

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Институт металлургии, машиностроения и транспорта

ПРОГРАММА

вступительного междисциплинарного экзамена в магистратуру

Направление подготовки:

*15.04.04 – «Автоматизация технологических
процессов и производств»*

Санкт-Петербург
2016

ПРОГРАММА
вступительного междисциплинарного экзамена в магистратуру
Направление 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ

РАЗДЕЛ 1: Теория автоматического управления

1. Пусть $x(t)$ -входной сигнал; $y(t)$ -выходной сигнал. Как найти переходную функцию?
 - а) задать $x(t)=1[t]$ и вычислить $y(t)$ при нулевых начальных условиях.
 - б) задать $x(t)=\delta[t]$ и вычислить $y(t)$ при нулевых начальных условиях.
 - в) задать $x(t)=1[t]$ и вычислить $y(t)$.
2. Операторная форма записи дифференциального уравнения имеет вид: $(p+1)y(t)=x(t)$.
Найти установившееся решение при $x(t)=1$ для $t>0$.
 - а) $1/(p+1)$
 - б) 1
 - в) 0.
3. Пусть $x(t)$ -входной сигнал, $y(t)$ -выходной сигнал. Как получить передаточную функцию?
 - а) вычислить преобразование Лапласа входного сигнала $X(p)$ и выходного $Y(p)$ и разделить $Y(p)$ на $X(p)$.
 - б) вычислить преобразование Лапласа входного сигнала $X(p)$ и выходного $Y(p)$ при нулевых начальных условиях и разделить $Y(p)$ на $X(p)$.
 - в) задать $x(t)=1$ при $t>0$, вычислить $y(t)$ и принять $G(p)=y(t)/x(t)$.
 - г) записать исходное дифференциальное уравнение в операторной форме: $y(t)=G(p)x(t)$ и найти $G(p)=y(t)/x(t)$.
4. Уравнение апериодического звена имеет вид:
 - а) $y(t)=kx(t)$;
 - б) $(Tp+1)y(t)=kx(t)$;
 - в) $y(t)=\exp(-t/T)x(t)$.
5. Характеристическое уравнение системы имеет вид: $p^3+3p+1=0$.
Выполнены ли достаточные условия устойчивости?
 - а) да
 - б) нет.
6. Дифференциальное уравнение системы имеет вид: $y'''+2y''+y'+5y=x$. Для этой системы:
 - а) выполняются условия критериев Стодолы и Гурвица.
 - б) выполняются условия критерия Стодолы и не выполняются условия критерия Гурвица.
 - в) не выполняются условия критериев Стодолы и Гурвица.
 - г) не выполняются условия критерия Стодолы, но выполняются условия критерия Гурвица.
7. При положительных значениях ЛАЧХ ЛФЧХ пересекает уровень -180° четное число раз.
Устойчива ли система?
 - а) да
 - б) нет
 - в) нельзя сказать определенно.
8. Записать закон управления, реализуемый ПИД-регулятором.
9. Совпадают или нет ЛАХ и асимптотическая ЛАХ для звена с передаточной функцией $G(p)=k/p^n$?
 - а) да
 - б) нет.
10. Время переходного процесса определяется при подаче входного сигнала $x(t)=$ _____
 - а) $1[t]$
 - б) t
 - в) $\delta(t)$.
11. При использовании ПИД-регуляторов минимально возможный уровень усиления сигнала ошибки определяет _____ составляющая.
 - а) пропорциональная
 - б) дифференциальная
 - в) интегральная
12. Импульсная система устойчива, если все корни характеристического уравнения _____
13. Укажите условие из критерия Попова
 - а) $\{(1+i\omega h)G(i\omega)\}+1/k > 0$
 - б) $\text{Re} \{(1+i\omega h)G(i\omega)\}+1/k > 0$
 - в) $\text{Im} \{(1+i\omega h)G(i\omega)\}+1/k > 0$
 - г) $\text{Re} \{(1+i\omega h)G(i\omega)\}+1/k < 0$
14. Метод гармонического баланса используется для определения _____

