

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»**

СОГЛАСОВАНО

Начальник ОНПК
Гретьяк Л.А. / Гретьяк Л.А./
« 12 » *октября* 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Ректор
Соловьев Д.А. / Соловьев Д.А./
« 12 » *октября* 2023 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Научная специальность

**2.5.4 Роботы, мехатроника и
робототехнические системы**

Форма обучения

Очная

Саратов 2023

1. Общие положения

Прием в аспирантуру производится в соответствии с нормативными актами:

-Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273·ФЗ (в последней редакции);

-Положение о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122;

-Порядок приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 6 августа 2021 г. № 721;

-Паспорт научной специальности 2.5.4 Роботы, мехатроника и робототехнические системы;

Локальные нормативные акты университета:

-Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», утвержденный Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 8 июля 2022 г. № 427 (в последней редакции);

-Лицензия на осуществление образовательной деятельности, в том числе по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре;

- Положение об отделе подготовки научно-педагогических кадров;

-Правила приема в ФГБОУ ВО Вавиловский университет на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2024/25 учебный год;

-Порядок проведения вступительных испытаний (комплексного экзамена) для поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО Вавиловский университет;

-Положение об экзаменационной комиссии по приему вступительных испытаний для приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО Вавиловский университет;

-Порядок подачи и рассмотрения апелляций по результатам вступительных испытаний в ФГБОУ ВО Вавиловский университет.

2. Требования к поступающим в аспирантуру

К освоению программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

3. Вопросы к вступительному испытанию

1. Понятие мехатронной системы. Принцип синергетической интеграции элементов мехатронной системы. Примеры мехатронных модулей и систем, их классификация, особенности конструкции.
2. Уравнения динамики манипулятора в форме уравнений Лагранжа второго рода.
3. Понятие робототехнической системы (РТС). Структура и компоненты РТС. Робототехника в современном автоматизированном производстве.
4. Общая концепция построения и компоненты мехатронной системы. Синергетический подход.
5. Надежность мехатронных систем. Виды отказов. Вероятность безотказной работы. Показатели надёжности. Характеристики случайных величин. Основные уравнения надёжности.
6. Типы управляющих устройств, применяемых для управления промышленными роботами и робототехнологическими комплексами. Особенности систем компьютерного управления движением
7. Приводы переменного тока. Устройство и механические характеристики асинхронных двигателей. Современные приводы на основе асинхронных двигателей и векторного управления.
8. Понятие моделирования. Классификация моделей. Структура и принципы построения математических моделей. Фундаментальные законы физических объектов. Базовые соотношения гидромеханики, теории упругости, термодинамики и теории колебаний.
9. Последовательность структурного анализа. Кинематические пары и соединения. Степень подвижности механизмов. Формула Чебышева. Аналитический, графический и графоаналитический метод кинематического анализа.
10. Процесс проектирования РТК. Техническое задание на проектирование РТК. Основные этапы проектирования РТК.
11. Модели линейных объектов (переходная функция системы управления, импульсная характеристика (весовая функция), передаточная функция, преобразование Лапласа, логарифмические частотные характеристики).
12. Обобщённая структура мехатронной системы. Принцип программноаппаратной интеграции при реализации мехатронной системы. Прецизионные механические подсистемы в мехатронике, особенности их конструкции и компоновки.
13. Мехатронные модули. Структурно–функциональная схема. Классификация. Примеры конструкций.
14. Классификация захватных устройств.
15. Кинематическое управление манипулятором (по положению, по вектору скорости, по вектору силы). Дистанционное полуавтоматическое, командное и копирующее управление.
16. Обобщенная функциональная схема эргодической (человеко–машинной) системы. Интерфейсы в системе «человек – робототехническая система». Способы взаимодействия оператора с роботом. Полуавтоматическое и командное управление, копирующее управление манипулятором.

