



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА — Российский технологический университет»
РТУ МИРЭА

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор

Н.И. Прокопов

« 25 » декабря 2024 г.

**Программа вступительного экзамена
для поступающих в аспирантуру**

Научная специальность

**2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами»**

Форма обучения — очная

Москва, 2024

Вступительные испытания по научной специальности проводятся в письменной форме.

Для экзамена в письменной форме в обязательном порядке устанавливается время, в течение которого поступающий имеет право на ответ, — 60 минут.

Для проведения экзамена общее количество вопросов составляет 2 (по одному из теоретической и практической частей).

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

№ п/п	Контрольные вопросы	Содержание раздела
1	Виды производств, источники повышения качества выпускаемой продукции и производства, повышение конкурентоспособности производства посредством автоматизации.	Единичное, серийное, крупносерийное, массовое производства. Цели автоматизации производства. Типовые подходы автоматизации различных видов производств
2	Основные этапы автоматизации.	Методы и средства автоматизации для выпуска единичной, серийной и массовой продукции.
3	Технико-экономические показатели автоматизированного оборудования. Конкурентоспособность автоматизированного оборудования.	Производительность, мощность, коэффициент полезного действия, коэффициент использования оборудования по времени. Основные показатели конкурентоспособности автоматизированного технологического оборудования.
4	Гибкие производственные системы. Стационарные автоматические линии. Гибкие автоматизированные линии.	Структура гибких производственных систем. Разновидности гибкого производства.
5	Основные направления совершенствования технологических процессов.	Технологические методы повышения производительности труда и качества продукции.
6	Дифференциация	Оборудование гибких производственных

№ п/п	Контрольные вопросы	Содержание раздела
	технологического процесса и концентрация операций как основа построения гибких автоматизированных производств.	систем (ГПС). Принцип построения технологического процесса для ГПС. Основные и вспомогательные операции технологического процесса.
7	Программируемость технологий.	Особенности разработки технологических процессов для гибких автоматизированных производств.
8	Конструкция основного технологического оборудования.	Механизмы рабочих и холостых ходов, суппорты, силовые головки, шпиндели, контрольно-блокирующие устройства.
9	Конструкция вспомогательного технологического оборудования.	Механизмы автоматической загрузки, механизмы зажима, поворотные-фиксирующие механизмы, промышленные роботы.
10	Робототехнические системы.	Комплексная автоматизация серийного производства на базе оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) и промышленных роботов.
11	Особенности проектирования и источники эффективности промышленных роботов для выполнения основных технологических и вспомогательных операций.	Повышение ритмичности производства; повышение коэффициента сменности оборудования без увеличения численности рабочей силы; снижение процента брака; повышение стабильности качества продукции; уменьшение размеров оборотных средств в незавершенном производстве и т.д.
12	Основы построения систем управления на базе программируемых логических контроллеров.	Основные этапы и принципы проектирования систем управления на базе ПЛК или комплексе ПЛК. Функциональная схема автоматизированной системы управления.
13	Связь контроллера с объектом управления.	Элементарные процессы обмена (дискретный контроль, дискретное управление, аналоговый контроль, аналоговое управление), их аппаратная и программная инициализация.
14	Промышленные компьютеры и рабочие станции как основа построения центральных	Функции рабочих станций в АСУТП. Функции центральных и узловых вычислительных систем в АСУТП. Определения. Структура АСУТП

