

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
Институт новых материалов и технологий



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко
_____ 2022 г.

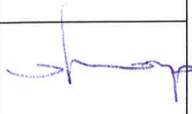
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

Перечень сведений о программе аспирантуры	Учетные данные
Программы аспирантуры: Роботы, мехатроника и робототехнические системы	Код ПА 2.5.4.
Группа специальностей Машиностроение	Код 2.5.
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Огородникова Ольга Михайловна	Д.т.н., доцент	Профессор	Кафедра электронного машиностроения	

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

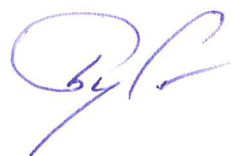
Председатель учебно-методического совета
Протокол № 20220526-01 от 26.05.2022 г.



О.Ю. Корниенко

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «РОБОТЫ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

1.1. Аннотация дисциплины

Дисциплина «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» относится к базовой части программы аспирантуры.

Цель дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний, умений и навыков в области робототехники, включая разработку, проектирование и эксплуатацию роботов, мехатронных и робототехнических систем.

Изучение дисциплины направлено на решение следующих задач:

- сформировать у аспирантов представление об основных трендах развития робототехники;
- дать аспирантам знания о конструировании, проектировании и разработке подсистем роботов, мехатронных и робототехнических систем;
- выработать у аспирантов навыки разработки и исследования подсистем роботов, мехатронных и робототехнических систем;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при решении конкретной научно-технической задачи в процессе выполнения диссертационной работы.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результаты освоения дисциплины «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» направлены на формирование у аспирантов актуальных компетенций в области разработки и исследования роботов, мехатронных и робототехнических систем, которые могут быть использованы при научно-исследовательской деятельности и подготовке ими диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- тенденции развития исследований в области робототехники;
- теоретические основы анализа, структурного и параметрического синтеза и автоматизированного проектирования роботов и робототехнических систем;
- принципы и методы построения мехатронных устройств и систем как результата синергетического объединения узлов точной механики, электротехнических, электропневматических, электрогидравлических, электронных и компьютерных компонентов с целью проектирования и практического применения качественно новых машин, систем и модулей с высокоэффективным цифровым управлением их функциональными движениями.

Уметь:

- разрабатывать робототехнические и мехатронных устройств на основе новых физических эффектов и явлений, принципы и методы их построения для различных условий и сред применения;
- применять методы и средства автоматизированного проектирования, анализа и оптимизации роботизированных систем, комплексов, ячеек и линий.

Владеть:

- навыками применения современных средств автоматизации, методов проектирования, математического, физического и компьютерного моделирования роботов, мехатронных и робототехнических систем;
- навыками применения методов алгоритмов, программных и аппаратных средств управления роботами, робототехническими и мехатронными системами, включая адаптивное, оптимальное, распределенное, интеллектуальное и супервизорное управление;
- навыками экспериментального исследования, создания прототипов и экспериментальных стендов и модульных платформ для разработки роботов, робототехнических и мехатронных систем.

1.4. Трудоемкость дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	6
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	1	104
4.	Промежуточная аттестация	36	1	Экзамен
5.	Общий объем по учебному плану, час.	108	6,5	108
6.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Механическая подсистема	Теоретические основы и методы анализа, структурного и параметрического синтеза и автоматизированного проектирования роботов и робототехнических систем. Теория и методы создания роботов и мехатронных устройств, принципы и методы их построения для различных условий и сред применения. Методы экспериментального исследования, создания прототипов и экспериментальных стендов и модульных платформ для разработки роботов, робототехнических и мехатронных систем.
P2	Подсистема движения	Принципы и методы построения мехатронных устройств и систем как результат синергетического объединения узлов точной механики, электротехнических, электропневматических, электрогидравлических, электронных и компьютерных компонентов с целью проектирования машин, систем и модулей с цифровым управлением их функциональными движениями.
P3	Подсистема управления	Математическое и полунатурное моделирование мехатронных и робототехнических систем, включая взаимодействие со средой, анализ их характеристик, оптимизация и синтез по результатам моделирования. Методы, алгоритмы, программные и аппаратные средства управления роботами, робототехническими и мехатронными системами, включая адаптивное, оптимальное, распределенное, интеллектуальное и супервизорное управление. Математическое и программное обеспечение, компьютерные методы и средства обработки информации в реальном времени в роботах, робототехнических и мехатронных системах.
P4	Интеллектуальная робототехника	Планирование и реализация действий и движений, индивидуальное и групповое управление мобильными роботами наземного, воздушного, надводного, подводного, многосредного и космического применения. Интерфейсы и методы взаимодействия челове-

