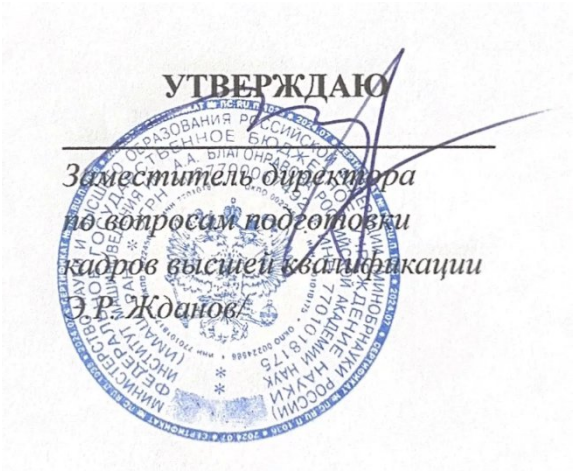
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
по специальности
2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Москва
2026

1. Общие положения

Настоящая программа вступительного экзамена по научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (далее — Программа) разработана в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования — программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и определяет содержание, структуру и требования к уровню знаний поступающих.

Программа предназначена для лиц, поступающих в аспирантуру по научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», а также для лиц, прикрепленных для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук в порядке экстерната, и распространяется на все формы обучения.

Целью вступительного экзамена является определение уровня теоретической подготовки и готовности поступающего к проведению самостоятельной научно-исследовательской работы в области математического и программного обеспечения вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными правовыми актами и локальными документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2014 № 975 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени кандидата наук и доктора наук в Российской Федерации» (в части научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11.10.2021 № 924 «Об утверждении паспорта научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.01.2017 № 13 «Об утверждении Порядка организации и осуществления

образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.03.2014 № 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня»;
- Положение о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ИМАШ РАН;
- Положение о кандидатском экзамене ИМАШ РАН.

Содержание Программы соответствует Паспорту научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» и охватывает следующие основные направления научных исследований:

Знания и умения, формируемые в результате освоения настоящей Программы, являются базовыми для дальнейшего прохождения вступительных испытаний, зачисления в аспирантуру и успешной реализации индивидуального плана подготовки диссертационного исследования.

2. Форма и порядок проведения вступительного экзамена

Проведение вступительного экзамена осуществляется в форме открытого заседания экзаменационной комиссии. Вступительный экзамен проводится в устной форме по билетам. Каждый экзаменационный билет включает два вопроса.

Для подготовки к ответу аспиранту отводится 60 минут. Время на ответ не должно превышать 30 минут. При ответе на вопросы экзаменационного билета члены экзаменационной комиссии могут задавать дополнительные вопросы. Во время заседания экзаменационной комиссии ведётся протокол в соответствии с установленным образцом (Приложение 1). Решение экзаменационной комиссии принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии.

Уровень знаний оценивается по балльной шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Оценка «отлично» присваивается аспиранту/соискателю в том случае, если его ответы на вопросы экзаменационного билета изложены последовательно, логично и без необходимости дополнительных пояснений со стороны экзаменаторов, при этом соблюдены все нормы научного стиля изложения как в устной, так и в письменной форме. Экзаменуемый должен продемонстрировать глубокое и системное знание теоретического и практического материала по дисциплине, способность к творческому применению полученных знаний для решения исследовательских задач, а также владение основным понятийным аппаратом своей научной специальности. Важным аспектом является умение аргументированно анализировать различные подходы к решению поставленной проблемы и подкреплять теоретические положения конкретными примерами из

собственной научной практики, особенно при сдаче экзамена по специальной дисциплине.

Оценка «хорошо» выставляется, когда соискатель уверенно и последовательно излагает материал, демонстрирует хорошее понимание взаимосвязей между ключевыми процессами и явлениями в своей области, однако допускает отдельные неточности в формулировках или испытывает затруднения при быстром структурировании ответа на дополнительные вопросы комиссии. При этом экзаменуемый показывает способность применять теоретические знания на практике, но его ответ может содержать незначительные погрешности, не искажающие общего смысла изложения и не свидетельствующие о пробелах в базовых знаниях.

Оценка «удовлетворительно» присваивается в ситуациях, когда ответы соискателя характеризуются неуверенностью, сбивчивостью или непоследовательностью изложения, а также при наличии нарушений норм научного стиля речи. Экзаменуемый демонстрирует знание программы экзамена в объёме, достаточном для продолжения работы по профессии, и способен справиться с выполнением основных практических заданий, однако его ответы содержат заметные погрешности, требующие корректировки под руководством преподавателя. При этом соискатель знаком с основной рекомендуемой литературой, но не всегда может свободно оперировать полученными знаниями в нестандартных ситуациях.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при наличии существенных пробелов в знаниях основных положений дисциплины, когда экзаменуемый не способен даже с помощью наводящих вопросов сформулировать корректные ответы на вопросы билета. Такая оценка также присваивается в случаях непонимания базовых концепций и терминологии, отсутствия целостного представления об исследуемом объекте или явлении, а также при невозможности применить теоретические знания к решению даже простейших практических задач.

