

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной
деятельности


А.А. Артемьев

« 22 » 04 / 2022 г.



**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

по специальной дисциплине

**для поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования -
программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (технические науки)**

Тверь, 2022

Программа вступительных испытаний для поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки) разработана в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Составители:

д.т.н., профессор



Л.В. Илясов

д.т.н., доцент



О.Л. Ахремчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов от «5» апреля 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов, ответственный за реализацию образовательной программы высшего образования - программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

д.т.н., доцент



Б.И. Марголис

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры



О.И. Туманова

Начальник отдела комплектования зональной научной библиотеки



О.Ф. Жмыхова

Требования к лицам, поступающим в аспирантуру

Лица, желающие освоить программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки), должны иметь высшее образование (специалитет или магистратура).

Лица, имеющие высшее образование, принимаются в аспирантуру по результатам сдачи вступительных испытаний на конкурсной основе.

Содержание вступительного испытания

1. Автоматизация технологических процессов

Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления. Автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ) технологическими процессами (ТП) и производствами. Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управляемых систем.

Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.

Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.

Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара-Шипара, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла-Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.

Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.

Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазирасщепления. Следящие системы.

Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования.

Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.

Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы.

Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. Z-преобразование решетчатых функций и его свойства.

Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.

Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения. Теоремы об устойчивости: критерий Шора-Куна. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.

2. Задачи и методы оптимизации

Постановка задач математического программирования. Оптимизационный подход к проблемам управления технологическими процессами и производственными системами. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод.

Теория двойственности в линейном программировании. Двойственные задачи. Геометрическая интерпретация двойственных переменных. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров.

Необходимые условия оптимальности в нелинейных задачах математического программирования. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна-Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна-Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и не прямые методы. Метод проектирования стохастических квазиградиентов. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Стохастические разностные методы. Методы с усреднением направлений спуска. Специальные приемы регуляции шага.

Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизации на сетях и графах.

3. Информационное обеспечение процессов автоматизации

Понятие данных, системы данных. Объекты данных. Атрибуты объектов. Значения данных. Идентификаторы объекта данных, ключевые элементы данных. Понятие записи

данных. Файлы данных. Базы данных. Требования, предъявляемые к базам данных. Распределенные базы данных.

Модели данных. Реляционная модель данных. Сетевая модель данных. Иерархическая модель данных. Взаимосвязи между объектами и атрибутами.

Системы управления базами данных. Особенности управления распределенными базами данных и системы управления распределенными базами данных. Стандарты на обмен данными между подсистемами АСУ.

Проектирование баз данных. Жизненный цикл базы данных. Концептуальная модель. Логическая модель. Словари данных, их назначение, интегрированные и независимые словари данных. Упорядочение канонических структур. Синтез логических структур локальных и распределенных баз данных.

Языки, используемые в базах данных. Языки описания данных. Языки манипулирования данными. Уровни абстракции для описания данных.

4. Программное обеспечение систем управления

Организация программного обеспечения АСУ. Технологии структурного и объективно-ориентированного программирования. Конструирование абстрактных типов данных. Инкапсуляция данных и методов их обработки в классах объектов. Иерархия классов. Базовые и производные классы. Простое и множественное наследование. Перегрузка методов и операций обработки данных в классах объектов. Абстрактные классы. Полиморфная обработка данных. Виртуальные интерфейсы. Параметризация типов данных в классах и функциях. Типовые структуры описания абстрактных данных (массив, стек, очередь, двоичное дерево). Программирование математических структур (матрицы и конечные графы). Методы программной обработки данных. Итерация и рекурсия. Сортировка и поиск. Криптообработка и сжатие данных. Перечисление и упорядочивание комбинаторных объектов. Ввод-вывод данных. Обработка файлов.

Технологии программирования. Методические и инструментальные средства разработки модульного программного обеспечения АСУ. Компиляция и редактирование связей. Верификация и отладка программы. Автоматизация разработки программных проектов. Программная документация. Виды и компоненты программного обеспечения. Операционные системы. Трансляторы. Эмуляторы. Прикладное программное обеспечение. Понятие системы сквозного проектирования.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Комиссарчик, В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учеб, пособие: в составе учебно-методического комплекса / В.Ф. Комиссарчик; Тверской гос. техн. ун-т.-Тверь: ТвГТУ, 2001. - 247 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - 60 р. -(Ш=7865-16)

2. Марголис, Б.И. Компьютерные методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования в среде MATLAB: учеб, пособие: в составе учебно-методического комплекса / Б.И. Марголис; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0786-2: 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/MegaPro/110258>. - (ID=110258-1)

3. Марголис, Б.И. Компьютерные методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования в среде MATLAB: учеб, пособие: в составе учебно-методического комплекса /