№ п/п	Контрольные вопросы	Содержание раздела
	и узловых вычислительных систем в АСУТП.	
15	Централизованное и распределенное управление.	Многоуровневое управление. Многоуровневая модель задач управления. Задачи управления: иерархия задач управления.
16	Системы управления как технические средства специализированной обработки данных на базе персональных компьютеров.	Техническое обеспечение систем управления.
17	Классы объектов управления процессов и систем.	Непрерывные объекты управления. Представление об управлении движением по заданной траектории.
18	Программирование программируемых контроллеров.	Жизненный цикл программ управления электроавтоматикой. Языки программирования программируемых контроллеров.
19	Числовое программное управление.	Архитектура систем ЧПУ.
20	Программирование систем ЧПУ.	Язык низкого уровня (ISO 6893, DIN 66025). Структура инструкции для программиста. Структура инструкции для оператора.
21	Автоматизированное программирование систем ЧПУ.	Языки высокого уровня.
22	Аппаратная структура системы управления.	Протоколы связи в сетях управления. Аппаратные средства идентификации производственного процесса.
23	Задачи планирования. Задачи оперативного управления (диспетчеризации).	Проблематика задач планирования производства. Основные этапы производственного планирования.
24	Общая теория данных. Объекты данных.	Атрибуты объектов. Значения данных. Типы баз данных. Требования, предъявляемые к базам данных. Распределенные базы данных.
25	Модели данных.	Реляционная модель данных. Сетевая модель данных.
26	Иерархическая модель данных.	Взаимосвязи между объектами и атрибутами.
27	Проектирование баз	Жизненный цикл базы данных. Синтез

№ п/п	Контрольные вопросы	Содержание раздела
	данных.	логических структур локальных и распределенных баз данных.
28	Языки, используемые в базах данных.	Языки описания данных. Языки манипулирования данными. Уровни абстракции для описания данных.
29	Классификация производственных систем.	Непрерывное, дискретное и дискретно-непрерывное производство.
30	Информационное обеспечение систем управления производством.	CAD/CAM/CFE и MRP системы. Концепция создания интегрированных производственных систем на базе CALS-технологий.
31	Методы измерения основных технологических параметров.	Современные технические средства автоматизации.
32	Программируемые логические контроллеры (ПЛК).	Типы, состав и характеристики ПЛК. Конфигурирование ПЛК.
33	Применение ПЛК для управления локальным технологическим оборудованием. Применение ПЛК для управления информационными потоками.	Типы и назначения ПЛК различных классов. Сравнительный анализ ПЛК. Функции ПЛК.
34	Построения централизованных и распределенных систем управления технологическим оборудованием на основе ПЛК.	Основные методы и способы построения централизованных и распределенных систем управления технологическим оборудованием на основе ПЛК.
35	Информационно-измерительные системы.	Датчики, типы и характеристики датчиков. Измерительные преобразователи. Контрольно-измерительные приборы. Регуляторы. Специализированные приборы.
36	Промышленные сети.	Виды и типы сетей. Требования к промышленным сетям.
37	Современные технологии построения	Особенности технологий и стандарты, применяемые в современных промышленных

№ п/п	Контрольные вопросы	Содержание раздела
	промышленных сетей и обеспечения надежности передачи данных.	сетях.
38	Интегрированные системы диспетчерского управления.	Программно-технические средства построения интегрированных систем управления.
39	Разработка прикладного программного обеспечения многоуровневых систем управления.	Организация взаимодействия SCADA системы с ПЛК.
40	Встроенные языки программирования в SCADA системах. Базы данных, используемые в SCADA системах.	Типы встроенных языков программирования в SCADA системах. Ограничения и требования, предъявляемые к базам данных, используемых в SCADA системах.
41	Интегрированные системы комплексного управления производством.	Основные принципы управления интегрированных автоматизированных систем. Современные тенденции в интеграции с системами АСУТП.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ (ЗАДАЧИ)

Задача № 1

При единичном скачке $1(t)$ на входе реакция звена описывается функцией $2(1 - e^{-3t}) \times 1(t)$. Найти передаточную функцию звена.

Задача № 2

Составить структурную схему по дифференциальному уравнению объекта $2\ddot{y} - 4\dot{y} + 3y = 2\dot{u} - 3y + u$.

Задача № 3

Составить структурную схему для системы с ОДУ $\ddot{y} + 2\dot{y} + 4y = 1.1r$.