Результаты экзамена оформляются протоколом и объявляются всем аспирантам группы в тот же день после завершения сдачи вступительного экзамена.

3. Содержание экзамена

Модуль 1. Основы теории управления и автоматизации

- Принципы управления, математические модели объектов и систем управления.
- Анализ устойчивости и качества систем автоматического управления (САУ).
- Оптимальное, адаптивное и робастное управление.
- Интеллектуальные системы управления (нечеткая логика, нейронные сети).

Модуль 2. Автоматизация технологических процессов и производств

- Иерархия систем управления производством (от датчика до ERP/MES).
- Системы числового программного управления (ЧПУ) и адаптивное управление обработкой.

- Гибкие производственные системы (ГПС) и автоматизированные производственные линии.
- Автоматизация сборки, контроля качества и испытаний машин.

Модуль 3. Технические средства автоматизации и робототехника

- Сенсоры, измерительные системы и исполнительные устройства в машиностроении.
- Промышленные роботы и манипуляторы: кинематика, динамика, системы управления.
- Мехатронные модули и системы.
- Промышленные сети и протоколы передачи данных.

Модуль 4. Информационные технологии и цифровизация производств

- Системы автоматизированного проектирования и инженерного анализа (CAD/CAM/CAE).
- Концепции Индустрии 4.0, Индустриального Интернета Вещей (IIoT) и Киберфизических производственных систем (КФПС).
- Цифровые двойники (Digital Twins) механизмов и технологических процессов.
- Применение методов машинного обучения и анализа больших данных в задачах прогнозирования состояния оборудования (предиктивная аналитика).

4. Перечень примерных вопросов для подготовки к экзамену

1. Принципы разомкнутого и замкнутого управления. Преимущества и недостатки систем с обратной связью.
2. Математическое описание линейных САУ. Передаточные функции и структурные схемы.
3. Критерии устойчивости линейных систем управления (алгебраические и частотные).
4. Показатели качества управления в линейных и нелинейных САУ. Методы повышения качества.
5. Принципы оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Pontryagina и динамическое программирование.
6. Адаптивные системы управления. Методы эталонной модели и самонастраивающиеся системы.
7. Робастное управление неопределенными объектами.
8. Применение нечеткой логики и искусственных нейронных сетей в задачах управления механизмами.
9. Архитектура и принципы работы систем числового программного управления (ЧПУ). Интерполяция и коррекция траекторий.
10. Гибкие производственные системы (ГПС): структура, маршрутизация, управление потоками деталей.
11. Автоматизация сборки: ориентация, захват, контроль усилий и позиционирования.
12. Автоматизация контроля качества и испытаний в машиностроении. Активный контроль.

13. Адаптивное управление технологическими процессами механической обработки (точение, фрезерование).
14. Иерархические системы управления производством. Взаимодействие уровней АСУТП, MES и ERP.
15. Классификация и характеристики датчиков и сенсоров в automated manufacturing systems.
16. Исполнительные устройства (электрические, гидравлические, пневматические приводы) и их системы управления.
17. Промышленные роботы: классификация, кинематические схемы, задачи синтеза законов управления.
18. Мехатронные модули: принципы модульного проектирования и интеграции в станки и машины.
19. Системы технического зрения в задачах автоматизации машиностроительных производств.
20. Промышленные коммуникационные сети (PROFINET, EtherCAT, OPC UA) и их роль в автоматизации.
21. Интеграция CAD/CAM/CAE систем в сквозной цикл автоматизированного проектирования и производства.
22. Концепция Индустрии 4.0 и промышленный интернет вещей (IIoT). Архитектура и стандарты.
23. Киберфизические производственные системы (КФПС). Отличия от традиционных АСУТП.
24. Цифровые двойники (Digital Twins) в машиностроении: создание, верификация и применение на жизненном цикле изделия.
25. Системы управления жизненным циклом изделия (PLM) и их интеграция с системами автоматизации.
26. Предиктивное техническое обслуживание (Predictive Maintenance) на основе методов машинного обучения и анализа вибраций.
27. Облачные вычисления и периферийные вычисления (Edge Computing) в распределенных производственных системах.
28. Автоматизация аддитивных технологий (3D-печати металлом и полимерами): управление термическими режимами и геометрией.
29. Энергоэффективное управление технологическими процессами и приводами оборудования.
30. Системы поддержки оператора (Human-Machine Interface, HMI) и коллаборативные роботы (коботы).
31. Информационная безопасность автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).
32. Современные тенденции развития робототехники: роевая робототехника, мягкая робототехника, экзоскелеты.

