оптимизации	Функция Лагранжа и двойственная функция Лагранжа. Двойственная задача по Лагранжу. Слабая и сильная двойственность. Условие регулярности Слейтера. Геометрическая и минимаксная интерпретация двойственности. Сильная двойственность и дополняющая нежесткость. Условия Каруша-Куна-Таккера. Возмущения и анализ чувствительности. Полуопределенное программирование.
Раздел 7. Задачи аппроксимации	Аппроксимация по норме. Аппроксимация с помощью штрафных функций. Минимизация нормы решения. Регуляризованная аппроксимация. Регуляризация по Тихонову. Оптимальное управление линейной дискретной системой. Задача восстановления сигнала. Робастная аппроксимация. Стохастичесий и детерминированный подходы.
Раздел 8. Геометрические задачи оптимизации	Построение эллипсоида минимального объема, содержащего множество. Построение вписанного эллипсоида максимального объема. Нахождение центра множества. Линейное

	разделение двух множеств точек. Разделение двух множеств точек с максимальным зазором. Приближенное линейное разделение неразделимых множеств. Нелинейное разделение множеств.
Раздел 9. Применения в теории управления	Построение квадратичной функции Ляпунова. Оценка переходного процесса. Оценка области достижимости системы. Оценка чувствительности системы. Синтез оптимального регулятора в линейно-квадратичной задаче. Синтез регулятора с использованием неравенства Ляпунова.
Раздел 10. Применение пакетов программ для решения задач оптимизации	Пакеты Sedumi, SDPT3, Yalmip, MATLAB Optimization toolbox. Решение задач с применением пакетов оптимизации.

6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
ПК-2. Способен использовать современный математический аппарат для решения профессиональных задач в области прикладной математики, робототехники и искусственного интеллекта	ИПК-2.6. Применяет методы оптимизации для разработки алгоритмов управления
ПК-6. Способен применять специализированное математическое обеспечение для решения профессиональных задач в области прикладной математики, робототехники и искусственного интеллекта	ИПК-6.1. Применяет специализированные пакеты программ оптимизации