

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережночелнинский институт

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по
образовательной деятельности

Е.А. Турилова

«28» октября 2024г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических
процессов и производств

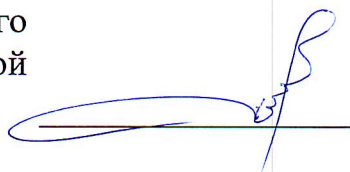
Магистерская программа: Автоматизация технологических процессов и
производств

Форма обучения: очная

Лист согласования программы вступительного испытания по профилю

Разработчик(и) программы:

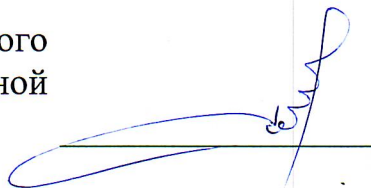
руководитель образовательного
центра Передовой инженерной
школы «Кибер Авто Тех»



К.Н. Гавариева

Председатель экзаменационной комиссии

руководитель образовательного
центра Передовой инженерной
школы «Кибер Авто Тех»



К.Н. Гавариева

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры автоматизации и управления Набережночелнинского института, Протокол № 11 от «23» сентября 2024 г.

Решением Учебно-методической комиссии Набережночелнинского института программа вступительного испытания рекомендована к утверждению Ученым советом, Протокол № 09 от «16» октября 2024 г.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета Набережночелнинского института, Протокол № 17 от 23.10.2024г.

Содержание

Вводная часть

Содержание программы

**Перечень литературы и информационных источников для
подготовки к вступительным испытаниям**

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Вступительное испытание направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению образовательных программ высшего образования – программ магистратуры, реализуемых в институте по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» по магистерской программе «Автоматизация технологических процессов и производств»

Испытание проходит в сроки, установленные приёмной комиссией.

На вступительное испытание отводится 90 минут.

Вступительное испытание проводится в форме тестирования.

Вступительное испытание состоит из следующих разделов:

- 1) Автоматизация технологических процессов и производств, оборудование автоматизированного производства;
- 2) Теория автоматического управления и моделирование систем;
- 3) Технические измерения и приборы, проектирование автоматизированных систем, схемотехника и микропроцессорные системы;
- 4) Интегрированные системы проектирования и управления. Диагностика и надежность автоматизированных систем.

Результаты вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале согласно системе оценивания. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 40 баллов.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Автоматизация технологических процессов и производств, оборудование автоматизированного производства

Общие проблемы автоматизации. Направления развития автоматизации производства в машиностроении. Комплексная автоматизация производства. Задачи комплексной автоматизации механообработки производства. Структура интегрированной автоматизации производства, ее подсистемы.

Гибкие технологические комплексы. Система автоматизированного проектирования ТП в интегрированном производстве. Математическое моделирование САП ТП. Виды математических моделей. Методики автоматизированного проектирования ТП. Метод прямого проектирования. Метод анализа. Метод автоматического синтеза. Модель структуры и содержания ТП. Иерархия процесса проектирования. Автоматизация технологической подготовки производства. Функциональная модель автоматизированной станочной системы производства.

Виды потоков. Гибкие автоматизированные производства. Уровни автоматизации в ГПС. Организационно - технологическая структура ГАП. Основные принципы построения ГАП. Гибкие производственные модули. РТК. Структурное построение систем автоматического управления ГАП.

Классификация ПР. Классификация систем управления ПР. Системы управления автоматических ПР. Иерархическая структура системы управления. Системы управления автоматизированных ПР. Иерархическая структура системы управления. Классификация захватных устройств. Пневматические и магнитные захватные устройства. Механические захватные устройства. Этапы проектирования ЗУ. Прямая задача и обратная кинематики ПР. Динамика ПР. Тактильные датчики ПР. Датчики ближнего действия ПР. Сенсорная система дальнего действия ПР. Метод триангуляции.

Метод объемного видения. Метод целевого сектора. Техническое зрение ПР. Метод многогранников.

Автоматизированная складская система. Кодирования инструментов и заготовок в автоматизированном производстве.