Задача № 4

Используя преобразование Лапласа, найти оригинал реакции на воздействие e^{-2t} системы с ПФ $W(s) = \frac{4e^{-s}}{(s+2)}$.

Задача № 5

Определить передаточную функцию объекта регулирования, если его весовая функция равна $g(t) = 3 + 2e^{-t} - e^{-4t}$.

Задача № 6

Построить частотные характеристики системы с ПФ $W(s) = \frac{2}{s^2 + 5s + 6}$.

Задача № 7

Построить ЛАЧХ системы, заданной структурной схемой. Передаточная функция системы равна $W(s) = \frac{50}{s(s+5)}$.

Задача № 8

По переходной функции системы $(t) = 5 - 10e^{-t} + 5e^{-2t}$ оценить её устойчивость, используя физический признак.

Задача № 9

Найти критическое значение коэффициента усиления $k_{кр}$ системы с характеристическим уравнением $D(s) = 15.3s^3 + 10.7s^2 + s + k - 1.2 = 0$.

Задача № 10

Определить три первых коэффициента ошибки, вынужденную составляющую ошибки от воздействия $r = r_0 + vt + at^2/2$ и добротность по скорости для системы, имеющей в разомкнутом состоянии ПФ $W(s) = \frac{k}{s + a_1s^2 + a_0s^3}$.

Задача № 11

На диспетчерский пульт поступает поток заявок, который является потоком Эрланга второго порядка. Интенсивность потока заявок равна 6 заявок в час. Если диспетчер в случайный момент оставляет пульт, то при первой же очередной заявке он обязан вернуться к пульту. Найти плотность распределения времени ожидания очередной заявки и построить ее график. Вычислить вероятность того, что диспетчер сможет отсутствовать от 10 до 20 минут.

Задача № 12

Имеется один канал, на который поступает поток заявок с интенсивностью λ . Поток обслуживаний имеет интенсивность μ_1 . Найти предельные вероятности состояний системы и показатели ее эффективности.

Задача № 13

Известно, что заявки на телефонные переговоры в телевизионном ателье поступают с интенсивностью λ , равной 90 заявок в час, а средняя продолжительность разговора по телефону $t_{об.} = 2$ мин. Определить показатели

эффективности работы СМО (телефонной связи) при наличии одного телефонного номера.

Задача № 14

Пусть имеется телефонная линия, в которой интенсивность поступления заявок λ равна 0,8 вызовов/мин, время обслуживания одного разговора (заявки) $t_{об}$ равно 1,5 мин. Требуется определить характеристики эффективности данной СМО.

Задача № 15

Одноканальная СМО с отказами представляет собой одну телефонную линию. Заявка (вызов), пришедшая в момент, когда линия занята, получает отказ. Все потоки событий простейшие. Интенсивность потока $\lambda=0,95$ вызова в минуту. Средняя продолжительность разговора $t=1$ мин. Определите вероятностные характеристики СМО в установившемся режиме работы. Сколько телефонов должно работать параллельно, чтобы вероятность отказа была меньше $1/10$?

Задача № 16

В вычислительном центре работает 5 персональных компьютеров (ПК). Простейший поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность $\lambda=10$ задач в час. Среднее время решения задачи равно 12 мин. Заявка получает отказ, если все ПК заняты. Найдите вероятностные характеристики системы обслуживания (ВЦ).

Задача № 17

На пункт техосмотра поступает простейший поток заявок (автомобилей) интенсивности $\lambda=4$ машины в час. Время осмотра распределено по показательному закону и равно в среднем 17 мин., в очереди может находиться не более 5 автомобилей. Определите вероятностные характеристики пункта техосмотра в установившемся режиме.