Б.И. Марголис; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 92 с.: ил. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0786-2: [б. ц.]. - (Ш=110065-73)

4. Математические основы теории автоматического управления: учеб, пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса: в 3 т. Т. 1 / В.А. Иванов [и др.]; под ред. Б.К. Чемоданова. - 3-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2006. - 551 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7038-2808-2 (Т. 1): 228 р. - (ГО=61875-2)

4. Щитов, И.Н. Введение в методы оптимизации: учеб, пособие для студентов вузов по напр. "Физико-мат. образ.": в составе учебно-методического комплекса/И.Н. Щитов. - Москва: Высшая школа, 2008. - 206 с. - (Для высших учебных заведений. Математика) (УМК-У). - Библиогр.: с. 203 - 205. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-06-005339-5: 322 р. 30 к. - (Ю=77484-3)

5. Черноруцкий, И.Г. Методы оптимизации в теории управления: учеб, пособие для студентов вузов / И.Г. Черноруцкий. - СПб. [и др.]: Питер, 2004. - 255 с.: ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 253 - 255. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-94723-514-5: 114 р. - (Ш=21038-3)

6. Пантелеев, А.В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учебное пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / А.В. Пантелеев. - Москва: Высшая школа, 2006. - 272 с. - (Прикладная математика для ВТУЗов) (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 5-06-005327-X: 189 р. 20 к. - (Ш=64683-15)

7. Голенищев, Э.П. Информационное обеспечение систем управления: учеб, пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / Э.П. Голенищев, И.В. Клименко. - Ростов н/Д: Феникс, 2010. - 315 с. - (Высшее образование) (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-222-17051-9: 180 р. - (ГО=82460-5)

8. Гадзиковский, В.И. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / В.И. Гадзиковский; Гадзиковский В.И. - Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2017. - ил. - ЦОР IPR SMART. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-91359-117-3. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/90342.html>. - (ID= 146516-0)

9. Мельников, В.П. Информационное обеспечение систем управления: учебник для вузов по направлению подгот. "Автоматизированные технологии и производства": в составе учебно-методического комплекса / В.П. Мельников. - М.: Академия, 2010. - 335, [1] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление) (УМК-У) (Учебник). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7695-6301-0: 438 р. 90 к. - (Ш=84593-28)

10. Пьявченко, Т.А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы TRACE MODE: учебное пособие для вузов по направлению подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств» / Т.А. Пьявченко. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-1885-5. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pll_id=67468. - (ID=110070-0)

11. Орлов, С.А. Технологии разработки программного обеспечения: разработка сложных программных систем: учеб, пособие для вузов по напр. подготовки бакалавров и магистров по спец. "Информатика и вычисл. техника": в составе учебно-методического комплекса / С.А. Орлов. - Москва [и др.]: Питер, 2002. - 464 с. - (Учебник для вузов) (УМК-У). - ISBN 5-94723-145-X: 125 р. - (ГО=11278-3)

12. Басс, Л. Архитектура программного обеспечения на практике: в составе учебно-методического комплекса / Л. Басс, П. Клементе, Р. Кацман. - 2-е изд. - СПб. [и др.]: Питер,

2006. - 574 с.: ил. - (Классика Computer Scitnce) (УМК-У). - Библиогр.: с. 554 - 560. - Текст: непосредственный. - ISBN 032154959 (англ.): 418 p. - (Ш=58779-2)

13. Геци, К. Основы инженерии программного обеспечения: в составе учебно-методического комплекса / К. Геци, М. Джазайери, Д. Мандриоли. - 2-е изд. - СПб.: БВХ-Петербург, 2005. - 805 с.: ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 753-796. - Текст: непосредственный. - ISBN 0-13-305699-6 (англ.): 304 p. - (Ш=59148-1)

14. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма [и др.]. - Санкт-Петербург: Питер, 2017. - 366 с. - (Библиотека программиста). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-496-00389-6: 579 p. 80 к. - (ГО=121797-2)

Дополнительная литература

1. Дорф, Р. Современные системы управления = Modern Control Systems: пер. с англ. / Р. Дорф, Р. Бишоп. - Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2013. - 831 с.: ил. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-93208-119-8: 290 p. 18 к. - (ГО=132065-1)

2. Изерман, Р. Цифровые системы управления: в составе учебно-методического комплекса / Р. Изерман; под ред. И.М. Макарова. - Москва: Мир, 1984. - 541 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - (Ш=51076-1)

3. Цыкунов, А.М. Адаптивное и робастное управление динамическими объектами по выходу: в составе учебно-методического комплекса / А.М. Цыкунов. - М.: Физматлит, 2009. - 367 с. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 259 - 267. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-9221-1094-5: 100 p. - (ГО=80932-1)

