

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы

Шифр и наименование области науки:	2. Технические науки
Шифр и наименование группы научных специальностей:	2.5. Машиностроение
Шифр и наименование научной специальности:	2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Форма обучения:	Очная
Срок освоения образовательной программы:	4 года
Год начала освоения образовательной программы:	2025
Структурное подразделение, ответственное за реализацию образовательной программы:	Научный центр информационных технологий и искусственного интеллекта

АННОТАЦИЯ к рабочей программе дисциплины (модулю)

Роботы, мехатроника и робототехнические системы, трудоемкость 4 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины (модуля)

Цель: формирование у аспирантов системы основных понятий о современных проблемах в области мехатроники и робототехнических систем. Подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, способных самостоятельно и творчески проводить научные междисциплинарные исследования и готовых к научной, педагогической, производственной деятельности в области робототехники и мехатроники.

Краткое содержание (тематика):

Теоретические основы и методы систем мехатроники и робототехники. Методы, алгоритмы, программные и аппаратные средства управления роботами, робототехническими и мехатронными системами, включая адаптивное, оптимальное, распределенное, интеллектуальное и супервизорное управление.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

1.2.1. Сдан кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

1.2.2. Расширены и углублены личностные компетенции, а также сформированы профессиональные компетенции, необходимые для создания, внедрения и совершенствования технологий, обеспечивающих опережающее научно-технологическое развитие страны:

– умение применять инновационные инструменты и методы при определении путей решения научных задач в области мехатроники и робототехнических систем;

– способность осуществлять поиск, обработку, систематизацию цифровой информации, управлять данными, информацией и цифровым контентом;

– умение планировать и проводить научно-исследовательскую работу с использованием последних научно-технических достижений в области мехатроники и робототехнических систем;

– умение анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

– умение решать поставленные исследовательские задачи с помощью современных технологий, достижений, опыта человечества;

– способность к использованию технических и инженерных решений основных задач исследовательской деятельности в области своих научных интересов;

– развитие навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности в целях подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины: формирование у аспирантов системы основных понятий о современных проблемах в области мехатроники и робототехнических систем. Подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, способных самостоятельно и творчески проводить научные междисциплинарные исследования и готовых к научной, педагогической, производственной деятельности в области робототехники и мехатроники.

1.2. Задачи дисциплины:

- применение инновационных инструментов и методов при определении путей решения научных задач в области мехатроники и робототехнических систем;
- осуществление поиска, обработки, систематизации цифровой информации, управление данными, информацией и цифровым контентом;
- умение анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- использование технических и инженерных решений основных задач исследовательской деятельности в области своих научных интересов;
- развитие навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности в целях подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности

2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

1.3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» входит в образовательный компонент программы аспирантуры по научной специальности 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Дисциплина является обязательной.

Дисциплина проводится в семестрах, установленных учебным планом и (или) индивидуальным учебным планом аспиранта.

1.4. Общая трудоемкость дисциплины: 4 з.е.

1.5. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

1.5.1. Сдан кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

1.5.2. Расширены и углублены личностные компетенции, а также сформированы профессиональные компетенции, необходимые для создания, внедрения и совершенствования технологий, обеспечивающих опережающее научно-технологическое развитие страны:

- умение применять инновационные инструменты и методы при определении путей решения научных задач в области мехатроники и робототехнических систем;
- способность осуществлять поиск, обработку, систематизацию цифровой информации, управлять данными, информацией и цифровым контентом;
- умение планировать и проводить научно-исследовательскую работу с использованием последних научно-технических достижений в области мехатроники и робототехнических систем;
- умение анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- умение решать поставленные исследовательские задачи с помощью современных технологий, достижений, опыта человечества;

– способность к использованию технических и инженерных решений основных задач исследовательской деятельности в области своих научных интересов;

развитие навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности в целях подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности

2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Объем дисциплины и виды учебной деятельности:

Виды учебной деятельности	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем, ак. ч.	4
Самостоятельная работа обучающихся, ак. ч.	140
Промежуточная аттестация, ак. ч.	4
Общая трудоемкость, ак. ч.	144
Общая трудоемкость, з.е.	4

2.2. Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Контактная работа, ак. ч.	Самостоятельная работа, ак. ч.	Форма текущего контроля / промежуточной аттестации
Раздел 1. Основы мехатроники.	0	28	Представление доклада
Раздел 2. Основы робототехники.	0	28	
Раздел 3. Робототехнические системы и комплексы.	0	28	
Раздел 4. Математические модели роботов, манипуляционных механизмов и мехатронных систем.	0	28	
Раздел 5. Исполнительные подсистемы в робототехнике и мехатронике.	0	28	
Промежуточная аттестация	4	-	Кандидатский экзамен
Итого	4	140	

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины
Раздел 1. Основы мехатроники.	Краткая история становления мехатроники. Синтез наук в мехатронике (электроники, механики, компьютерных технологий). Предпосылки появления робототехники и мехатроники и ключевые факторы развития. Основные понятия, термины и определения, стандартизация в робототехнике. Принцип синергетической интеграции

