


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(ОмГУПС (ОМИИТ))

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

 С. Г. Шантаренко

«30» 09 2020 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальной дисциплине

по направлению подготовки аспирантуры

27.06.01 Управление в технических системах, направленность
«Системный анализ, управление и обработка информации»

Омск 2020

Знания основных понятий теории систем, моделирования динамических систем, основ теории автоматического управления линейными, нелинейными и дискретными системами, способов представления и обработки информации, подходов к проектированию информационного и аппаратного обеспечения систем управления техническими объектами являются необходимой базой для поступления в аспирантуру по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах.

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ

На вступительном экзамене по специальной дисциплине по направлению 27.06.01 Управление в технических системах (направленность – Системный анализ, управление и обработка информации), поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знание и понимание следующих основополагающих тем:

Управление в технических системах

Технические системы. Управление и информатика в технических системах. Автоматизированное и автоматическое управление. Основные понятия теории управления. Принципы управления. Классификация систем управления. Системы стабилизации, программного управления и слежения.

Объекты систем управления. Переменные объектов. Модели объектов управления. Математическое описание динамических процессов в объектах и системах управления. Линейные непрерывные модели и характеристики систем управления. Математические модели во временной области. Модели «вход-выход». Дифференциальные уравнения одномерных систем. Описание многомерных и многосвязных систем. Модели «вход-состояние-выход». Канонические формы переменных состояния, связи между ними и преобразования форм представления моделей. Чувствительность систем управления. Понятия наблюдаемости и управляемости. Модели одномерных систем в пространстве состояний. Временные переходная и весовая (импульсная) функции для одно- и многомерных систем.

Математические модели линейных непрерывных систем в комплексной области. Одностороннее непрерывное преобразование Лапласа и его свойства. Передаточные функции и их связь с дифференциальными уравнениями и переменными состояния. Непрерывное преобразование Фурье и частотные характеристики. Частотные годографы. Логарифмические частотные

характеристики. Экспериментальные методы получения частотных характеристик.

Анализ основных свойств линейных систем управления. Устойчивость процессов управления в линейных системах. Первый (обратный) метод Ляпунова. Критерии устойчивости линейных систем. Критерий Найквиста и запасы устойчивости. Анализ устойчивости по логарифмическим характеристикам.

Точность процессов управления. Статические и астатические системы. Параметрические и структурные методы повышения точности. Применение комбинированного управления, инвариантные системы. Адаптивные системы управления.

Качество переходных процессов в линейных системах управления. Переходная функция. Корневые, частотные и интегральные показатели (критерии) качества.

Задачи и методы синтеза линейных систем управления. Параметрический синтез. Обеспечение заданной точности процессов управления. Структурно-параметрический синтез. Типовые линейные законы управления. Оптимальная настройка регуляторов. Применение линейных корректирующих устройств. Последовательная и параллельная коррекция. Определение моделей корректирующих устройств по типовой желаемой ЛАХ. Структурный синтез.

Оптимальные системы управления. Задачи оптимального управления. Цели и критерии оптимальности. Методы теории оптимального управления: классическое вариационное исчисление, принцип максимума и динамическое программирование. Понятие об оптимальных по быстродействию системах. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.

Основные понятия об импульсных системах. Линейные дискретные модели систем управления. Разностные уравнения моделей «вход-выход» и «вход-состояние-выход». Экспериментальные методы получения моделей. Дискретные модели в комплексной области. Анализ устойчивости и качества процессов управления в дискретных системах.

Нелинейные модели систем управления. Анализ поведения систем на фазовой плоскости. Основные понятия устойчивости нелинейных систем. Устойчивость положения равновесия. Второй (прямой) метод Ляпунова. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Методы линеаризации нелинейных моделей. Автоколебания. Исследование периодических режимов методом гармонической линеаризации.

Автоматизированное управление в технических системах. Общая характеристика автоматизированных информационно-управляющих систем. Типовые структуры и средства автоматизированных систем управления промышленными объектами и технологическими процессами. Комплексы технических средств автоматизированных информационно-управляющих систем. Подсистемная методология построения автоматизированных информационно-управляющих систем и подсистемное представление. Процедурная методология построения автоматизированных информационно-управляющих систем и процедурное представление.