Задача № 18

На промышленном предприятии решается вопрос о том, сколько потребуется механиков для работы в ремонтном цехе. Пусть предприятие имеет 10 машин, требующих ремонта с учетом числа ремонтирующихся. Отказы машин происходят с частотой $\lambda=10$ отк/час. Для устранения неисправности механику требуется в среднем $t=3$ мин. Распределение моментов возникновения отказов является пуассоновским, а продолжительность выполнения ремонтных работ распределена экспоненциально. Возможно организовать 4 или 6 рабочих мест в цехе для механиков предприятия. Необходимо выбрать наиболее эффективный вариант обеспечения ремонтного цеха рабочими местами для механиков.

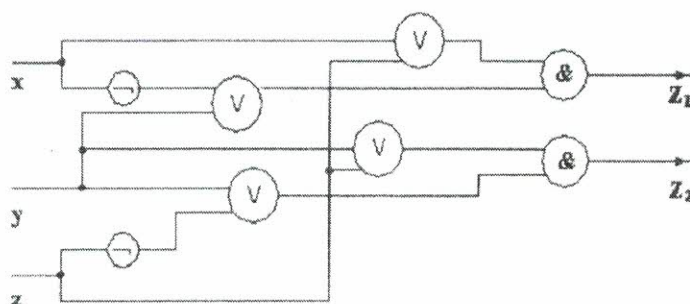
Задача № 19

Торговый центр размещается в многоэтажном здании. В подвальном этаже здания размещены склады, а на его верхних этажах - торговые залы. Товары в торговые залы доставляются с помощью лифтов, загрузка которых обеспечивается тремя автопогрузчиками. Складирование товара возле лифтов (в ожидании их прихода) категорически запрещено. Интенсивность входящего потока требований на загрузку лифтов составляет 3 треб/час., а интенсивность их обслуживания равна 2 треб/час.

Определите. Какое минимальное количество лифтов может обеспечить стационарность работы СМО магазина.

Задача № 20

Построить СП, моделирующую однотактный автомат следующей структуры:



Задача № 21

Имеется система с тремя входными каналами, по которым независимо поступают заявки на обслуживание. Обслуживающее устройство одно и одновременно выполняет только одну заявку, выдавая на выходную позицию два объекта, один из которых удаляется из системы. Построить СП, моделирующую систему.

Задача № 22

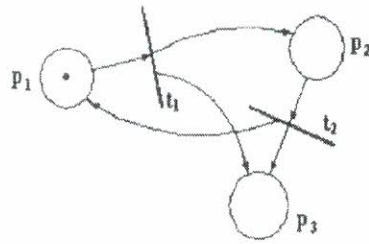
Из складов в соответствующие накопители поступают детали типов А, В, С. Далее они поступают на сборочный конвейер, где для сборки одного изделия используется 2 детали типа А, 3 детали типа В и одна деталь С. С конвейера готовые изделия идут на участок упаковки, где укладывается по 20 штук в одну коробку, после чего поступают на склад готовой продукции. Построить СП, моделирующую систему.

Задача № 23

Построить СП, моделирующую функционирование автономного светофора.

Задача № 24

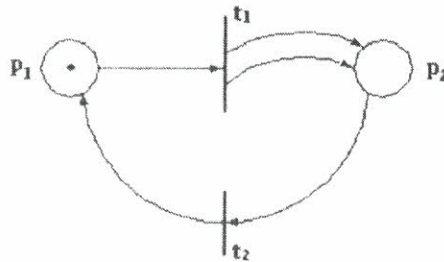
Задана СП.



Требуется построить дерево достижимости, исследовать ограниченность, сохраняемость и покрываемость для маркировки $\mu' = (1, 2, 3)$.

Задача № 25

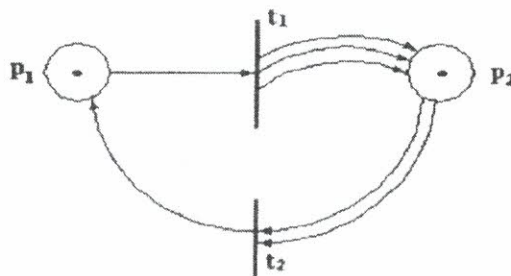
Задана СП.