15. Передаточная функция разомкнутой части системы равна $G(p)=a/p$. Коэффициент ошибки c_1 равен:
 а) 0 б) a в) $1/a$ г) нет правильного ответа
16. Вход $x(n)=1(n)$ и выход $y(n)$ импульсного звена связаны уравнением $y(n+2)+2y(n+1)+y(n)=x(n)$. $Y(z)=Z\{y(n)\}$ равно:
 а) $1/(z+1)^2$ б) $(z+1)^2$ в) $z/(z+1)^2$ г) $(z+1)^2/z$
17. Z-преобразование функции $y(t)$ равно $Y(z) = \frac{z+1}{z^2+z+1} \cdot y(3) =$
 а) 1; б) 0; в) $1/2$; г) $-1/2$; д) -1 ; е) 0;
 ж) нет правильного варианта.
18. Операторная форма записи дифференциального уравнения имеет вид $(p^2+p+1)y(t)=(p+1)x(t)$. Как выглядит дифференциальное уравнение?
19. Дифференциальное уравнение имеет вид: $3\ddot{y} + 5\dot{y} + y = 2\dot{x}$.
 Приведите его операторную форму записи.
20. Записать характеристическое уравнение системы, передаточная функция которой имеет вид $G(p)=(p+1)/(p^2+3p+2)$.
21. Запишите выражение для первой прямой разности функции $x(n)$.
22. Найдите выражение для решетчатой функции $f(n)$, если ее Z-преобразование имеет вид $F(z)=z/(z+1)$.
23. На объект с передаточной функцией $F(z)=z/(z-1)$ действует входной сигнал $x(n)=1(n)$. Определите выходной сигнал $y(n)$.
24. Запишите основное уравнение гармонического баланса.
25. Запишите условия эквивалентности метода гармонического баланса и гармонической линеаризации для нелинейной системы с однозначной нечетной нелинейностью.
26. В типовую структуру автоматического управления не входит:
 а) объект управления;
 б) управляющее устройство;
 в) релейный регулятор;
 г) исполнительное устройство;
 д) измерительное устройство.
27. Частота среза – это:
 а) частота пересечения ЛФЧХ с линией минус 180 градусов;
 б) частота пересечения ЛАЧХ с линией минус 180 градусов;
 в) частота, на которой ЛАЧХ равна 1;
 г) частота, на которой ЛАЧХ равна 0;
 д) частота, на которой ЛФЧХ равна 0.
28. Если характеристическое уравнение системы имеет коэффициенты разных знаков, то:
 а) об устойчивости системы судить нельзя;
 б) система находится на границе устойчивости;
 в) система неустойчива;
 г) система устойчива;
 д) устойчива в малом, но неустойчива в целом.
29. По параметрам разомкнутой системы судят об устойчивости замкнутой, используя критерий:
 а) Боде; б) Найквиста; в) Рауса;
 г) Михайлова; д) Стодолы.
30. АФЧХ дифференцирующего звена представляет собой:
 а) круг; б) точку; в) прямую линию;
 г) эллипс; д) спираль.
31. Что является оригиналом передаточной функции?
 а) кривая разгона;
 б) частотная функция;