17. Динамические и кинематические характеристики промышленных роботов.
18. Управление с обратной связью в абсолютной системе координат. Представление о системах управления по силе.
19. Мехатронные модули преобразования поступательного и вращательного движений.
20. Системный подход при проектировании мехатронных систем. Методы моделирования и автоматизированного проектирования.
21. Навигационные системы РТК.
22. Системы автоматизированного проектирования РТС.
23. Системы силомоментного оучувствления, конструкции датчиков, способы обработки сигналов. Применение роботов с силомоментным оучувствление.
24. Интеллектуальные системы управления: основные принципы организации системы управления, задачи построения траектории, построения карты местности и привязки к ней (SLAM).
25. Беспилотные РТС.
26. Классификация деталей. Критерии работоспособности. Прочность. Жесткость. Износостойкость. Виброустойчивость. Нагрузки. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.
27. Интеллектуальные системы управления: основные принципы организации системы управления, обработка визуальной информации (сегментация, способы распознавания объектов).
28. Функциональное назначение и классификация роботов по областям применения.
29. Промышленные роботы, типовые конструкции отечественных и зарубежных промышленных роботов. Классификация промышленных роботов по типу кинематической схемы.
30. Основные принципы управления: программное управление, компенсация, управление по ошибке. Грубость и физическая реализуемость.
31. Системы проектирования. Основные принципы проектирования. Системы автоматизированного проектирования. Структура и разновидности САПР.
32. Классификация приводов, используемых в робототехнике и мехатронике.
33. Электромеханические, электрогидравлические и электропневматические приводы в робототехнике и мехатронике.
34. Мехатронная концепция «встроенного проектирования».
35. Анализ измерительной информации. Первичная обработка данных. Связь сенсорной системы с системой управления.
36. Особенности разработки программы настройки и контроля мехатронной системы.
37. Обобщенная функциональная схема, элементы и подсистемы роботов. Манипуляторы, схваты и рабочие органы, силовые агрегаты, механизмы разгрузки, системы оучувствления, управляющие устройства, средства передвижения
38. Классификация компьютерных архитектур Флинна.
39. Датчики в системах управления мехатронными объектами: понятие, назначение. Классификация датчиков. Датчики расстояния (ультразвуковые, емкостные,

магнитные (на основе эффекта Холла), вихретоковые, индуктивные, потенциометрические, оптические): виды, устройство, принцип работы.

40. Определение обобщённых координат, скоростей и ускорений звеньев манипулятора.

41. Основные понятия теории автоматического управления. Классификация систем управления. Структурные схемы систем управления. Преобразования структурных схем.

42. Статические и динамические характеристики систем управления.

43. Математическая модель объекта управления: система линейных уравнений, передаточная функция системы, типовые входные воздействия.

44. Импульсное регулирование частоты вращения. Применение широтноимпульсной модуляции. Механические характеристики двигателя постоянного тока при широтно– импульсном управлении.

45. Устойчивость систем автоматического управления. Необходимое условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Раussa и Гурвица. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста. Запас устойчивости САУ.

46. Тенденции развития современной робототехники.

47. Энергетический расчёт силовых агрегатов и принципы выбора их элементов. Типовые режимы работы и диаграммы нагрузки. Тепловой расчёт.

48. Проблемы современной робототехники.

49. Способы соединения деталей.

50. Компьютерное зрение.

51. Автономное программирование РТС.

52. Программное обеспечение РТС: понятие, классификация, особенности применения.

53. Требования к технологическому процессу и конструкции изделий, обусловленные роботизацией. Принципы построения информационной структуры компьютеризированного производства, использующего РТС.

54. Инструменты РТС, применяемые при сборе урожая.

55. Информационные системы. Функции и принципы построения ИС. Сенсорные системы. Системы технического зрения. Принципы передачи и преобразования информации.

56. Цветовая дифференциация. Особенности цветовой дифференциации в робототехнике.

57. Восприятие информации человеком и роботом.

Интеллектуальное управление на основе искусственных нейронных сетей: сведения о нейронах головного мозга, математическая модель нейрона, структура нейросети, обучение и применение искусственной нейросети.

58. Особенности применения РТС в различных сферах: промышленность, медицина, сельское хозяйство и т.д.

59. Математическая модель объекта управления: система линейных уравнений, передаточная функция системы, типовые входные воздействия.

60. Классификация информационных устройств, применяемых в робототехнике и мехатронике. Датчики внешней и внутренней информации. Датчики положения, скорости, ускорения, сил и моментов, тактильные датчики.