Построить дерево достижимости и выяснить покрываемость для маркировки $\mu' = (2, 3)$.

Задача № 26

Задана СП.



Построить дерево достижимости.

Задача № 27

Построить СП, моделирующую работу транспортной системы, в которой перемещаются некоторые объекты между пунктами А, В, С. Перевозки из А в В осуществляются партиями по 5 либо 10 объектов, из В в С - партиями по 20 объектов, из А в С - партиями по 15 объектов.

Задача № 28

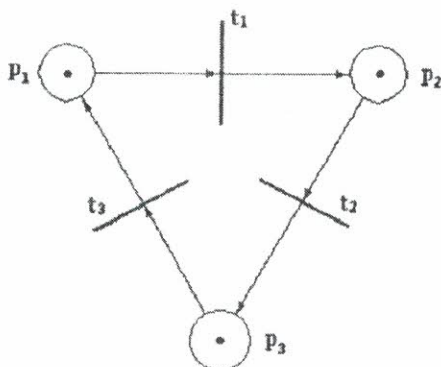
Построить четырехпозиционную СП, строго не сохраняющую, но сохраняющую относительно вектора весов $\bar{\omega} = (1, 3, 3, 1)$.

Задача № 29

Построить СП, моделирующую работу устройства, которое содержит 2 входа. По ним независимо поступают одинаковые объекты, случайно попадающие в один из трех накопителей. После того, как в каком-либо накопителе оказывается ровно 10 объектов, они одновременно удаляются из него на транспортер.

Задача № 30

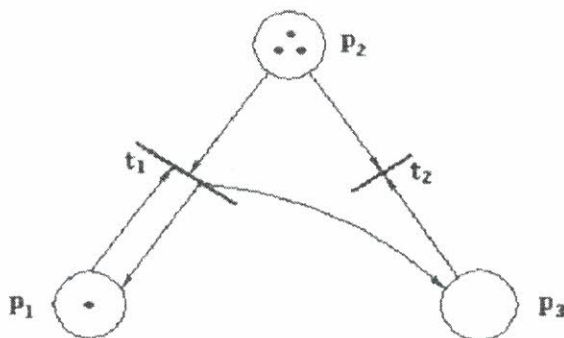
Задана СП.



Требуется построить дерево достижимости, исследовать ограниченность, сохраняемость и покрываемость для маркировки $\mu' = (2,2,2)$.

Задача № 31

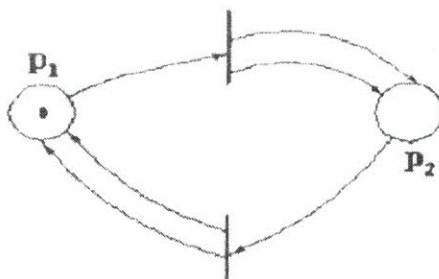
Задана СП.



Требуется построить дерево достижимости, исследовать ограниченность, сохраняемость и покрываемость для маркировки $\mu' = (0,0,3)$.

Задача № 32

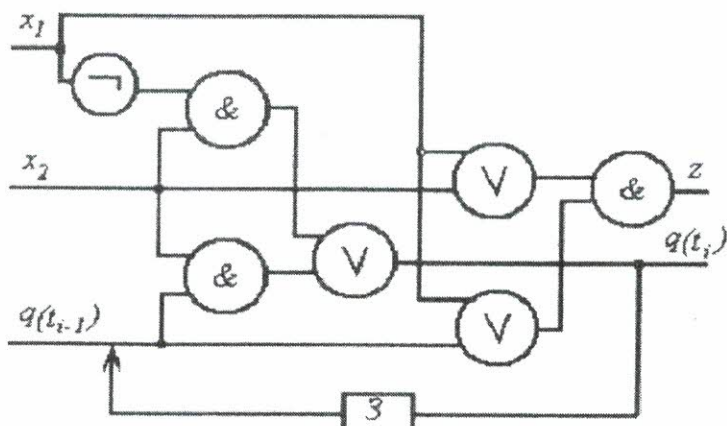
Задана СП.