44. По какому критерию рассчитывают мощность АД?
- по механическим характеристикам нагрузки;
 - по быстродействию;
 - по параметрам источника питания.
45. Серводвигатели используют для:
- получения высоких угловых скоростей;
 - получения высоких движущих моментов;
 - для обеспечения заданных законов движения.
46. Линейные пьезоэлектрические двигатели применяют для перемещения исполнительного органа на расстояния порядка:
- 10...100 мм
 - 1...10 мм
 - 0,001...1 мм
47. Магнитострикционные линейные двигатели применяют для обеспечения малых перемещений:
- 10...100 мм
 - 0...10 мм
 - 0,001...0,2 мм
48. Магнитострикционные линейные двигатели малых перемещений работают в полосе пропускания:
- 0,1...1 Гц
 - 1...1000 Гц
 - до 20 кГц
49. С помощью частотного преобразователя (инвертора) номинальную частоту вращения вала можно:
- увеличить;
 - уменьшить;
 - уменьшить или увеличить.
50. Частотный преобразователь (инвертор) для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором позволяет:
- задавать закон разгона якоря;
 - задавать закон торможения;
 - задавать законы движения выходного вала.
51. Асинхронный трехфазный двигатель с короткозамкнутым ротором и номинальной частотой вращающегося вала 1440 об/мин может иметь максимальную частоту вращения выходного вала при номинальном моменте:
- 1440 об/мин;
 - 1600 об/мин;
 - 2880 об/мин.
52. Угловой шаг серийного шагового двигателя составляет:
- 0,01...1,00 град;
 - 1...4 град;
 - 30...60 град.
53. Температура корпуса асинхронного электродвигателя в процессе работы обычно имеет значение:
- 0...20 град. С;
 - 0...70 град. С;
 - 0...250 град. С.
54. Основным достоинством вращательных пьезодвигателей является:
- большой вращающий момент;
 - бесшумность работы в диапазоне 20-20000 Гц
 - высокая угловая скорость.
55. Пьезодвигатель может обеспечить угловое разрешение:
- 1 угловой градус;
 - 1 угловую минуту;
 - 1 угловую секунду.
56. В современных трехфазных асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором при работе от трехфазной сети 380В обмотки соединяются:
- звездой;
 - треугольником;
 - последовательно.
57. Механическая характеристика привода отражает зависимость _____ от _____.
58. Электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением имеют _____ механическую характеристику.
59. Для привода транспортных средств обычно используют электродвигатели _____
60. Мощность двигателей при переменной нагрузке рассчитывается методом _____
61. Электронный блок, обеспечивающий регулирование частоты переменного тока и предназначенный для питания асинхронного двигателя, называется _____
62. Максимальный момент асинхронного двигателя ограничен величиной _____