Модели автоматизированных систем MRP, ERP. Модели PLM. Понятие о гибких автоматизированных производствах. Виды обеспечения автоматизированных систем. Информационное, программное, техническое, организационное обеспечение автоматизированных систем.

Модели технических объектов и систем управления. Классификация моделей и виды моделирования. Основные положения теории подобия. Адекватность. Способы доказательства. Требования к модели. Задачи моделирования. Виды моделирования. Этапы моделирования. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Аналитическое моделирование. Имитационное моделирование, имитационный эксперимент. Статистическое моделирование. Построение математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным.

Случайные величины. Законы распределения случайных величин. Функция распределения и плотность распределения случайной величины. Числовые характеристики случайной величины. Определение закона распределения случайной величины на основе опытных данных. Критерии согласия. Случайные функции. Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов. Метод полиномов Чебышева. Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Планы второго порядка. Ортогональное и ротатабельное планирование.

Идентификация как метод построения моделей. Идентификация структуры модели. Адекватность модели и объекта. Особенности фиксации и обработки результатов моделирования. Постановка задачи и описание проблем идентификации объектов. Идентификация статики линейного детерминированного объекта. Идентификация статики нелинейного детерминированного объекта. Идентификация объекта при наличии случайных помех. Построение регрессионной модели стохастического объекта.

Идентификация динамических объектов. Идентификация закона распределения случайных величин. Выбор существенных переменных модели объекта. Оптимальное планирование эксперимента. Нормирование переменных модели. Планирование полного факторного эксперимента. Вычисление коэффициентов модели. Оценка значимости коэффициентов модели. Оценка адекватности модели. Дробный факторный эксперимент. Учет влияния помех. Построение модели с квадратичными эффектами. Диагностика систем.

Информация в системах управления и информационные технологии

Базовые понятия информатики. Информационные системы и технологии. Технические и программные средства информатики. Информационное окружение. Основы компьютеризации производства. Перспективы развития информационных систем и технологий. Математические и физические основы информатики.

Сигналы как источники и физические носители информации. Виды сигналов. Математические модели непрерывных сигналов во временной и частотной областях. Спектры периодических и непериодических сигналов. Управление колебаниями. Непрерывная и импульсная модуляция. Дискретизация по времени и по амплитуде. Теорема Котельникова и ее практическое применение. Стохастические модели сигналов. Основы теории случайных процессов. Корреляционные функции и спектральные мощности сигналов.

Основные положения теории информации. Временное, частотное, комбинированное и адресное разделение каналов. Понятие энтропии. Количество информации и ее свойства. Поток информации и его связь с полосой занимаемых частот. Скорость передачи и пропускная способность канала связи при отсутствии и наличии помех.

Проблема защищенности и безопасности информации. Защита сигналов в каналах связи от влияния помех. Энергетические методы помехоустойчивого приема. Фильтрация, ШОУ, когерентный прием, прием импульсных сигналов. Применение корректирующих кодов. Определение, свойства, разновидности и методика построения. Системы с обратными связями. Защита информации при реализации информационных процессов (ввод, вывод, передача, обработка, накопление и хранение). Защита информации от несанкционированного доступа. Программные и технические средства защиты в информационных системах.

Информационные сети. Основные понятия. История развития компьютерных сетей. Компьютер как устройство сетевого взаимодействия. Виды сетей. Сетевые топологии. Сетевое оборудование.

Модель открытых систем OSI/ISO. Основные положения: понятия системы и модели, открытой системы, открытого стандарта, органа (института) стандартизации. Взаимодействие уровней в модели OSI. Уровни модели OSI. Стеки протоколов, стек протоколов TCP/IP.

Технологии вычислительных сетей. Основы передачи данных, типовая структура системы передачи данных. Типы носителей данных (линии связи): проводные, оптические, беспроводные. Понятие структурированной кабельной системы (СКС).