Требуется построить дерево достижимости, исследовать ограниченность, сохраняемость и покрываемость для маркировки $\mu' = (11,10)$.

Задача № 33

Оптимизировать заданную схему двоичного автомата



Задача № 34

Автомат с множествами входов, выходов и внутренних состояний $X = \{a, b\}$, $Z = \{x, y, z\}$, $Q = \{Q_1, Q_2, Q_3, Q_4\}$ задан таблицей состояний

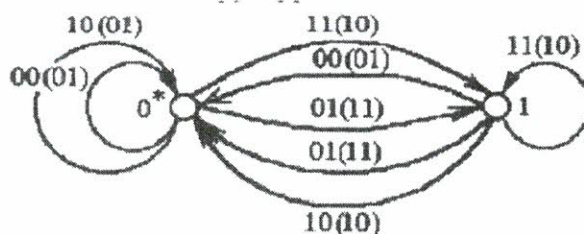
$x(t_i)$	$q(t_{i-1})$	$z(t_i)$	$q(t_i)$
a	Q_1	x	Q_2
b	Q_1	y	Q_2
a	Q_2	z	Q_3
b	Q_2	x	Q_1
a	Q_3	z	Q_2
b	Q_3	x	Q_4
a	Q_1	x	Q_3
b	Q_1	y	Q_3

Требуется:

- 1) проверить будет ли автомат сокращенным (если нет - произвести сокращение)
- 2) перейти к двоичному виду и построить оптимальную схему автомата.

Задача № 35

По заданному графу переходов построить автомат оптимальной структуры.



Задача № 36

Построить абсолютно оптимальную схему для двоичного инициального автомата Мили, имеющего два входа x_1, x_2 , два внутренних состояния q_1, q_2 и три выхода z_1, z_2, z_3 . Состояние q_1 инвертирует своё значение, если сумма входов x_1, x_2 равна нулю по модулю 2, иначе q_1 неизменно. Состояние q_2 принимает значение 1, если сумма x_1, x_2 и q_1 больше либо равна 2. Иначе $q_2 = 0$. Двоичное число z_1, z_2, z_3 равно сумме величин x_1, x_2, q_1, q_2 . Начальные значения внутренних состояний - единичные.

Задача № 37

Построить граф переходов, таблицу состояний и оптимальную схему двоичного автомата с входными и выходными множествами $X = Z = \{0, 1\}$, реализующего функцию $z(t_1) = \min(x(t_{i-1}), x(t_{i-2}))$.

В начальный момент времени $x(t_{i-1}) = 0, x(t_{i-2}) = 0$.

Задача № 38

Построить абсолютно оптимальную схему для двоичного инициального автомата Мили, имеющего три входа x_1, x_2, x_3 , три внутренних состояния q_1, q_2, q_3 и три выхода z_1, z_2, z_3 . Двоичное число q_1, q_2 , определяемое значениями состояний q_1, q_2 , равно сумме величин x_1, x_2, x_3 . Состояние q_3 равно значению импликации $x_1 \rightarrow x_2$.

Начальные значения внутренних состояний - нулевые. Двоичное число z_1, z_2, z_3 равно сумме величин $x_1, x_2, x_3, q_1, q_2, q_3$.