	<p>элементов робототехнических и мехатронных систем. Примеры мехатронных модулей и подсистем, их назначение, классификация, типовые кинематические схемы, особенности компоновочных решений и конструкций. Прецизионные механические системы в мехатронике; особенности конструкции и компоновки.</p>
<p>Раздел 2. Основы робототехники.</p>	<p>Основные этапы развития робототехники. Функциональное назначение и классификация роботов по областям применения. Промышленные роботы, вспомогательные и технологические роботы. Основные операции, выполняемые технологическими роботами: сварка (шовная и точечная), окрашивание, сборка, механообработка, контроль и измерения. Типовые конструкции отечественных и зарубежных манипуляционных промышленных роботов. Классификация промышленных роботов по типу кинематической схемы. Переносные и ориентирующие степени свободы. Роботы для экстремальных условий: для выполнения операций под водой, в космическом пространстве, при ликвидации последствий аварий и т.д. Мобильные роботы и телеоператоры. Транспортные роботы на колесных и гусеничных шасси. Шагающие роботы, экзоскелетоны.</p>
<p>Раздел 3. Робототехнические системы и комплексы.</p>	<p>Понятие робототехнической системы (РТС) и качественные особенности. Типовая структура и подсистемы РТС. Робототехника в современном автоматизированном производстве. Организация робототехнологических ячеек, участков и гибких производственных систем. Требования к технологическому процессу и конструкции изделий, обусловленные спецификой сопряжения с роботами. Принципы построения информационно-измерительной структуры компьютеризированного производства, при создании и использовании РТС. Применение РТС в непромышленной сфере для выполнения сложных манипуляционных операций в недетерминированных условиях. защиты.</p>
<p>Раздел 4. Математические модели роботов, манипуляционных механизмов и мехатронных систем.</p>	<p>Типовые системы координат, согласование систем координат с кинематическими схемами роботов, однородные координаты. Методы решения задачи о положении звеньев манипулятора; прямая и обратная задачи геометрии и кинематики манипулятора. Определение обобщённых координат, скоростей и ускорений звеньев манипулятора и рабочих органов. Особенности решения обратной задачи кинематики для</p>

	<p>механизмов со структурной избыточностью. Уравнения кинестатики манипуляционного механизма.</p> <p>Уравнения динамики манипулятора в матричной форме.</p> <p>Компьютерное составление уравнений динамики.</p> <p>Методы математического моделирования уравнений динамики манипуляционного механизма. Решение первой (обратной) и второй (прямой) задач динамики для манипулятора.</p>
<p>Раздел 5. Исполнительные подсистемы в робототехнике и мехатронике.</p>	<p>Классификация приводов, используемых в робототехнике и мехатронике. Электромеханические приводы постоянного тока. Приводы с бесконтактными двигателями постоянного тока. Приводы переменного тока. Приводы на базе шаговых двигателей.</p> <p>Высокомоментные безредукторные приводы.</p> <p>Использование линейных двигателей и многофазных магнитов. Электрогидравлические и электропневматические приводы в робототехнике и мехатронике. Струйные системы управления пневматическими приводами. Энергетический расчёт силовых агрегатов и принципы выбора их элементов.</p> <p>Математическая модель исполнительной системы.</p>

2.4. Учебной программой дисциплины по специальности «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в объеме 140 академических часа.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала по разделам курса;
- подготовку эссе по тематике курса, ознакомление с литературой в электронно-библиотечных системах, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- подготовку презентации результатов экспериментальной работы;
- участие в научных мероприятиях, а также дополнительных образовательных программах, проводимых на базе Научного центра информационных технологий и искусственного интеллекта Университета «Сириус»;
- знакомство с научными направлениями, реализуемыми на базе Университета «Сириус», в частности, с современным оборудованием и методиками для проведения биологических и междисциплинарных исследований.

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине. Оценочные материалы

3.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» проводится в течение семестра в следующих формах:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Форма текущего контроля	Оценочные материалы
--	-------------------------	---------------------

Раздел 1. Основы мехатроники.	Представление доклада	Перечень вопросов для доклада
Раздел 2. Основы робототехники.	Представление доклада	Перечень тем для доклада
Раздел 3. Робототехнические системы и комплексы.	Представление доклада	Перечень тем для доклада
Раздел 4. Математические модели роботов, манипуляционных механизмов и мехатронных систем.	Представление доклада	Перечень тем для доклада
Раздел 5. Исполнительные подсистемы в робототехнике и мехатронике.	Устный доклад в виде презентации результатов экспериментальной работы	Перечень тем для выполнения экспериментальной работы

3.2. Оценочные материалы для текущего контроля:

3.2.1. Примерный перечень вопросов для доклада:

1. Развитие теоретических основ и методов анализа, структурного и параметрического синтеза и автоматизированного проектирования роботов и робототехнических систем.
2. Методы создания роботов и мехатронных устройств на основе новых физических эффектов и явлений.
3. Принципы построения мехатронных устройств и систем как результата синергетического объединения узлов точной механики, электротехнических, электропневматических, электрогидравлических, электронных и компьютерных компонентов.
4. Математическое и полунатурное моделирование мехатронных и робототехнических систем.
5. Алгоритмы, программные и аппаратные средства управления роботами, робототехническими и мехатронными системами.
6. Математическое и программное обеспечение, компьютерные методы и средства обработки информации в реальном времени в роботах, робототехнических и мехатронных системах.
7. Создание прототипов и экспериментальных стендов и модульных платформ для разработки роботов, робототехнических и мехатронных систем.

