

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ПРОГРАММА

**вступительного испытания по специальной дисциплине, по программе подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Научная специальность	2.3.2. Вычислительные системы и их элементы
Направленность (профиль) программы аспирантуры	2.3. Информационные технологии и телекоммуникации
Обеспечивающие кафедры:	Автоматика и телемеханика Прикладная математика

Руководитель программы: Тюрин С.Ф, профессор кафедры АТ

Пермь 2022

1. Вопросы

Раздел 1. Математические основы научно-методического аппарата анализа и синтеза вычислительных систем и их элементов.

- 1.1 Понятие о теории множеств и общей алгебре.
- 1.2 Понятие о комбинаторике.
- 1.3 Понятие о теории графов.
- 1.4 Использование научно-методического аппарата переключательных (логических, булевых бинарных) функций (функций алгебры логики) для анализа и синтеза вычислительных систем и их элементов. Многозначные переключательные функции.
- 1.5 Функциональная полнота бинарных переключательных функций, описывающих вычислительные системы и их элементы. Критерии Поста. Базисы. Функционально-полные толерантные функции. Функционально – полные толерантные элементы.
- 1.6 Основные законы булевой алгебры переключательных функций. Формулы равносильных преобразований. Преобразование форм представления переключательных функций. Разложение Шеннона.
- 1.7 Минимизация переключательных функций при анализе и синтезе вычислительных систем и их элементов.
- 1.8 Основные понятия математической логики и теории алгоритмов.
- 1.9 Классы сложности алгоритмов. P,E,NP,NPC.
- 1.10 Понятие о теории кодирования информации. Код Грея. Код Джонсона. Код Айкена. Код Хэмминга. Кодирование с использованием циклических полиномов.
- 1.11 Использование научно-методического аппарата теории конечных автоматов для анализа и синтеза схем вычислительных систем и их элементов. Асинхронные, синхронные и самосинхронные автоматы.
- 1.12 Последовательностные цифровые автоматы. Элементарные автоматы памяти. Триггеры. Синтез RS триггера с инверсными входами.
- 1.13 Синтез последовательностного автомата-акцептора (распознавателя) методом Хаффмана-Глушкова.
- 1.14 Системы компьютерной алгебры для анализа и синтеза вычислительных систем и их элементов (например, Wolfram|Alpha)

Раздел 2. Схемотехника вычислительных систем и их элементов

- 1.1 Комбинационные цифровые схемы. Синтез комбинационных схем в базисе КМОП-транзисторов.
- 1.2 Синтез комбинационных схем в базисе интегральных микросхем малой степени интеграции.
- 1.3 Типовые комбинационные цифровые схемы. Универсальные логические модули. Дешифраторы и мультиплексоры. Логические элементы ПЛИС.
- 1.4 Элементы с тремя состояниями на выходе.
- 1.5 Цифровые схемы кодирования и декодирования информации по Хэммингу и для полиномиального кодирования. Сигнатурный анализ.
- 1.6 Переходные процессы в цифровых схемах. Учёт переходных процессов при синтезе цифровых схем. Методы устранения негативных последствий состязаний (гонок) в цифровых схемах.
- 1.7 Типовые последовательностные цифровые схемы. Триггеры, SRAM, DRAM.
- 1.8 Регистры. Счетчики. Передача информации с использованием типовых последовательностных схем.
- 1.9 Микропрограммные автоматы. Синтез микропрограммного устройства управления на «жесткой» логике.
- 1.10 Синтез микропрограммного устройства управления на «гибкой» логике - ПЗУ.