Логическое кодирование. Обеспечение надежности передачи (контрольные суммы, квитирование). Разделение каналов. Модуляция. Физическое кодирование. Синхронизация и фазирование. Технология Ethernet. Основные характеристики технологии. Топологии, виды и стандарты. Физический уровень, метод доступа CSMA/CD, физические среды. Канальный уровень, форматы кадра, MAC-адресация. Сетевые устройства Ethernet. Протокол IP. Назначение и функции протокола, отличие версий, алгоритм функционирования IP-модуля, фрагментация пакетов, обслуживание маршрутизации. Логическая адресация, формат адреса, виды адресации (классовая и бесклассовая), специальные адреса. Формат пакета.

Информационное обеспечение систем. Информационные системы, базы данных и системы управления базами данных. Базовые понятия реляционных баз данных. Объектные СУБД. Типовая организация современных СУБД. Многомерные базы данных. Механизмы манипулирования реляционными данными. Основные функции СУБД. Цикл жизни баз данных. Семантическая модель «сущность – связь». Проектирование реляционных БД на основе принципов нормализации. Концептуальное проектирование. Фундаментальные свойства отношений. Администратор базы данных. Роль пользователей базы данных. Языки описания данных. Методика проектирования баз данных. Логическое проектирование. Физическое проектирование. Модели хранения данных. Распределенные базы данных. Однородные и неоднородные базы данных. Сегментация баз данных. Целостность данных. Обработка транзакций. Графическое представление ER-модели. Реляционное исчисление. Иерархическая и сетевая модели данных. Дедуктивные базы данных и постреляционные базы данных. Интеллектуальные системы. Настройка и администрирование. Защита информации.

Технологии разработки алгоритмов и программ. Последовательное выполнение и ветвление в языке С. Циклы в языке С. Основные типы данных в языке С. Массивы в языке С. Указатели в языке С. Функции в языке С. Передача массивов функциям на языке С. Многомерные массивы в языке С. Оптимизация работы с массивами с помощью указателей. Строки в языке С. Ввод-вывод в языке С. Основные конструкции программирования. Условия выполнения функций. Условия выполнения циклов. Рекуррентные функции. Преобразование рекуррентных функций в цикл. Оформление и тестирование программ.

Сортировка пузырьком. Быстрая сортировка. Дихотомический поиск. Поиск подстроки в строке. Алгоритм Бойера — Мура — Хорспула. Переборные задачи. Числовые данные, целые и дробные числа. Числовые данные, вещественные числа. Текстовые данные, кодировки. Текстовые данные, форматирование. Графические данные.

Элементы автоматики и управляющих систем

Электроника. Основные направления. Основные понятия линейных электрических цепей. Атенуаторы. Идеальные и реальные источники напряжения. Источники тока. Электрические сигналы. Пассивные фильтры.

Полупроводниковые диоды. Разновидности. Биполярные и полевые транзисторы. Операционные усилители. Параметры, характеристики, применение. Усилители электрических сигналов. Разновидности, параметры, характеристики. Обратные связи в усилителях. Усилители на биполярных и полевых транзисторах. Усилители мощности. Дифференциальные усилители постоянного тока.

Источники вторичного электропитания РЭА. Стабилизаторы напряжения непрерывного и импульсного типа. Генераторы гармонических сигналов. Разновидности. Условия возбуждения колебаний. Импульсные генераторы. Генераторы с кварцевой стабилизацией частоты.

Цифровые сигналы. Характеристики и параметры логических элементов. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ). Транзисторно-транзисторная логика с диодами Шоттки (ТТЛШ). Логика на основе комплементарных ключей на МОП-транзисторах (КМОП). Комбинационные логические схемы: шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры, сумматоры, вычитатели, цифровые компараторы, перемножители. Последовательностные логические схемы: триггеры, счетчики, регистры. Запоминающие устройства. Разновидности, характеристики.

Программируемые логические интегральные схемы. Общие понятия. Разновидности. Программируемые вентиляльные матрицы (FPGA). ПЛИС типа «система на кристалле» (SoC).

ЦАП. Общие положения. Погрешности ЦАП. ЦАП с суммированием токов. ЦАП с внутренними источниками тока. Сегментированные ЦАП. Цифровые потенциометры. ЦАП прямого цифрового синтеза.