4. Список рекомендуемой литературы

1. Амос, Г. Гилат, А. MATLAB. Теория и практика / Амос Гилат; пер. с англ. Н.К.Смоленцева. – 5-е изд. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 416 с.
2. Аналитические исследования характеристик информационной составляющей автоматизированных систем управления и контроля: учебно-методическое пособие / К. О. Волков, А. П. Мартынов, М. В. Марунин, Д. Б. Николаев. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2017. – 197 с.
3. Борисенко, Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учеб. пособие / Л.А. Борисенко. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРАМ, 2018. — 285 с.
4. Борисенко, Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учеб. пособие / Л.А. Борисенко. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРАМ, 2018. — 285 с.
5. Булгаков, А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление: монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2020. – 484 с.
6. Веретехина, С. В. Модели, методы, алгоритмы и программные решения вычислительных машин, комплексов и систем: учебник / С.В. Веретехина, В.Л. Симонов, О.Л. Мнацаканян. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 306 с.
7. Гайсина, С.В. Робототехника, 3D-моделирование, прототипирование: реализация современных направлений в дополнительном образовании: метод. рекомендации для педагогов / С.В. Гайсина, И.В. Князева, Е.Ю. Огановская. – Санкт-Петербург: КАРО, 2017. – 208 с.
8. Гвоздева, В. А. Интеллектуальные технологии в беспилотных системах: учебник / В.А. Гвоздева. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 176 с.
9. Гончаров, А. А. Устройства программного управления в автоматизированном производстве: учебное пособие / А. А. Гончаров, Н. В. Сурба, Е. Н. Велюжинец. – Минск: РИПО, 2017. – 271 с.
10. Иванов, А. А. Основы робототехники: учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 223 с.
11. Иванов, В. В. Математическое моделирование : учебное пособие / В. В. Иванов, О. В. Кузьмина. – 2-е изд. испр. и доп. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. – 116 с.
12. Иванов, В. К. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие / В. К. Иванов, В. Е. Макаров, К. Н. Никоноров; под общ. ред. В. К. Иванова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. – 122 с.
13. Иванов, В. К. Управление движением мехатронных систем: учебное пособие / В. К. Иванов. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2020. – 118 с.
14. Камлюк, В. С. Мехатронные модули и системы в технологическом оборудовании для микроэлектроники / Камлюк В.С., Камлюк Д.В. – Минск: РИПО, 2016. – 384 с.
15. Киселев, М. М. Робототехника в примерах и задачах: курс программирования механизмов и роботов: учебное пособие / М. М. Киселев. – 2-е изд., испр. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2019. – 136 с.
16. Медведев В.А. Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике: учебное пособие. – Воронеж, ВГТУ, 2015. – 96 с.

17. Момот, М. В. Мобильные роботы на базе Arduino: практическое руководство / М. В. Момот. – Санкт–Петербург: БХВ–Петербург, 2017. – 288 с.
18. Овчеренко, В. А. Периферийные устройства информационных систем. Физические принципы организации и интерфейсы ввода–вывода: учебное пособие / В. А. Овчеренко, В. Г. Токарев. – Новосибирск: Изд–во НГТУ, 2018. – 75 с.
19. Павлов, В. П. Автоматизация моделирования мехатронных систем транспортно–технологических машин: Учебное пособие / Павлов В.П., Ахпашев А.Ю. – Краснояр.: СФУ, 2016. – 144 с.
20. Сельское хозяйство и роботы: [сайт] / А. Бойко; RoboTrends. — URL: <http://robotrends.ru/robopedia/selskoe–hozyaystvo–i–roboty> — Текст: электронный.
21. Смелягин, А. И. Структура машин, механизмов и конструкций: учебное пособие / А.И. Смелягин. — Москва: ИНФРА–М, 2023. — 387 с.
22. Титенок, А. В. Основы робототехники: учебное пособие / А. В. Титенок. – Москва; Вологда: Инфра–Инженерия, 2022. – 236 с.
23. Филиппов, С. А. Уроки робототехники: Конструкция. Движение. Управление: учебное пособие / С. А. Филиппов; сост. А. Я. Щелкунова. – 4–е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2022. – 193 с.
24. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. — Москва: РИОР: ИНФРА–М, 2022. — 398 с.
25. Юревич, Е. И. Основы робототехники: учебное пособие / Е. И. Юревич. – 4–е изд., перераб. и доп. – Санкт–Петербург: БХВ–Петербург, 2017. – 304 с.
26. Юридическая концепция роботизации: монография / Ю.А. Тихомиров, А.А. Головина, А.И. Сидоренко [и др.]; отв. ред. Ю.А. Тихомиров, С.Б. Нанба. — Москва: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации: ИНФРА–М, 2021. — 238 с.

*Рассмотрено и одобрено на заседании
ученого совета ФГБОУ ВО Вавиловский университет
от 12.10.2023 г (протокол №3)*