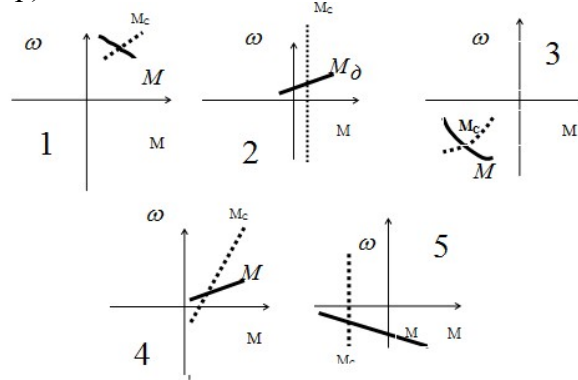
63. Для обеспечения надежного позиционирования вала асинхронного двигателя внутри него устанавливается _____
64. Отношение максимального и номинального моментов на валу асинхронного двигателя составляет _____
65. Активным статическим моментом нагрузки называется момент:
- величина которого связана с частотой вращения квадратичной зависимостью;
 - величина которого не зависит от частоты вращения;
 - знак которого изменяется при изменении направления вращения рабочего органа;
 - знак которого не зависит от направления вращения рабочего органа;
 - величина которого зависит от угла поворота рабочего органа.
66. Какой вид имеет уравнение движения?
- $M_{об} - M_C = J$;
 - $M_{об} - M_C = \omega \frac{dJ}{dt}$;
 - $M_{об} - M_C = J \frac{d\omega}{dt}$;
 - $M_{об} - J = M_C \frac{d\omega}{dt}$;
 - $M_{об} - M_C = \frac{dJ}{d\omega}$.
67. Каким выражением определяется величина статического момента нагрузки, приведенного к валу двигателя?
- $M_{СП} = \frac{M_C}{i^2}$;
 - $M_{СП} = \frac{M_C^2}{i^2}$;
 - $M_{СП} = \frac{M_C^2}{i}$;
 - $M_{СП} = \frac{M_C}{i}$;
 - $M_{СП} = \frac{M_C}{i+1}$.
68. Чем определяется максимально допустимая температура обмоток двигателя?
- Температурой окружающей среды;
 - Нагрузкой двигателя;
 - Способом охлаждения;
 - Типом изоляционных материалов;
 - Материалом магнитопровода.
69. Для реализации режима динамического торможения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением необходимо:
- чтобы частота вращения двигателя под действием статического момента нагрузки превысила значение частоты вращения холостого хода.
 - отключить цепь якоря от сети.
 - отключить цепь якоря двигателя от сети и замкнуть ее на сопротивление.
 - изменить полярность напряжения, подводимого к цепи якоря.
 - включить в цепь якоря дополнительное сопротивление.
70. Реактивным статическим моментом нагрузки называется момент:
- величина которого связана с частотой вращения квадратичной зависимостью;
 - величина которого не зависит от частоты вращения;
 - знак которого изменяется при изменении направления вращения рабочего органа;
 - знак которого не зависит от направления вращения рабочего органа;
 - величина которого зависит от угла поворота рабочего органа.
71. Какие варианты соответствуют номинальным режимам работы двигателя S1, S2 и S3?
- Температура двигателя за время работы не успевает дорасти до установившегося значения, а за время паузы не успевает снизиться до температуры окружающей среды.
 - Температура двигателя за время работы успевает дорасти до установившегося значения, а за время паузы не успевает снизиться до температуры окружающей среды.
 - Температура двигателя за время работы не успевает дорасти до установившегося значения, а за время паузы успевает снизиться до температуры окружающей среды.
 - Температура двигателя за время работы успевает дорасти до установившегося значения, время паузы не лимитируется.
 - Температура двигателя за время работы не успевает дорасти до установившегося значения, а за время паузы остается постоянной.

Режим работы двигателя

S1 S2 S3

- а) 5 4 1, 2
 б) 2, 4 3 1
 в) 3 2 4
 г) 1, 2 5 3

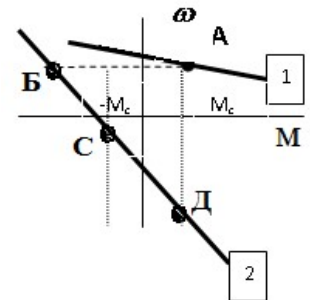
72. На рисунках ниже приведены механические характеристики двигателей (сплошные линии) и нагрузки (пунктир). Устойчиво ли движение такой механической системы?



- | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| а) | Нет | Да | Нет | Да | Нет |
| б) | Да | Нет | Да | Нет | Да |
| в) | Да | Нет | Да | Да | Нет |
| г) | Нет | Да | Да | Нет | Да |

73. Двигатель (см.рис.) работает на характеристике 1 в точке А, а затем переключается на характеристику 2. В какой точке характеристики 2 наступит новый установившийся режим работы при активном моменте сопротивления на валу и какому режиму работы двигателя он будет соответствовать?

- Д – двигательный режим работы;
 ГТ – генераторный режим работы с отдачей энергии в сеть - режим рекуперативного торможения;
 ПВ – режим торможения противовключением
 ДТ – режим динамического торможения

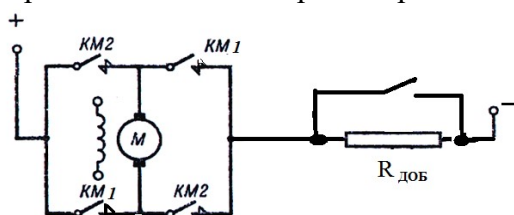


- а) Точка Б, режим Д
 б) Точка Б, режим ГТ
 в) Точка С, режим ПВ
 г) Точка С, режим ДТ
 д) Точка Д, режим ГТ
 е) Точка Д, режим ПВ

74. Какой вид имеет уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением?