5. Список литературы для подготовки к экзамену

Основная литература:

1. *Александров А.Г.* Теория автоматического управления: В 2 т. — М.: Издательство Юрайт, 2023.

2. *Медведев В.С., Лесков А.Г., Носырев К.А.* Системы управления манипуляционных роботов. — М.: Наука, 2018 (и последующие переиздания).
3. *Балагуров В.А., Галтаре Д.Т., Петров А.Н.* Электрические приводы автоматизированных систем. — М.: Издательский дом МЭИ, 2021.
4. *Посвян Д.Т.* Мехатроника и робототехника в машиностроении. — М.: Издательский дом "Техника", 2022.
5. *Григорьев М.Ю. и др.* Индустрия 4.0: проблемы, риски и перспективы цифровой трансформации промышленности. — СПб.: Питер, 2021.

Дополнительная литература и нормативные документы: 6. *Долинин А.В., Иванов В.В.* Цифровые двойники в машиностроении: теория и практика. — М.: Машиностроение, 2023. 7. *Юревич Е.И.* Кибернетика живых систем и интеллектуальная робототехника. — СПб.: БХВ-Петербург, 2020. 8. ГОСТ Р 56685-2015 «Информационная технология. Промышленные автоматизированные системы. Архитектура и требования к интеграции». 9. Материалы научных журналов: «Вестник машиностроения», «Мехатроника, автоматизация, управление», «Известия РАН. Теория и системы управления» (статьи за последние 3-5 лет по тематике Индустрии 4.0 и робототехники).

6. Примерные билеты

Билет № 1

1. Принципы разомкнутого и замкнутого управления. Преимущества и недостатки систем с обратной связью.
2. Классификация и характеристики датчиков и сенсоров в автоматизированных производственных системах.

Билет № 2

1. Математическое описание линейных САУ. Передаточные функции и структурные схемы.
2. Промышленные роботы: классификация, кинематические схемы, задачи синтеза законов управления.

Билет № 3

1. Критерии устойчивости линейных систем управления (алгебраические и частотные).
2. Мехатронные модули: принципы модульного проектирования и интеграции в станки и машины.

Билет № 4

1. Показатели качества управления в линейных и нелинейных САУ. Методы повышения качества.
2. Архитектура и принципы работы систем числового программного управления (ЧПУ). Интерполяция и коррекция траекторий.

Билет № 5

1. Принципы оптимального управления. Принцип максимума и динамическое программирование.
2. Гибкие производственные системы (ГПС): структура, маршрутизация, управление потоками деталей.

Билет № 6

1. Адаптивные системы управления. Методы эталонной модели и самонастраивающиеся системы.
2. Адаптивное управление технологическими процессами механической обработки.

Билет № 7

1. Применение нечеткой логики и искусственных нейронных сетей в задачах управления механизмами.
2. Системы технического зрения в задачах автоматизации машиностроительных производств.

Билет № 8

1. Иерархические системы управления производством. Взаимодействие уровней АСУТП, MES и ERP.
2. Промышленные коммуникационные сети (PROFINET, EtherCAT, OPC UA) и их роль в автоматизации.

Билет № 9

1. Автоматизация сборки: ориентация, захват, контроль усилий и позиционирования.
2. Интеграция CAD/CAM/CAE систем в сквозной цикл автоматизированного проектирования и производства.

Билет № 10

1. Автоматизация контроля качества и испытаний в машиностроении. Активный контроль.
2. Концепция Индустрии 4.0 и промышленный интернет вещей (IIoT). Архитектура и стандарты.

Билет № 11

1. Робастное управление неопределенными объектами.
2. Киберфизические производственные системы (КФПС). Отличия от традиционных АСУТП.

Билет № 12

1. Исполнительные устройства (электрические, гидравлические, пневматические приводы) и их системы управления.
2. Цифровые двойники (Digital Twins) в машиностроении: создание, верификация и применение.

Билет № 13

1. Предиктивное техническое обслуживание (Predictive Maintenance) на основе методов машинного обучения.
2. Системы управления жизненным циклом изделия (PLM) и их интеграция с системами автоматизации.

Билет № 14

1. Облачные вычисления и периферийные вычисления (Edge Computing) в распределенных производственных системах.
2. Информационная безопасность автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Билет № 15

1. Автоматизация аддитивных технологий (3D-печати): управление термическими режимами и геометрией.
2. Системы поддержки оператора (HMI) и коллаборативные роботы (коботы).