Критерии оценивания доклада:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
– полно раскрыто содержание вопроса; – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать	– ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5» (отлично), но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; – допущены один – два недочета при освещении основного содержания	– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – имеются затруднения или допущены ошибки в	– не раскрыто основное содержание учебного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании

теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов.	ответа, исправленные по замечанию преподавателя.	определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя.	терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; не сформированы компетенции, умения и навыки.
--	--	--	--

3.3. Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» является кандидатский экзамен.

Результатом промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена являются оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Кандидатский экзамен проводится в соответствии с установленным в АНО ВО «Университет «Сириус» порядком.

3.4. Примерный перечень тем для выполнения экспериментальной работы к кандидатскому экзамену:

1. Планирование и реализация действий и движений, индивидуальное и групповое управление мобильными роботами наземного, воздушного, надводного, подводного, многосредного и космического применения.

2. Методы расчета и проектирования мехатронных сервоприводов, исполнительных, сенсорных и управляющих компонентов роботов, робототехнических и мехатронных систем.

3. Интерфейсы и методы взаимодействия человека с роботами.

4. Методы эффективной, безопасной, совместной работы человека и роботов.

5. Методы и средства автоматизированного проектирования, анализа и оптимизации роботизированных систем, комплексов, ячеек и линий.

6. Исследование, повышение эффективности и безопасности эксплуатации автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем.

Критерии оценки ответов на доклад кандидатского экзамена:

«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
– обнаружил глубокое знание основного учебно-программного материала в соответствии с прослушанным лекционным курсом, основной и дополнительной литературой, в полном объеме, необходимом для предстоящей работы по специальности;	– обнаружил твердое знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по специальности; – демонстрирует хорошее знание рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.;	– обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по специальности; – демонстрирует нечеткое представление о сути рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.;	– обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебного материала; – демонстрирует непонимание сути рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; – не владеет научным стилем речи; не умеет формулировать выводы.

<p>– демонстрирует глубокое, всестороннее знание и понимание сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.;</p> <p>– свободно владеет научным стилем речи; его ответ характеризует точное, связное, последовательное, логичное, обоснованное и аргументированное изложение материала;</p> <p>– умеет формулировать обоснованные выводы.</p>	<p>– владеет научным стилем; его ответ характеризует точное, связное, последовательное, логичное изложение материала;</p> <p>– умеет формулировать выводы.</p>	<p>– слабо владеет научным стилем; его ответ характеризует неточное изложение программного материала,</p> <p>– испытывает трудности с формулированием выводов.</p>	
---	--	--	--

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1. Перечень основной литературы:

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин: Учеб. для втузов / И.И. Артоболевский. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Наука, 1988. 639 с.
2. Лопота, А.В. Основы проектирования техники: учебное пособие / А. В. Лопота, Е. И. Юревич; Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики. Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 153 с.
3. Юревич, Е.И. Робототехника: учебное пособие / Е. И. Юревич; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики. Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. 299 с.
6. Попов, Е.П. Основы робототехники: введение в специальность: учебник для вузов по спец. "Робототехнические системы и комплексы" / Е. П. Попов, Г. В. Письменный. Москва: Высшая школа, 1990. 222 с.

4.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Юревич, Е.И. Основы робототехники: учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Мехатроника и робототехника" (специальность 210300 "Роботы и робототехнические системы") / Е. И. Юревич. 3-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. VIII, 359 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. Электронно-библиотечная система IRPbooks: <https://www.iprbookshop.ru/> Ресурсы ELSEVIER: <http://www.sciencedirect.com>

5. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

5.1. Материально-техническое обеспечение:

Вид аудитории	Технические средства и оборудование
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	<ul style="list-style-type: none"> – Рабочее место преподавателя; – Компьютер / ноутбук; – Проектор; – Маркерная доска / флипчарт; маркеры; – Рабочие места для обучающихся; – Платформа для видеозвонков с полным доступом, позволяющая одновременное подключение не менее 40 человек, с доступными функциями демонстрации экрана, записи видеозвонка, разбиения участников по «комнатам»
Учебная аудитория для проведения практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> – Рабочее место преподавателя; – Компьютер / ноутбук; – Проектор; – Маркерная доска / флипчарт; маркеры; – Рабочие места для обучающихся; – Платформа для видеозвонков с полным доступом, позволяющая одновременное подключение не менее 40 человек, с доступными функциями демонстрации экрана, записи видеозвонка, разбиения участников по «комнатам»

5.2. Учебно-наглядные пособия:

– Презентации лекций, электронные материалы и ресурсы сети «Интернет».

5.3. Информационные технологии, используемые в образовательном процессе

– Пакет программ Microsoft Office; Acrobat Reader.