- а) $\omega = \frac{U_{я}^2}{K^2 \Phi^2} - \frac{R_{я}}{K \Phi} \times M$ б) $\omega = \frac{U_{я}}{K \Phi} - \frac{R_{я}}{K \Phi} \times M$
 в) $\omega = \frac{U_{я}}{K^2 \Phi^2} + \frac{R_{я}}{K^2 \Phi^2} \times M$ г) $\omega = \frac{U_{я}}{K \Phi} + \frac{R_{я}}{K^2 \Phi^2} \times M$
 д) $\omega = \frac{U_{я}}{K \Phi} - \frac{R_{я}}{K^2 \Phi^2} \times M$

75. Определить добавочное сопротивление ($R_{доб}$, Ом), которое надо включить в цепь якоря двигателя постоянного тока независимого возбуждения, работающего на естественной характеристике при номинальной нагрузке, чтобы при реверсе скорости в момент переключения ток якоря был равен $2I_{ном}$.



Двигатель имеет следующие номинальные данные:

$$U_{ном}=220 \text{ В}, \quad I_{я ном}=100 \text{ А},$$

$$R_{я}=0.2 \text{ Ом}, \quad \omega_{ном} = 100 \text{ рад/с}.$$

РАЗДЕЛ 3: Оборудование автоматизированных производств

76. Что называется цикловой производительностью?

- количество изделий, выпускаемых за рабочий ход машины,
- количество изделий, отнесенное к единице времени работы машины,
- количество изделий, выпускаемых за время рабочих ходов машины и не совмещенных с рабочими ходами холостых ходов,
- количество изделий, выпускаемых за время рабочих ходов машины и совмещенных с рабочими ходами холостых ходов.

77. Что характеризует высокая технологическая производительность автоматической линии?

- отсутствие в автоматической линии холостых ходов механизмов,
- высокую интенсивность режима обработки,
- отсутствие межоперационных накопителей,
- высокую надежность машины.

78. Что характеризует коэффициент производительности машины?

- совершенство технологического процесса,
- соотношение между временем холостых ходов и временем цикла машины,
- соотношение между временем рабочих ходов и временем цикла машины.

79. Как определяется коэффициент использования машины?

- как доля времени за период наблюдения, в течение которой машина работает,
- как доля времени за период наблюдения, в течение которой машина выпускает годную продукцию,
- как количество продукции, выпущенное за период наблюдения.

80. Как влияет выпуск брака на цикловую производительность машин?

- снижает,
- увеличивает,
- не влияет.

81. Почему машины непрерывного действия предпочтительны в применении?

- поскольку они не имеют потерь по холостым ходам,
- поскольку они всегда имеют высокую производительность.

82. Какие технологические ограничения имеет дифференциация технологического процесса?

- не обеспечивает высокой точности обработки и нерациональна при значительных габаритах изделий,
- требует значительных производственных площадей и межоперационного транспорта,
- увеличивает незавершенное производство.

83. Почему при последовательном агрегатировании небольшого числа рабочих позиций широкое распространение получила карусельная схема?

- из-за упрощения транспортирования и базирования объектов обработки,
- из-за значительной грузоподъемности карусели,

