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)

«Современные методы управления нелинейными системами»

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

2. Место дисциплины (модуля) в учебном плане:

Обязательная часть «Профессиональной подготовки» в рамках Блока 1. Дисциплины (модули), реализуется во 2 семестре.

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

4. Задачи дисциплины (модуля):

– формирование у обучающихся теоретических знаний в области современных методов синтеза систем управления с использованием математических методов анализа нелинейных систем.

– развитие у обучающихся математического мышления, умения ставить, исследовать и решать задачи анализа систем управления и синтеза регуляторов, использующих обратные связи.

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

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	**Краткое содержание**
Раздел 1. Нелинейные системы: основные определения и свойства	Модели систем управления в форме систем нелинейных дифференциальных уравнений с входами и выходами. Понятие переменных состояния. Нелинейные системы на плоскости: классификация положений равновесия и фазовый портрет. Существование решений задачи Коши для нелинейных систем произвольного порядка и непрерывная зависимость от начальных условий и параметров. Периодические решения. Устойчивость по Ляпунову, Жуковскому, и Пуанкаре. Притяжение (attractivity) и асимптотическая устойчивость (asymptotic stability). Робастность и практическая устойчивость. Устойчивость от входа к выходу (input-output stability).
Раздел 2. Методы анализа нелинейных систем и синтеза регуляторов с использованием функций Ляпунова	Теоремы первого и второго методов Ляпунова. Теорема Лагранжа-Дирихле. Глобальная устойчивость механической системы с пропорционально-дифференциальным (ПД) регулятором. Обратная теорема Ляпунова. Теорема Барбашина-Красовского, лемма Барбалата и принцип инвариантности ЛаСалля. Пассивность и диссипативность систем. Использование каскадной структуры для построения законов управления и метод обхода интегратора (backstepping).

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
Раздел 3. Непрерывные наблюдатели и дифференциаторы, и синтез регуляторов с их использованием	Наблюдатель Люенбергера и фильтры Калмана. Синтез регуляторов с использованием наблюдателей (observer-based feedback) и Certainty-equivalence principle. Наблюдатели с большими коэффициентами усиления (high-gain observers).
Раздел 4. Синтез управления с использованием скользящих режимов первого порядка	Решения дифференциальных уравнений с разрывными правыми частями. Скорость сходимости решений. Сходимость за конечное время, за фиксированное время. Эквивалентное управление. Релейное управление со скользящим режимом. Согласованные и несогласованные (matched and unmatched) возмущения. Построение робастного к возмущениям в канале управления регулятора при помощи функции Ляпунова (Lyapunov redesign). Управление с интегральным скользящим режимом. Управление с интегральным скользящим режимом. Вынужденные поверхности переключения.
Раздел 5. Законы управления со скользящими режимами второго и более высокого порядка	Twisting, терминальный и квазинепрерывные законы управления со скользящими режимами второго порядка. Super-twisting алгоритм для систем с единичной относительной степенью (relative degree one). Точный робастный дифференциатор (robust exact differentiator). Гомогенность, вес и степень гомогенности (Homogeneity, homogeneity weights and degrees). Разрывный закон управления для обеспечения скользящего режима высокого порядка. Непрерывный закон управления для обеспечения скользящего режима высокого порядка.
Раздел 6. Использование наблюдателей со скользящими режимами	Дифференциаторы произвольного порядка со скользящими режимами. Наблюдатели на основе точного робастного дифференциатора для линейных и нелинейных систем с правыми частями, зависящими и не зависящими от времени. Идентификация неизвестных параметров модели и возмущений с использованием точного робастного дифференциатора. Паразитные колебания (chattering) в системах со скользящими

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
	режимами: анализ и методы настройки параметров регуляторов для их уменьшения.

6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен применять современные математические методы для решения профессиональных задач в области прикладной математики, робототехники и искусственного интеллекта	ПК-1.4. Применяет методы функций Ляпунова, сингулярных возмущений, гармонического анализа и скользящих режимов для анализа моделей технических систем
ПК-4. Способен разрабатывать и применять наукоемкое алгоритмическое обеспечение для решения профессиональных задач в области прикладной математики, робототехники и искусственного интеллекта	ПК-4.3. Применяет методы функций Ляпунова, сингулярных возмущений, гармонического анализа и скользящих режимов для синтеза и настройки регуляторов