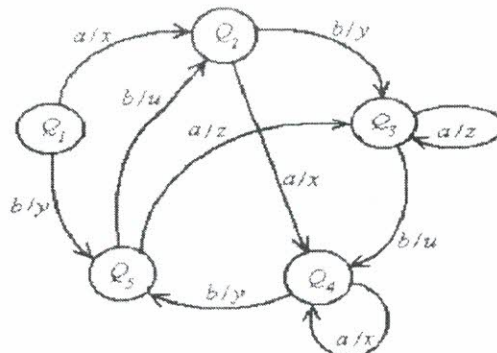
Задача № 39

Построить граф переходов, таблицу состояний и оптимальную схему двоичного автомата с входным и выходным множествами $X = Z = \{0, 1\}$, реализующего функцию $z(t_1) = \max(x(t_{i-1}), x(t_{i-3}))$.

В начальный момент времени $x(t_0) = 1, x(t_{i-1}) = 0, x(t_{i-2}) = 1$.

Задача № 40

Автомат с множествами входов, выходов и внутренних состояний $X = \{a, b\}$, $Z = \{x, y, z, u\}$, $Q = \{Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5\}$ задан графом переходов



Требуется:

- 1) проверить, будет ли автомат сокращенным (если нет - произвести сокращение),
- 2) перейти к двоичному виду и построить оптимальную схему автомата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Е.Б., Куцевич Н.А., Синенко О.В. SCADA-системы: взгляд изнутри. — М.: «РТСофт», — 2004. — 176 с.
2. Белов М.П., Земетов О.И., Козярук А.Е. и др. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. — М.: «Академия», — 2006. — 368 с.
3. Матвейкин В.Г., Фролов С.В., Шехтман М.Б. Применение SCADA-систем при автоматизации технологических процессов: Учеб. пособие. — М.-Тамбов: Машиностроение, — 2000. — 176 с.
4. Андреев Е.Б., Попадько В.Е. Программные средства систем управления технологическими процессами в нефтяной и газовой промышленности: Учебное пособие. — М.: ФГУП «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, — 2005. — 268 с.
5. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления. Учеб. пособие. — М.: Логос, — 2005. — 296с.
6. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. — М.: Горячая линия-Телеком, 2009. — 608 с., ил.
7. Парк Дж., Маккей С., Райт Э. Передача данных в системах контроля и управления: практическое руководство. — М.: ООО «Группа ИДТ», — 2007. — 480 с.
8. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Программирование систем числового программного управления: учебное пособие. — М.: Логос; Университетская книга; — 2008. — 344 с.
9. Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем. — М.: Физматлит, — 2002.
10. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Г. Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб.: Питер, — 2000.
11. Основы автоматизации машиностроительного производства. — Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др.: Учебн. пособ. для машиностроит. спец. Под ред. Ю.М.Соломенцева. — 3-е изд. — М.: Высш. Шк., — 2001. — 312с.
12. Автоматизация и механизация производства. — Б.И.Черпаков, Л.И.Верейна: Учебн. пособ. для студ. — М.: Академия, — 2004. — 384с.
13. Основы робототехники. Е.И. Юревич. -2-е изд. Перераб. и дополн. — С-Пет.: БХВ-Петербург, — 2005. — 416с.
14. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, — 2001. — 557 с.
15. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов:

Учебник для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», — 2005. — 304 с.

16. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. — М.: СОЛОН-Пресс, — 2004. — 256 с.

17. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», — 2005. — 528 с.

18. Афанасьев В.Н. и др. Математическая теория конструирования систем управления: Учеб. для вузов / В.Н.Афанасьев, В.Б.Калмановский, В.Р.Носов. - 2-е изд., доп. — М.: Высш.шк., — 1998.

19. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. — С-Пб.: Питер, — 2005.

20. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. — С-Пб.: Питер, — 2006.

21. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учеб. для вузов.— С-Пб.: Политехника, — 2003.

22. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. — С-Пб.: Профессия, — 2004.

23. Юревич В.И. Основы робототехники. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, — 2005.

24. Макаров И.М., Топчеев Ю.И. Робототехника: история и перспективы. — М.: Наука: Изд-во МАИ, — 2003.

25. Белов М.П., Земетов О.И., Козярук А.Е. и др. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. — М.: «Академия», — 2006. — 368 с.