Конвейеры. Назначение и область применения конвейеров в транспортных системах автоматизированного производства. Накопительные устройства для хранения, приема и выдачи деталей. Самодвижущиеся тележки. Устройства для сбора и транспортировки стружки. Виды конвейеров, применяемых для удаления стружки из зоны станка, автоматических линий и ГПС. Система автоматического контроля. Структура САК. Режимы работы Послеоперационный автоматический контроль. Контроль процессов механообработки.

Системы координат станка с ЧПУ, приспособления, заготовки, детали, инструмента. Функциональная структура систем ЧПУ. Интерполяция. Разновидности систем ЧПУ. Кодирование геометрической информации (подготовительных функций, постоянных циклов, вспомогательных функций). Кодирование технологической информации. Управляющие программы для станков токарной группы. Управляющие программы для станков сверлильно-расточной группы. Управляющие программы для станков фрезерной группы.

Раздел 2. Теория автоматического управления и моделирование систем

Теория автоматического управления: основные понятия, определения и основные формы представления моделей. Классификация систем автоматического регулирования и управления.

Стандартные формы представления моделей САР и САУ. Нормальная форма Коши. Форма пространства состояний. Форма передаточных функций (ПФ). Преобразования Лапласа и Фурье. Частотные передаточные функции. Статические характеристики САР и САУ и формы их представления. Типовые входные воздействия САУ. Временные характеристики САР и САУ: понятие временной характеристики, переходные характеристики, весовые характеристики. Частотные характеристики САР и САУ. Разновидности частотных характеристик: АЧХ, ФЧХ, АФХ, ВЧХ, МЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ, ЛАФХ.

Типовые динамические звенья и их характеристики.

Общие сведения о структурных схемах: структурная схема, элемент, сигналы, точки съема, сумматоры. Порядок составления структурных схем. Правила структурных преобразований. ПФ разомкнутых и замкнутых систем.

Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных систем. Устойчивость, определение ее по корням характеристического уравнения. Управляемость и наблюдаемость, определение их по модели системы. Алгебраические критерии устойчивости САУ: критерий Гурвица, критерий Рауса. Частотный критерий устойчивости САУ Михайлова. Частотный критерий устойчивости замкнутой САР Найквиста для случаев, когда разомкнутая система устойчива, когда она лежит на границе устойчивости и когда она неустойчива. Факторы, способные повлиять на потерю устойчивости. Запас устойчивости замкнутой САР (запасы устойчивости по амплитуде и фазе).

Качество процессов управления. Статическая точность. Коэффициенты ошибок. Определение установившихся ошибок с использованием коэффициентов ошибок. Показатели качества переходных характеристик: время переходного процесса, перерегулирование и др. Косвенные оценки качества переходных характеристик: интегральные оценки качества, корневые оценки качества.

Синтез линейных систем автоматического управления. Задачи и методы синтеза систем. Синтез систем методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ). Желаемая ЛАЧХ. Выбор корректирующих устройств последовательного, встречно-параллельного и параллельного типов.

Моделирование динамических систем, основные понятия. Классификация динамических систем. Математическая модель динамической системы. Алгоритм составления уравнений динамики. Линеаризация уравнений математической модели. Способы отображения динамических структур. Структурные схемы, графы. Основные формы моделей скалярных динамических систем. Дифференциальные уравнения n -го порядка. Временные характеристики динамических систем. Частотные характеристики. Передаточные функции. Основные формы моделей матричных динамических систем. Матричные передаточная и весовая функции. Описание в пространстве состояний. Модели динамических систем в пространстве состояний: основные понятия и определения. Выбор переменных состояния. Формирование уравнений состояния по дифференциальному уравнению. Формирование уравнений состояния по передаточной функции. Формирование уравнений состояния по структурной схеме.

Раздел 3. Технические измерения и приборы, проектирование автоматизированных систем, схемотехника и микропроцессорные системы

Виды измерений. Понятие измерительного прибора. Мера. Единица измерения физических величин.

Погрешности измерений. Основная, дополнительная, приведенная погрешность. Причины возникновения инструментальной погрешности. Субъективная погрешность. Систематическая и случайная погрешность. Опишите источники возникновения.