- 1.11 Синтез микропрограммного устройства управления на «гибкой» логике – ПЗУ и мультиплексоре.
- 1.12 Синтез микропрограммного устройства управления со счетчиком микрокоманд.
- 1.13 ЦАП-АЦП.
- 1.14 Форматы представления данных и кодирование в ЭВМ. Представление чисел в ЭВМ в двоично-кодированном десятичном формате (BCD или десятичном).
- 1.15 Выполнение арифметических операций. Обратный и дополнительный коды. Представление чисел в ЭВМ в формате с плавающей запятой.
- 1.16 Архитектуры ЭВМ. Фон-неймановская (Принстонская) и Гарвардская архитектуры.
- 1.17 Аппаратная платформа персонального компьютера. Чипсет.
- 1.18 Классификация ЭВМ. Мейнфреймы и суперкомпьютеры.
- 1.19 Понятие о квантовых вычислениях. Обратимые вычисления и элементы.
- 1.20 Понятие о нейросетевых вычислениях.
- 1.21 Схемотехника микропроцессоров, контроллеров и микроконтроллеров. Сигнальные процессоры.
- 1.22 Программируемая логика и ASIC. ПЛМ, ПМЛ. БМК.
- 1.23 ПЛИС. FPGA. CPLD. LUT. SoC. SiP.
- 1.24 Системы схемотехнического моделирования. САПР Quartus фирмы Интел.

Раздел.3 Модели и методы обеспечения надёжности вычислительных систем и их элементов

- 1.1 Основные определения теории надежности. Надежность элементов и устройств, ее количественные характеристики. Отказоустойчивость. Расчёт показателей надёжности по результатам испытаний. Ускоренные методы испытаний на надежность
- 1.2 Устойчивость элементов и устройств к внешним воздействиям. Модели отказов БИС. Характеристики климатических и механических воздействий. Катастрофоустойчивость систем. Живучесть.
- 1.3 Радиационная стойкость элементов и устройств. Виды воздействующих излучений: корпускулярные, квантовые, волновые. Обратимые и остаточные эффекты. Изменение параметров пассивных и активных компонентов под воздействием радиации.
- 1.4 Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. Распределения случайных величин, используемые в теории надёжности. Расчет надежности системы с учетом режимов работы и цикличности работы элементов.
- 1.5 Методы и средства повышения надёжности и обеспечения отказоустойчивости. Резервирование. Методы резервирования. Расчет надежности систем при постоянно включенном резерве. Последовательно-параллельная ССН. Мостиковая ССН. Пути повышения радиационной стойкости элементов и устройств.
- 1.6 Резервирование в цифровой технике. Дублирование. Мажоритирование. Резервирование замещением: «Горячее», «Тёплое», «Холодное».
- 1.7 Скользящее резервирование. Резервирование на транзисторном уровне.
- 1.8 Понятие о RAID.
- 1.9 Восстанавливаемые системы. Коэффициент готовности. Расчёт коэффициента готовности по графу Марковской цепи.
- 1.10 Расчёт периодов технического обслуживания. Расчёт ЗИП.
- 1.11 Классические методы поиска отказов. Случайный выбор проверок. «Время - вероятность». Половинное разбиение.
- 1.12 Построение контрольного теста и дерева контроля. Построение диагностического теста и дерева диагностирования. Получение тестов методом булевых производных.
- 1.13 Понятие о JTAG.
- 1.14 Понятие об оптимизации.
- 1.15 Оптимизация структурной схемы надёжности методом наискорейшего спуска.
- 1.16 Расчёт надёжности в Microsoft Excel
- 1.17 Расчёт надёжности в системе Windchill Quality Solutions.

