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)

«Методы моделирования механических систем»

1. Трудоемкость дисциплины (модуля): 3 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 математических методов моделирования механических систем, а также приводов, передаточных механизмов и измерительных систем, используемых в робототехнике.

4. Задачи дисциплины (модуля):

– развить математическое мышление;

– научить постановке, исследованию и решению теоретических и практических задач с использованием методов моделирования механических систем.

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

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	**Краткое содержание**
Раздел 1. Кинематика точки	Задачи кинематики. Скорость и ускорение точки. Естественный трехгранник. Разложение ускорения точки на тангенциальное и нормальное. Криволинейные координаты. Основной и взаимный базисы. Коэффициенты Ламе. Ускорение точки в криволинейных координатах. Оператор Лагранжа.
Раздел 2. Кинематика твердого тела	Задачи кинематики твердого тела. Задание движения твердого тела. Углы Эйлера. Теорема Эйлера о конечном перемещении твердого тела с неподвижной точкой. Скорости и ускорения точек твердого тела в общем случае его движения. Угловая скорость. Угловое ускорение. Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и оси. Кинематические инварианты. Кинематический винт. Мгновенная винтовая ось.
Раздел 3. Кинематика сложного движения точки и твердого тела	Теорема о сложении скоростей при сложном движении точки. Теорема Кориолиса. Понятие сложного движения твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.
Раздел 4. Прямая и обратная задачи кинематики для робота-манипулятора	Однородные координаты и системы отсчета Денавита-Хантенберга. Методы решения задач прямой и обратной кинематики для манипулятора простой структуры (без замкнутых кинематических циклов). Якобиан манипулятора и методы просчета скоростей

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
	точек руки (рабочего инструмента) робота. Методы решения задач прямой и обратной кинематики для манипулятора со сложной структурой (при наличии замкнутых кинематических циклов).
Раздел 5. Аксиомы динамики	Принцип относительности Галилея и законы Ньютона. Активные силы и реакции связей. Задачи динамики. Главный вектор и главный момент системы сил. Элементарная работа сил системы. Работа сил, приложенных к твердому телу. Потенциальная энергия. Элементарная работа сил системы в обобщенных координатах. Обобщенные силы. Идеальные связи.
Раздел 6. Динамика твердого тела	Момент инерции системы относительно оси, теорема Гюйгенса-Штейнера. Тензор и эллипсоид инерции. Главные оси инерции. Кинетический момент твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси или неподвижной точки. Кинетическая энергия твердого тела. Динамические уравнения Эйлера. Случай Эйлера - движение твердого тела вокруг неподвижной точки: первые интегралы уравнений; перманентные вращения; регулярная прецессия в случае динамической симметрии тела. Дифференциальные уравнения Эйлера–Пуассона и их первые интегралы: случаи интегрируемости Эйлера, Лагранжа, Ковалевской.
Раздел 7. Уравнения Лагранжа	Уравнения Лагранжа первого рода. Общее уравнение динамики в избыточных и в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа второго рода. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа второго рода в случае потенциальных сил. Теорема об изменении полной механической энергии. Гироскопические силы. Диссипативные силы, функция Релея. Обобщенный потенциал. Натуральные и ненатуральные системы. Первые интегралы лагранжевых систем.
Раздел 8. Уравнения Гамильтона. Уравнения Рауса. Скобки Пуассона	Обобщенные импульсы. Преобразование Лежандра. Теорема Донкина. Канонические

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
	уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона и их свойства. Канонические преобразования, критерии каноничности преобразования. Инвариантность скобок Пуассона при канонических преобразованиях. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объёма. Свободное каноническое преобразование и его производящая функция.
Раздел 9. Методы калибровки и верификации геометрических и динамических параметров математических моделей робота-манипулятора	Методы калибровки геометрических параметров математических моделей робота-манипулятора, включая определение фактических значений длин звеньев, углов сочленений и взаимного расположения кинематических элементов.

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	ИПК-1.2. Использует математические модели робототехнических систем и методы математической статистики для решения задач автономной робототехники и калибровки робототехнических систем
	ИПК-1.3. Применяет методы качественной теории дифференциальных уравнений для решения задач управления роботами
	ИПК-1.4. Применяет методы функций Ляпунова, сингулярных возмущений, гармонического анализа и скользящих режимов для анализа моделей технических систем
	ИПК-1.8. Использует понятия и применяет методы аналитической механики, теории трения, теории механизмов и машин, необходимые для расчета, прототипирования и описания робототехнической системы при помощи математических моделей различной степени сложности
	ИПК-1.9. Проводит анализ конструктивных особенностей и динамических характеристик робототехнической системы с использованием математических моделей устройства различной степени сложности и проработки

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-2.8. Применяет методы математической статистики для решения задач параметрической и непараметрической идентификации моделей динамических систем
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
	ИПК-6.2. Применяет базовый опыт использования специализированных пакетов программ для программирования манипуляционных роботов
	ИПК-6.3. Применяет алгоритмы технического зрения с использованием специализированных пакетов программ