Электроизмерительные приборы. Виды. Конструкция и назначение элементов приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической системы. Принцип работы. Уравнение вращающегося момента и уравнение шкалы прибора.

Цифровые измерительные приборы. Структурная схема цифрового вольтметра и его основные характеристики. Принцип преобразования аналогового сигнала в цифровой. Понятие дискретизации, квантования, кодирования.

Классификация и виды датчиков. Понятие датчика. Датчики параметрические и генераторные. Цифровые и аналоговые датчики.

Виды коммутирующей аппаратуры. Реле. Пускатели. Принцип действия. Принцип подбора характеристик. Категория нагрузки и ее влияние на выбор коммутирующей аппаратуры.

Защитная аппаратура. Предохранители. Защитные автоматические выключатели. Принцип действия. Принцип подбора характеристик автоматического выключателя.

Блоки питания. Виды. Структурная схема. Принцип действия линейного и импульсного блока питания. Принцип подбора блока питания.

Графическое и буквенное обозначение радиоэлементов на схеме.

Промышленные контроллеры. Назначение. Структурная схема. Особенности модульной структуры. Виды модулей расширения.

Классификация и виды датчиков. Назначение. Принцип подбора датчиков исходя из особенностей объекта исследований.

Основные соотношения алгебры логики. Условные обозначения на схемах. Функции алгебры логики. Составление логических функций. Минимизация функций алгебры логики Таблица истинности. СДНФ. Минимизация логических функций с помощью таблицы Карно. Особенности синтеза схем цифровых устройств.

Понятие о комбинационных цифровых устройствах. Дешифратор (таблица, схема, обозначение). Демультимплексор (таблица, схема, обозначение). Мультиплексор (таблица, схема, обозначение). Шифратор (таблица, схема, обозначение). Сумматор и арифметико-логические устройства.

Последовательностные схемы. Триггеры.

Регистры. Регистр сдвига. Ограничения на тип триггеров. Направление сдвига. Приоритеты. Синхронный и асинхронный способы записи параллельного кода в посл. схемы. Реверсивный регистр сдвига. Режимы. Назначение входов. Умножение и деление.

Счетчики. Типы. Правило переноса. Асинхронный суммирующий счетчик на JK триггерах. Синхронный счетчик с параллельным переносом.

Организация устройств ввода-вывода аналоговой информации. Особенности и конструктивное исполнение цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП). Организация устройств вывода аналоговой информации. Структурные схемы. Мультиплексор аналоговых сигналов. Схемы выборки-хранения.

Особенности и конструктивное исполнение аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Принцип работы, схемы, временная диаграмма: АЦП последовательного счета; АЦП поразрядного уравнивания; АЦП двойного интегрирования; АЦП с преобразованием напряжения в частоту; АЦП параллельного преобразования.

Микропроцессорные системы. Общие понятия, историческая справка, задачи дисциплины, терминология. Архитектура микропроцессора: понятие архитектуры микропроцессора, представление информации в микропроцессорной системе; основные характеристики микропроцессоров; типы архитектур; архитектурно-функциональные принципы построения ЭВМ; структура типовой ЭВМ. Архитектура микропроцессора: типовая структура микропроцессора. Архитектура микропроцессора: типовые логические элементы и узлы микропроцессора, и их функции; стек, указатель

стека, принцип работы стека; система шин. Организация микропроцессорной системы с тремя шинами

Раздел 4. Интегрированные системы проектирования и управления. Диагностика и надежность автоматизированных систем

Интегрированные системы проектирования и управления. Уровни управления интегрированным предприятием. Автоматизированные системы управления предприятием. ERP-системы. Функции ERP-систем. Этапы внедрения ERP-систем. Автоматизированные системы управления производством. MES-системы. Функции MES-систем. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. SCADA-системы. DCS-системы. Обобщенная структура систем управления на основе SCADA-систем. Функции SCADA-систем. Основные этапы проектирования АСУТП на основе SCADA-системы. Автоматизированное рабочее место диспетчера. Графический интерфейс SCADA-систем. Организация взаимодействия SCADA-системы с внешними устройствами. Протокол обмена данными OPC.