2. Рекомендуемая литература, информационные ресурсы

Основная литература

1. Угрюмов, Евгений Павлович. Цифровая схемотехника : учебное пособие / Е. П. Угрюмов .— СПб : БХВ-Петербург, 2010— 797 с.
2. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. 6-е изд. перераб. М.: Мир, 2001.
3. Новиков, Федор Александрович. Дискретная математика для магистров и бакалавров : учебник для вузов / Ф. А. Новиков .— Санкт-Петербург[и др.] : Питер, 2011 .— 383 с.,
4. Аппаратные средства IBM PC : энциклопедия / М. Ю. Гук .— 2-е изд .— Санкт-Петербург : Питер, 2005 .— 922 с. :
5. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 т. (Ред. совет: В. С. Авдуевский (пред.) и др. Т. 1. Методология. Организация. Терминология) Под ред. А. И. Рембезы.-М.: Машиностроение, 1989.-224 с.
6. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдуевский (пред.) и др. Т. 2. Математические методы в теории надежности и эффективности/Под ред. Б. В. Гнеденко.-М.: Машиностроение, 1987.-280 с.
7. Кузнецов, Олег Петрович. Дискретная математика для инженера / О.П.Кузнецов .— 3-е изд., перераб. и доп .— СПб : Лань, 2005 .— 395 с. — (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Библиогр.: с. 388-389
8. ГОСТ 2.702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем. Unified system of design documentation. Rules for presentation of electric schemes. [Текст]. – Введ. 2012-01-01. – М.: Старнартинформ, 2011. – 23 с.
9. ГОСТ 27.002–2015. Надежность в технике Основные понятия. Термины и определения [Текст]. – Введ. 2017–03–01. – М.: Старнартинформ, 2016. – 23 с.
10. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. [Текст]. – М.: Стандартиформ, 2009. – 11 с.
11. ГОСТ Р 51901.14-2007. (МЭК 61078:2006). Структурная схема надежности и булевы методы. Risk management. Reliability block diagram and boolean methods. [Текст]. – М.: Стандартиформ, 2007. – 20 с.
12. Тюрин С.Ф. Ланцов В.М. Дискретная математика & математическая логика. Перм. нац. исслед. политехн. ун-т .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013.-271 с. УМО
13. Тюрин С.Ф. Аляев Ю.А. Дискретная математика: Практическая дискретная математика и математическая логика. М.: Финансы и статистика, 2010. – 384 с.
14. Тюрин С.Ф. Надёжность систем автоматизации: учеб. пособие. Перм. нац. исслед. политехн. ун-т .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012.-262 с.
15. Вычислительная техника и информационные технологии. Аппаратные средства вычислительной техники: конспект лекций / С.Ф. Тюрин, О.В. Гончаровский, О.А. Громов – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 7 с.
16. Реализация цифровых автоматов в системе Quartus фирмы Altera: учеб. Пособие / С.Ф. Тюрин, А.В. Греков, О.А. Громов – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. –148 с.
17. Программирование микроконтроллеров с использованием IDE : учеб. пособие / С.Ф. Тюрин, Д.А. Ковыляев, Е.Ю. Данилова, А.Ю. Городилов; под ред. С.Ф. Тюрина. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2021. – 100 с.
18. Схемотехника. Моделирование цифровых автоматов в САПР «Ковчег». Учеб. пособие / А.Н. Каменских, О.А. Зобнина, С.Ф. Тюрин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2020. – 54 с.
19. Практическая цифровая схемотехника. Учеб. пособие / С.Ф. Тюрин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2020. – 55 с.
ISBN 978-5-398-02397-8
20. А.Ю. Городилов, С.Ф. Тюрин. Математическая логика и теория алгоритмов. Анализ алгоритмов. Под ред. С.Ф. Тюрина.-Пермь: Изд-во Перм.нац. исслед. политехн. ун-та, 2019.-176 с. ISBN 987-5-398-02230-8

21. Дискретная математика + математическая логика. Учеб. пособие / С.Ф. Тюрин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2020. –64 с. ISBN 978-5-398-02398-5
22. Теория графов и её приложения. Практикум: учеб. пособие / С.Ф. Тюрин, Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2017. –207с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=3576> (дата обращения: 27.12.2021).
23. Исследование операций и теория игр. Практикум: учеб. пособие / С.Ф. Тюрин, Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2017. – 220с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=3602> (дата обращения: 27.12.2021).
24. Математическая логика & теория алгоритмов. Моделирование логики: учебное пособие/ С.Ф. Тюрин, Д.Р. Валеев, А.В. Мазунина, В.А. Суворова, А.А. Чесноков; под ред. С.Ф. Тюрина; Перм. гос. нац. иссл. ун-т, 2015 -176 с.