АЦП. Общие положения. Параметры АЦП. Погрешности АЦП. Разновидности АЦП. Параллельные АЦП. АЦП поразрядного уравнивания. Конвейерные АЦП. Дельта-сигма АЦП.

Микропроцессор, основные определения и современные технологии. Микросхемотехника и виды микропроцессоров. Виды микропроцессорных систем. Принцип работы микропроцессора. Назначение и основные ресурсы ОК ЭВМ. МП комплекты общего назначения. МП на основе микропроцессорных секций. Достоинства и недостатки архитектура фон Неймана. Регистровая архитектура. Стековая архитектура. Ортогональная архитектура МПС. Архитектура МП, ориентированная на память. RISC-процессоры. CISC-процессоры. MISC-процессоры.

Электромашинные устройства в качестве датчиков систем управления. Сельсины и вращающиеся трансформаторы. Их математическое описание, статические и динамические характеристики. Применение в качестве преобразователей углов поворота и линейных перемещений. Измерители скорости вращения. Тахогенераторы постоянного тока. Асинхронные тахогенераторы.

Электромашинные исполнительные устройства. Электрические двигатели постоянного тока. Разновидности и особенности конструкции. Статические и динамические характеристики. Способы управления и особенности электроприводов постоянного тока. Электрические двигатели переменного тока. Двухфазные асинхронные двигатели. Особенности конструкции, статические и динамические характеристики. Способы управления и особенности электроприводов переменного тока.

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Вступительный экзамен по специальной дисциплине по направлению 27.06.01 Управление в технических системах (направленность – Системный анализ, управление и обработка информации) проводится в два этапа:

1. Выполнение реферата.
2. Сдача устного экзамена.

Выполнение реферата

Обязательным условием допуска к вступительному экзамену является написание реферата по одной из отраслей технической науки. Тема реферата, а также источники к ней определяются поступающим в аспирантуру при согласовании с будущим научным руководителем. Смысл выполнения реферата заключается в самостоятельном, полном и качественном раскрытии темы. Его содержание должно продемонстрировать умение автора ставить цель и задачи работы, а также достигать их в процессе изучения материала, работать с литературой и другими источниками, обосновывать собственные выводы и положения. После выполнения реферативной работы она представляется научному руководителю для проверки и написания отзыва. В отзыве в краткой форме освещаются достоинства и недостатки реферата и предлагается оценка по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). После этого реферат, вместе с отзывом сдается в отдел аспирантуры и докторантуры ОмГУПС. В случае положительного результата претендент на поступление в аспирантуру допускается к сдаче вступительного экзамена по специальной дисциплине «Системный анализ, управление и обработка информации».

Работа должна соответствовать правилам оформления научно-технической документации СТП ОмГУПС-3.1-07.

При наличии у поступающего опубликованных научных работ по избранной направленности, подтвержденных списком учебных изданий и научных трудов, выполнение реферата не требуется. Список должен быть заверен заведующим кафедрой, на которой предполагается обучение, а так же ученым секретарём университета.

Сдача устного экзамена

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса из программы дисциплины. На подготовку ответа отводится 1 час

астрономического времени. Ответ на вопросы билета в обязательном порядке составляется в письменном виде в форме тезисов. Устный ответ осуществляется в виде самостоятельного изложения материала без помощи письменных тезисов, которые впоследствии сдаются в отдел аспирантуры и докторантуры вместе с протоколом сдачи экзамена. После устного ответа члены экзаменационной комиссии вправе задать отвечающему уточняющие вопросы к билету. При необходимости задаются дополнительные вопросы по различным темам курса.

ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

1. Основные понятия общей теории систем. Классификация систем.
2. Задачи системного анализа и процесс решения системных задач.
3. Основные принципы и структуры систем управления.
4. Математические модели систем «вход – выход» во временной области.
5. Математические модели систем в комплексной области. Определение передаточной функции.
6. Типовые динамические звенья линейных систем и их характеристики.
7. Математическое описание динамических систем в пространстве состояний. Связи с моделями «вход – выход».
8. Понятие наблюдаемости, управляемости и стабилизируемости.
9. Основные наблюдатели состояний динамических систем.
10. Задача линейной стабилизации. Стабилизаторы состояния и выхода.
11. Основная теорема устойчивости непрерывных линейных систем. Первый метод Ляпунова.
12. Корневые и алгебраические критерии устойчивости.
13. Частотные критерии устойчивости.
14. Понятие о точности процессов управления в линейных системах. Статические и астатические системы.
15. Методы обеспечения точности систем.
16. Понятие об инвариантных системах.
17. Понятие о качестве процессов управления. Прямые и косвенные методы анализа качества.
18. Основные методы обеспечения заданного качества. Синтез линейных непрерывных регуляторов.
19. Типовые линейные законы регулирования и регуляторы.

20. Определение параметров типовых регуляторов на основе корневых методов. Модальное управление.
21. Минимально-фазовая коррекция и применение частотных характеристик.
22. Типовая ЛАХ и определение параметров корректирующих устройств.
23. Понятие о компенсационных регуляторах. Методы обеспечения заданного качества. Динамический оптимум.
24. Постановка задач теории принятия решений. Алгоритмы и методы получения экспертной информации.
25. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности и согласование экспертов.
26. Основные типы нечетких моделей.
27. Динамические нечеткие регуляторы.
28. Основные методы обеспечения устойчивости замкнутых нечетких систем управления.
29. Понятие о дискретных и импульсных системах. Виды импульсной модуляции.
30. Основная модель импульсной системы. Приведенная непрерывная часть, идеальный импульсный элемент и их характеристики.
31. Математические модели дискретных систем во временной области.
32. Математические модели дискретных систем в комплексной области.
33. Многомерные импульсные системы и их описания в пространстве состояний.
34. Устойчивость линейных дискретных систем. Исследование устойчивости на комплексной плоскости.
35. Качество процессов управления в дискретных системах. Бесконечная степень устойчивости и ее обеспечение.
36. Синтез дискретных систем по состоянию и выходу.
37. Определение цифровых систем. Применение дискретных типовых линейных регуляторов.
38. Основные виды нелинейностей в системах управления и их характеристики.
39. Методы исследования динамики нелинейных систем, их достоинства и недостатки.
40. Основные виды устойчивости нелинейных систем.
41. Метод гармонической линеаризации. Идея метода и коэффициенты линеаризации (описывающие функции).

42. Основные методы определения параметров периодических режимов и автоколебаний.
43. Одночастотные вынужденные колебания в нелинейных системах.
44. Основные способы устранения автоколебаний в релейных системах, их достоинства и недостатки.
45. Устранение автоколебаний методами линейной минимально-фазовой коррекции.
46. Применение псевдолинейных корректирующих устройств.
47. Нелинейная коррекция и подавление автоколебаний.
48. Метод фазовых траекторий. Анализ устойчивости динамических систем.
49. Фазовые портреты линейных систем.
50. Фазовые портреты нелинейных систем.
51. Скользящий режим в релейных системах. Понятия об оптимальных и робастных системах.
52. Второй метод Ляпунова. Способы определения функций Ляпунова.
53. Абсолютная устойчивость. Частотные критерии абсолютной устойчивости.
54. Понятие и классификация оптимальных систем. Цели и критерии оптимальности.
55. Классификация задач математического программирования.
56. Линейное программирование.
57. Основные методы численной оптимизации нулевого порядка.
58. Алгоритмы численной оптимизации первого порядка.
59. Алгоритмы численной оптимизации второго порядка.
60. Методы и алгоритмы случайного поиска.
61. Методы решения оптимизационных задач управления. Принцип аргумента и динамическое программирование.
62. Аналитическое конструирование регуляторов.
63. Понятие об адаптивных системах. Определение и классификация.
64. Понятие о самооптимизирующихся экстремальных системах. Основные методы построения экстремальных регуляторов.
65. Понятие о самоорганизующихся системах. Основные методы структурной идентификации и их применение в адаптивных системах.
66. Идентификация систем и объектов. Цели и задачи, критерии и уровни идентификации.