4. Цыкунов, А.М. Робастное управление объектами с последействием / А.М. Цыкунов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 263 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-9221-1576-6: 1200 p. -(IDM09919-1)

5. Барботько, А.И. Основы теории математического моделирования: учеб, пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / А.И. Барботько, А.О. Гладышкин. - 2-е изд.; доп. и перераб. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 209 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-94178-148-5: 284 p. 63 к. - (ID=79642-5)

6. Буренок, В.М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем = Mathematical methods and models in information-measuring systems theory / В.М. Буренок, В.Г. Найденов, В.И. Поляков; Российская академия ракетных и артиллерийских наук. - М.: Машиностроение, 2011. - (Вооружение и военная техника. 10. Справочная библиотека разработчика-исследователя). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-94275-608-6. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pll_id=3310. - (ID=110614-0)

7. Информационно-измерительная техника и технологии: учебник для вузов по спец. "Информ.-измерительная техника и технологии" диплом, спец. "Приборостроение" / В.И. Калашников [и др.]; Калашников В.И., Нефедов С.В., Путилин А.Б. [и др.]. - Москва: Высшая школа, 2002. - 454 с.: ил. - Библиогр.: с. 450 - 452. - ISBN 5-06-004071-2: 128 p. - (Ш=10040-2)

8. Теория информации и информационное обеспечение систем управления: учеб, пособие: в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т; сост.: Г.А. Дмитриев, А.В. Дмитриев, Н.Н. Емцева, Е.В. Бусаров. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 83 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0804-3: [б. ц.]. - (ID=111378-75)

9. Теория информации и информационное обеспечение систем управления: учеб, пособие / Тверской гос. техн. ун-т; сост.: Г.А. Дмитриев, А.В. Дмитриев, Н.Н. Емцева, Е.В. Бусаров. -

Тверь: ТвГТУ, 2015. - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0804-3: 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111214>. - (ID=111214-1)

10. Ослэндер, Д.М. Управляющие программы для механических систем = Control software for mechanical systems: object-oriented design in a real-time world: объектно-ориентированное проектирование систем реального времени: пер. с англ. / Д.М. Ослэндер, Д.Р. Риджли, Д.Д. Ринггенберг. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. - 413 с.: ил. - Библиогр.: с. 391 - 392. - ISBN 5-94774-097-4 (рус.): 209 p. - (Ш=20719-1)

Программное и коммуникационное обеспечение

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 p. - (105501-1)]
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>
10. Федеральный портал «Российское образование». - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/138217>

Периодические издания

1. Программные продукты и системы: журнал / редкол.: С.В. Емельянов (гл. ред.) [и др.]. - Тверь: Центр программ систем, 1988-. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 2311-2735. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/2276>. - (ID=134096-0)

2. Вестник Тверского государственного технического университета: научный рецензируемый журнал. / редакционная коллегия: А.Н. Болотов (гл. ред.) [и др.]; Тверской государственный технический университет. - Тверь: ТвГТУ, 2021. - 99 с. - (Технические науки). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/144772>. - (ID=144772-1)

Форма проведения вступительного испытания и критерии оценки

Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в письменной или устной форме, с сочетанием указанных форм, или в иных формах, определяемых ТвГТУ (по билетам, в форме собеседования по вопросам, перечень которых доводится до сведения поступающих путем публикации на официальном сайте).

Уровень знаний оценивается экзаменационной комиссией утверждённой по соответствующему направлению (профилю) программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по 5-балльной шкале (2 балла - «неудовлетворительно», 3 балла - «удовлетворительно», 4 балла - «хорошо», 5 баллов - «отлично»). Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему.

Оценка на вступительном испытании экзаменационной комиссией:

- 5 баллов - «отлично», если поступающий в аспирантуру показал глубокие знания по всем поставленным вопросам, грамотно и логично их излагает;

- 4 балла - «хорошо», если поступающий в аспирантуру твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответах на поставленные вопросы, представил ответы не в полном объеме (не менее 75%), либо в полном объеме, но с несущественными погрешностями и ошибками;

- 3 балла - «удовлетворительно», если поступающий в аспирантуру показывает знания только основных положений по поставленным вопросам, требует в отдельных случаях наводящих вопросов членов экзаменационной комиссии для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности; представил ответы не в полном объеме (не менее 50%) либо в полном объеме, но с существенными погрешностями и ошибками;

- 2 балла - «неудовлетворительно», если поступающий в аспирантуру допускает грубые ошибки в ответах на поставленные вопросы; представил ответы не в полном объеме (менее 50%).

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

вступительного испытания для поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности
2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
(технические науки)

1. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.
2. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.
3. Методы программной обработки данных. Итерация и рекурсия.

Заведующий кафедрой АТП: _____ Б. И. Марго лис