Основные понятия теории надежности: объект, элемент, система, состояния. Классификация типов и характеристик отказов. Составляющие надежности, свойства. Основные показатели надежности.

Общие понятия. Статистическая и вероятностная формы представления показателей безотказности. Схема проведения испытаний. Сходимость статистической и вероятностной оценки.

Числовые характеристики безотказности невосстанавливаемых объектов. Уравнение связи показателей надежности и числовых характеристик

Средняя наработка до отказа статистической оценки и вероятностного представления, условные средние наработки: средняя полезная наработка, средняя продолжительность предстоящей работы. Рассеивание случайной величины наработки до отказа: дисперсия случайной величины наработки, СКО случайной величины наработки.

Вероятность безотказной работы (ВБР). Вероятность отказов (ВО). Плотность распределения отказов (ПРО). Интенсивность отказов (ИО). ВБР на интервале наработки. Графическая интерпретация показателей безотказности. Уравнения связи показателей безотказности плотности вероятности безотказной работы-вероятности отказа.

Числовые характеристики безотказности невосстанавливаемых объектов. Уравнение связи показателей надежности и числовых характеристик

Средняя наработка до отказа статистической оценки и вероятностного представления, условные средние наработки: средняя полезная наработка, средняя продолжительность предстоящей работы. Рассеивание случайной величины наработки до отказа: дисперсия случайной величины наработки, СКО случайной величины наработки.

Общие понятия о моделях надежности. Статистическая обработка

результатов испытаний и определение показателей надежности. Алгоритм обработки результатов и расчета показателей надежности. Расчет эмпирических функций. Выбор закона распределения.

Основы расчета надежности систем. Общие понятия. Определите состав рассчитываемых показателей. Структура надежности. Системы с резервированием. Общие понятия: виды резервирования, кратность резервирования.

Надежность основной системы. Показатели безотказности основной системы. Распределения норм надежности элементов.

Системы с нагруженным резервом. Виды нагруженного резерва. Расчет показателей безотказности. Задачи оптимизации. Условия применения нагруженного резервирования.

Системы с ненагруженным резервом. Виды ненагруженного резерва. Расчет показателей безотказности. Эффективность применения ненагруженного резервирования.

Показатели надежности восстанавливаемых систем. Функция готовности системы. Функция простоя системы. Коэффициент готовности системы. Параметр потока отказов. Функция потока отказов. Средняя наработка между отказами

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ

1. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Иванов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. - 224 с. - (Высшее образование : Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-521-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/946200>
2. Акулович Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.М. Акулович, В.К. Шелег. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. - 488 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-009917-0. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/987418>
3. Моисеев В.Б. Технологические процессы машиностроительного производства [Электронный ресурс]: учебник / В.Б. Моисеев, К.Р. Таранцева, А.Г. Схиртладзе. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 218 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009257-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/429193>
4. Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Фурсенко С.Н., Якубовская Е.С., Волкова Е.С. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2015. - 377 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010309-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/483246>
5. Константинов И.Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : учебник / И.Л. Константинов, С.Б. Сидельников. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 488 с. - ISBN 978-5-7638-3166-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/516157>
6. Булгаков А.Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление [Электронный ресурс]: монография / А.Г. Булгаков, В.А. Воробьев. - Москва : СОЛОН-Пр., 2018. - 488 с. - (Библиотека инженера). - ISBN 978-5-91359-296. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1015061>
7. Виноградов В.М. Технологические процессы автоматизированных производств [Электронный ресурс]: учебник для студентов высших учебных заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепахин, В.В. Клепиков. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 272 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-69-0. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/553790>

8. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления. [Электронный ресурс] / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2016. - 224 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71753> .
9. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 624 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68460> .
10. Певзнер, Л.Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2016. - 604 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75516> .
11. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB. [Электронный ресурс] / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2016. - 464 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71744> .
12. Кудинов, Ю.И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB - SIMULINK). [Электронный ресурс] / Ю.И. Кудинов, Ф.Ф. Пащенко. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2016. - 256 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72584>.
13. Шишмарев В. Ю. Технические измерения и приборы [Текст] : учебник / В. Ю. Шишмарев. - Москва : Академия, 2010. - 384 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - В пер. - Библиогр.: с. 377-378. - ISBN 978-5-7695-6623-3. (40 экз.)
14. Пустовая О. А. Электрические измерения [Текст] : учебное пособие / О. А. Пустовая. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. - 247 с. : ил., табл., схемы. - (Высшее образование). - Глоссарий: с. 241-244. - В пер. - Библиогр.: с. 245-247. - ISBN 978-5-222-16097-8. (40 экз.)
15. Клименков С.С. Нормирование точности и технические измерения в машиностроении [Электронный ресурс]: учебник / С.С. Клименков. - Москва : НИЦ ИНФРА-М; Минск : Нов. знание, 2018. - 248 с.: ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006881-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/976506>
16. Кузьмин А. В. Основы построения систем числового программного управления : учебное пособие для вузов / А. В. Кузьмин, А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 200 с. : ил. - (Тонкие наукоемкие технол.). - Гриф УМО. - В пер. - Библиогр.: с. 197. - ISBN 978-5-94178-121-8. - Текст : непосредственный (12 экз).
17. Соснин О. М. Основы автоматизации технологических процессов и производств : учебное пособие для вузов / О. М. Соснин. - Москва : Академия, 2007. - 240 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - (Автоматизация и управление). - Прил.: с. 203-236. - Гриф УМО. - В пер. -

- Библиогр.: с. 237. - ISBN 978-5-7695-3623-6. - Текст : непосредственный (60 экз.).
- 18.Хромоин П. К. Электротехнические измерения : учебное пособие / П.К. Хромоин. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. - 288 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-104040-9. - URL : <https://new.znaniyum.com/catalog/product/987219> . - Текст : электронный.
- 19.ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения
- 20.Микушин А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие: Учебное пособие / Микушин А.В., Сажнев А.М., Сединин В.И. - СПб:БХВ-Петербург, 2010. - 832 с. ISBN 978-5-9775-0417-1 - Режим доступа: <http://znaniyum.com/catalog/product/350706>
- 21.Лехин С. Н. Схемотехника ЭВМ: Учебное пособие / Лехин С.Н. - СПб:БХВ-Петербург, 2010. - 663 с. ISBN 978-5-9775-0353-2 - Режим доступа: <http://znaniyum.com/catalog/product/350620>
- 22.Палий, А. В. Комбинационные цифровые устройства : учебное пособие / А. В. Палий, А. В. Саенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 125 с. - ISBN 978-5-9275-2726-7. - Режим доступа: <http://znaniyum.com/catalog/product/1021767>
- 23.Петросянц К. О. Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения: Учебное пособие /Петросянц К.О., Козынько П.А., Рябов Н.И.; Под ред. Петросянц К.О. - М.:СОЛОН-Пр., 2012. - 520 с.: ISBN 978-5-91359-213-2 - Режим доступа: <http://znaniyum.com/catalog/product/892456>
- 24.Ткаченко Ф. А. Электронные приборы и устройства : учебник / Ф.А. Ткаченко. Минск : Новое знание ; М.: ИНФРА-М, 2018. 682 с. : ил. (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znaniyum.com/catalog/product/977623>
- 25.Кравец, А. В. Учебное пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств» / А. В. Кравец, Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 184 с. - ISBN 978-5-9275-2741-0. - Режим доступа: <http://znaniyum.com/catalog/product/1021769>
26. Акулович Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. – Москва : ИНФРА-М; Минск : Нов. знание, 2016. – 488 с. – ISBN 978-5-16-009917-0. – Режим

- доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=546602>.
27. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие. / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. – Москва : НИЦ Инфра-М, 2018. – 402 с. – ISBN 978-5-16-012096-6. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=923354>.
28. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Афонина [и др.]. - Москва: Форум, 2014. – 192 с. – ISBN 978-5-91134-479-5. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=424277>.
29. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Шишов. - Москва: ИНФРА-М, 2012. – 397 с. – ISBN 978-5-16-005130-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=242497>.
30. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической диагностики : учебник / В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 588 с. — ISBN 978-5-8114-3453-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115495>
31. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115514>
32. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93594>