		ка с роботами. Методы эффективной и безопасной совместной работы человека и роботов. Коллаборативные роботы.
P5	Проектирование в робототехнике	Методы расчета и проектирования мехатронных сервоприводов, исполнительных, сенсорных и управляющих компонентов роботов, робототехнических и мехатронных систем. Методы и средства автоматизированного проектирования, анализа и оптимизации роботизированных систем, комплексов, ячеек и линий. Исследование, повышение эффективности и безопасности эксплуатации автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Развитие теоретических основ и методов анализа, структурного и параметрического синтеза и автоматизированного проектирования роботов и робототехнических систем.

2. Теория и методы создания роботов и мехатронных устройств на основе новых физических эффектов и явлений, принципы и методы их построения для различных условий и сред применения.

3. Развитие принципов и методов построения мехатронных устройств и систем как результата синергетического объединения узлов точной механики, электротехнических, электропневматических, электрогидравлических, электронных и компьютерных компонентов с целью проектирования и практического применения качественно новых машин, систем и модулей с высокоэффективным цифровым управлением их функциональными движениями.

4. Математическое и полунатурное моделирование мехатронных и робототехнических систем, включая взаимодействие со средой, анализ их характеристик, оптимизация и синтез по результатам моделирования.

5. Методы, алгоритмы, программные и аппаратные средства управления роботами, робототехническими и мехатронными системами, включая адаптивное, оптимальное, распределенное, интеллектуальное и супервизорное управление.

6. Математическое и программное обеспечение, компьютерные методы и средства обработки информации в реальном времени в роботах, робототехнических и мехатронных системах.

7. Методы экспериментального исследования, создания прототипов и экспериментальных стендов и модульных платформ для разработки роботов, робототехнических и мехатронных систем.

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

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

10. Интерфейсы и методы взаимодействия человека с роботами. Методы эффективной и безопасной совместной работы человека и роботов. Коллаборативные роботы.

11. Методы и средства автоматизированного проектирования, анализа и оптимизации роботизированных систем, комплексов, ячеек и линий. Исследование, повышение эффективности и безопасности эксплуатации автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем.