67. Параметрическая идентификация статистических моделей.
- Применение методов теории оценивания.
68. Метод наименьших квадратов и его предпосылки.
 69. Регрессионный анализ и вычисление оценок параметров.
 70. Оценка значимости и адекватности регрессионных моделей.
 71. Основные методы пассивного и активного экспериментов.
 72. Линейные модели. Полный и дробные факторные эксперименты.
 73. Основные планы второго порядка.
 74. Применение регрессионного анализа для оценки параметров динамических моделей. Определение производных (дифференциаторы).
 75. Случайные величины. Законы распределения случайных величин.
 76. Определение закона распределения случайной величины на основе опытных данных. Критерии согласия.
 77. Информационное обеспечение процесса управления объектами транспорта и промышленности.
 78. Основные средства сбора, передачи и обработки информации.
 79. Программные средства создания и обработки электронных таблиц.
 80. Основные способы обработки графических объектов.
 81. Определение информационной системы, банков и баз данных.
 82. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности.
 83. Основные сетевые технологии. Глобальные и локальные сети. Сетевая модель OSI.
 84. Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы. Проводные и беспроводные линии передачи данных.
 85. Локальные сети. Основные протоколы и топологии локальных сетей.
 86. Основные понятия и определения глобальных сетей.
 87. Основные методы и способы защиты информации в сетях.
 88. Определение и классификация сетевых операционных систем.
 89. Основные принципы функционирования Internet-технологий.
 90. Основные методы и средства поиска информации в Internet.
 91. Основные языки и средства программирования Internet-приложений.
 92. Организация сценариев отображения и просмотра веб-документов.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Место издания, издательство, год
1	2	3	4
1	Теория автоматического управления. Линейные системы. Электронное издание: https://www.biblio-online.ru/book/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-lineynye-sistemy-399229 Рекомендовано УМО.	Ким Д.П.	М.: Юрайт, 2020
2	Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Электронное издание: https://www.biblio-online.ru/book/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-mnogomernye-nelineynye-optimalnye-i-adaptivnye-sistemy-399405 Рекомендовано УМО.	Ким Д.П.	М.: Юрайт, 2020
3	Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. Электронное издание: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68463	Ощепков А.Ю.	М.: Лань, 2013
4	Адаптивные системы управления с идентификацией: монография. Электронное издание: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435610	Рубан А.И.	Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015
5	Теория информационных процессов и систем: Электронное издание: https://www.biblio-online.ru/book/teoriya-informacionnyh-processov-i-sistem-388512 Рекомендовано УМО.	Волкова В.Н.	М.: Юрайт, 2016
6	Средства автоматизации и управления. Электронное издание: http://www.biblio-online.ru/book/0E4F8169-A013-4A93-B4E5-C7E5B492F05A Рекомендовано УМО.	Рогов В.А., Чудаков А.Д.	М.: Юрайт, 2016

1	2	3	4
7	Математическое моделирование систем и процессов. Электронное издание: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825 Рекомендовано УМО.	Голубева Н. В.	М.: Лань, 2016
8	Информационные технологии в науке, образовании и инженерной практике: учебное пособие. Электронное издание: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277993	Майстренко А.В., Майстренко Н.В.	Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014
9	Основы цифровой обработки сигналов. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76274	Магазинникова А.Л.	М.: Лань, 2016
10	Аналого-цифровые каналы микропроцессорных систем управления. Электронное издание: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363927	Шишов О.В.	М., Берлин: Директ-Медиа, 2015
11	Средства автоматизации и управления. Электронное издание: https://www.biblio-online.ru/book/sredstva-avtomatizacii-i-upravleniya-394628	Рогов В.А., Чудаков А.Д.	М.: Юрайт, 2016
12	Электроника. Математические основы обработки сигналов. Электронное издание: https://www.biblio-online.ru/book/elektronika-matematicheskie-osnovy-obrabotki-signalov-389271	Вадутов О.С.	М.: Юрайт, 2016

Авторы программы:

доцент кафедры
«Автоматика и системы управления»,
канд. техн. наук, доцент



А. А. Лаврухин

заведующий кафедрой
«Автоматика и системы управления»,
канд. техн. наук, доцент



А. Г. Малютин