Дополнительная литература

1. Н.К. Верещагин, А. Шень. Математическая логика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.intuit.ru/studies/professional_skill_improvements/2162/courses/133/lecture/3723(дата обращения: 24.01.2022).
2. Морозенко В. В. Дискретная математика: учебное пособие/В. В. Морозенко. –Пермь,2006, ISBN 5-7944-0608-9. – 226. – Библиогр.: с. 223–224
3. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Лаб. Базовых Знаний, 2003 .— 488 с.
4. Гончаровский О. В. Проектирование встроенных управляющих систем реального времени. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=351> (дата обращения: 11.07.2020)
5. Гончаровский О. В. Проектирование устройств и систем с высокоскоростными соединениями. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2632> (дата обращения: 11.07.2020)
6. Гончаровский О. В., Матушкин Н. Н., Южаков А. А. Встроенные микропроцессорные системы. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=541> (дата обращения: 11.07.2020)
7. Гончаровский О. В. Прототипирование сетевой системы управления. Разработка Windows-приложения удаленного контроллера прототипа робота-официанта на базе PROMOBOT V.4. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2019. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4527> (дата обращения: 11.07.2020)
8. О.В. Гончаровский, А.Н. Каменских. Встроенные микропроцессорные системы. Макетирование систем управления технических систем : учеб.-метод. пособие / О.В. Гончаровский, А.Н. Каменских. – Пермь : Изд-во Перм. нац. иссл. политехн. ун-та, 2020. – 146 с.
9. Тюрин С.Ф. Вычислительная техника и информационные технологии. Руководство к лабораторным работам в системе Proteus 7.2. Пермь, издательство Перм. гос. техн. ун-та, 2010.-135 с
10. Аляев Ю.А. Тюрин С.Ф. Дискретная математика и математическая логика. – М.: Финансы и статистика, 2006. –357 с.
11. Тюрин С.Ф. Вычислительная техника и информационные технологии. Цифровая схемотехника: учебное пособие. Пермь, издательство Перм. гос. техн. ун-та, 2008.-137 с.
12. Надежность систем управления. Руководство к лабораторным работам в системе Windchill Quality Solutions 10.0 / С.Ф. Тюрин, М.С. Сторожев – Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2014. 73.
13. Дискретная математика: Тест-драйв по дискретной математике и математической логике : учеб. пособие / С.Ф. Тюрин, Ю.А.Аляев. – Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2014. –265с.
14. Гончаровский О.В., Тюрин С.Ф. Моделирование клеточного автомата.

- Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2020. № 3 (47). С. 51-65.
15. Wolfram|Alpha: Computational Intelligence [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.wolframalpha.com/> (дата обращения: 21.01.2022).
 16. National Instruments [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ni.com/multisim/> (дата обращения: 12.03.2022)
 17. Mbed [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mbed.com/en/> (дата обращения: 28.04.2021).
 18. STM32 - STM32CubeMX и Atollic TrueStudio [Электронный ресурс]. – URL: <https://istarik.ru/blog/stm32/106.html> (дата обращения: 28.04.2021).
 19. jre-8u-271-windows-x64 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.java.com/ru/download/> (дата обращения: 28.04.2021).
 20. MDK-ARM [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.keil.com/demo/eval/arm.htm> (дата обращения: 28.04.2021).
 21. STM32 - STM32CubeMX [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubemx.html#> (дата обращения: 28.04.2021).
 22. Download Center for FPGAs [Электронный ресурс]. – URL: <https://fpgasoftware.intel.com/> (дата обращения: 20.05.2021).

1. Пример экзаменационного билета

ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой АТ д.т.н., профессор _____ А.А. Южаков « » _____ 20__ г.
	Вступительные испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности Вычислительные системы и их элементы (2.3.2)
<i>Наименование научной специальности</i>	
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Системы компьютерной алгебры для анализа и синтеза вычислительных систем и их элементов (например, Wolfram Alpha) 2. Понятие о квантовых вычислениях. Обратимые вычисления и элементы. 3. Модели отказов БИС. Построение контрольного теста и дерева контроля заданного элемента. 	