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов
Не предусмотрено.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Методы анализа, структурного и параметрического синтеза роботов и робототехнических систем.
2. Автоматизированное проектирование роботов и робототехнических систем.
3. Методы создания роботов и мехатронных устройств для различных условий и сред применения.
4. Методы построения мехатронных устройств и систем как результата синергетического объединения узлов точной механики, электротехнических, электропневматических, электрогидравлических, электронных и компьютерных компонентов.
5. Проектирование и практическое применение качественно новых мехатронных систем и модулей с высокоэффективным цифровым управлением.
6. Математическое моделирование мехатронных и робототехнических систем. Взаимодействие со средой.
7. Анализ характеристик, оптимизация и синтез мехатронных и робототехнических систем по результатам моделирования.
8. Методы и алгоритмы управления роботами, робототехническими и мехатронными системами.
9. Программные и аппаратные средства управления роботами, робототехническими и мехатронными системами.
10. Адаптивное, оптимальное, распределенное, интеллектуальное и супервизорное управление.
11. Математическое и программное обеспечение для обработки информации в реальном времени в роботах, робототехнических и мехатронных системах.
12. Компьютерные методы и средства обработки информации в реальном времени в роботах, робототехнических и мехатронных системах.
13. Методы экспериментального исследования роботов, робототехнических и мехатронных систем.
14. Прототипы, экспериментальные стенды и модульные платформы для разработки роботов, робототехнических и мехатронных систем.
15. Планирование и реализация действий и движений роботов.
16. Индивидуальное и групповое управление мобильными роботами наземного, воздушного, надводного, подводного, многосредного и космического применения.
17. Методы расчета и проектирования мехатронных сервоприводов роботов, робототехнических и мехатронных систем.
18. Методы расчета и проектирования исполнительных компонентов роботов, робототехнических и мехатронных систем.
19. Методы расчета и проектирования сенсорных и управляющих компонентов роботов, робототехнических и мехатронных систем.
20. Интерфейсы и методы взаимодействия человека с роботами.
21. Методы эффективной и безопасной совместной работы человека и роботов.
22. Коллаборативные роботы.
23. Методы и средства автоматизированного проектирования, анализа и оптимизации роботизированных систем, комплексов.
24. Автоматизированное проектирование роботизированных ячеек и линий.
25. Эффективность и безопасность эксплуатации автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Егоров, О. Д. Механика роботов : учебное пособие / О. Д. Егоров. — Москва : РУТ (МИИТ), 2007. — 236 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/188310>.
2. Крамаренко, Н. В. Алгоритмы управления движениями точки и робота-манипулятора : учебное пособие / Н. В. Крамаренко, А. А. Рыков. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 87 с. — ISBN 978-5-7782-2977-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118104>.
3. Лесков, А. Г. Кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов : учебное пособие / А. Г. Лесков, К. В. Бажинова, Е. В. Селиверстова. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 104 с. — ISBN 978-5-7038-4752-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103405>.
4. Зенкевич, С. Л. Основы управления манипуляционными роботами : учебное пособие / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко ; под редакцией С. Л. Зенкевича, А. С. Ющенко. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. — 480 с. — ISBN 5-7038-2567-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106392>.
5. Каляев, И. А. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов : учебное пособие / И. А. Каляев, А. Р. Гайдук, С. Г. Капустян. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 280 с. — ISBN 978-5-9221-1141-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59573>.
6. Булгаков, А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление : монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2008. — 488 с. — ISBN 978-5-91359-013-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13760>.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Предко, М. Устройства управления роботами: схемотехника и программирование : практическое пособие : [16+] / М. Предко. — Москва : ДМК Пресс, [2004]. — 405 с. : ил., табл., схем. — (В помощь радиолюбителю). — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260992>.
2. Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие : [16+] / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. — Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. — 159 с. : ил., табл., схем., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612169>.
3. Механизмы перспективных робототехнических систем / А. К. Алешин, А. В. Антонов, В. А. Борисов [и др.] ; под ред. В. А. Глазунова, С. В. Хейло. — Москва : Техносфера, 2020. — 296 с. : схем., ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617530>.
4. Жмудь, В. А. Динамика мехатронных систем : учебное пособие : [16+] / В. А. Жмудь, Г. А. Французова, А. С. Востриков. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. — 241 с. : ил., схем., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599923>.
5. Иванов, В. К. Управление движением мехатронных систем : учебное пособие : [16+] / В. К. Иванов ; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2020. — 118 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612080>.
6. Компоненты приводов мехатронных устройств : учебное пособие / С. В. Пономарев, А. Г. Дивин, Г. В. Мозгова, и др. ; Тамбовский государственный технический университет. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014. — 295 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277916>.

7. Герман-Галкин, С. Г. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech : практикум : [16+] / С. Г. Герман-Галкин, Б. А. Карташов, С. Н. Литвинов ; под общ. ред. А. Н. Петухова. – Москва : ДМК Пресс, 2021. – 495 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=607365>.

5.2. Методические разработки

Не используются.

5.3. Программное обеспечение

Специализированное программное обеспечение, купленное в различных подразделениях УрФУ:

1. Компас
2. Matlab
3. Симинтех
4. SprutCAM Robot
5. Scilab
6. Maxima
7. APM Winmachine

Офисные пакеты:

1. Microsoft Office 2003
2. Microsoft Office 2007
3. Microsoft Office 2010
4. Microsoft Office 2013
5. Microsoft Office 2016

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. – Режим доступа: <http://study.urfu.ru/info/>, свободный. – Загл. с экрана;
2. Электронная база нормативных документов ГОСТЭКСПЕРТ. – Режим доступа : <http://gostexpert.ru/>, свободный. – Загл. с экрана;
3. Поисковые системы: www.yandex.ru, google.ru www.rambler.ru,

5.5. Электронные образовательные ресурсы

Все аспиранты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>;
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>;
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>;
4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>;
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>;
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

1. Лекционная аудитория М-117, оборудованная средствами электронной презентации.
2. Оборудование кафедры электронного машиностроения, в том числе:

6-осевой манипуляционный робот
Принтер 3D
Лицензионное и авторское программное обеспечение
Стенды с системами управления и микроконтроллерами