84. Каким образом дифференцируют техпроцесс при последовательном агрегатировании?
- а) уравнивают времена рабочих и холостых ходов механизмов на позициях,
 - б) уравнивают времена транспортирования между позициями,
 - в) минимизируют времена загрузки и разгрузки машины.
85. К какому типу машин относятся роторные автоматы?
- а) к машинам непрерывного действия,
 - б) к машинам циклического действия.
86. В каких случаях следует применять автоматы последовательно-параллельного действия?
- а) когда длительность одной из операций техпроцесса велика по отношению к другим, имеющим близкие времена,
 - б) когда длительность одной из операций техпроцесса велика по отношению к другим и ее невозможно дифференцировать, в отличие от остальных.
 - в) в большинстве автоматов.
87. Какую функцию в роторных автоматах выполняет копир?
- а) задает циклограмму работы механизмов,
 - б) синхронизирует работу загрузочных и технологического роторов,
 - в) функцию управления и контроля за работой механизмов.
88. Почему розлив жидкостей часто осуществляют на роторных или роторно-конвейерных линиях?
- а) ввиду высокой производительности;
 - б) из-за невысокой стоимости таких линий в условиях их серийного производства.
89. Какова основная цель применения межоперационных заделов-накопителей?
- а) компенсация различной цикловой производительности машин, установленных в линии,
 - б) уменьшение влияния отказов оборудования установленного в линии на производительность линии,
 - в) компенсация различной технологической производительности машин, установленных в линии.
90. Какие признаки определяют серийное производство?
- а) циклическое производство изделий на одном и том же оборудовании,
 - б) производство небольшой номенклатуры изделий с заранее определенной циклическостью
 - в) производство изделий в объемах, меньших, чем в случае массового производства.
91. Какие автоматические линии обеспечивают максимальную производительность?
- а) ГПС,
 - б) роторные линии,
 - в) тактовые автоматические линии.
92. Чем определяется коэффициент гибкости ГПС?
- а) количеством типоразмеров деталей выпускаемых на ГПС,
 - б) разнотипностью деталей, выпускаемых на ГПС,
 - в) временем переналадки ГПС при переходе с одного типа деталей на другой,
 - г) временем технологического цикла, временем переналадки и количеством типоразмеров деталей,
 - д) временем переналадки и количеством типоразмеров деталей.
93. Какое назначение в условиях ГПК имеет стол-спутник?
- а) это приспособление для базирования деталей вне рабочей зоны станка, обеспечивающее последующее быстрое базирование на самом станке,
 - б) это сменный стол станка,
 - в) это приспособление для транспортирования деталей в условиях ГПС.
94. Какие основные изображения должна включать принципиальная технологическая схема машины?
- а) эскизы заготовок, деталей и структуру машины,
 - б) изображения операций и переходов на каждой позиции и эскизы заготовок и деталей,
 - в) структуру машины с обозначением основных операций.

95. Что отражает принципиальная кинематическая схема машины?
 а) основные кинематические элементы, входящие в состав схемы и взаимосвязи между ними,
 б) полный состав кинематических элементов машины и характер передачи движения между ними.
96. В чем заключаются главные преимущества применения пневмопривода в машинах?
 а) в отсутствии сложных кинематических цепей и прямой безредукторный привод,
 б) в более высокой степени унификации по отношению к электроприводу и модульность построения,
 в) в высоких удельных характеристиках пневмопривода по отношению к электроприводу.
97. Какую функцию в пневматической схеме выполняет распределитель?
 а) управляет последовательностью работы пневмодвигателей,
 б) коммутирует пневмосеть с исполнительным пневмодвигателем,
98. Какое устройство обеспечивает управление скоростью вращения типовых мотор-редукторов?
 а) управляемый выпрямитель
 б) преобразователь частоты.
99. Какое устройство обеспечивает программное управление в механических устройствах управления?
 а) кулачковый вал,
 б) кулачковая муфта,
 в) путевого датчик
100. Перечислите критерии выбора высокого уровня автоматизации технологического процесса

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

РАЗДЕЛ 1: Теория автоматического управления

Основная литература

1. Юревич Е.И. Теория автоматического управления : учебник для вузов по направлению подготовки "Системный анализ и управление" / Е. И. Юревич .— 3-е изд. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2007. 560 с.
2. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы / И.В. Мирошник. — СПб.: Питер, 2005.
3. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы / И.В. Мирошник. — СПб.: Питер, 2005
4. Управление техническими системами: учеб. пособие для вузов / Ю. В. Галышев, Л. Е. Магидович, В. В. Румянцев. — СПб. : Изд-во Поли-техн. ун-та, 2005

Дополнительная литература

5. Блехман И.И. Управление мехатронными вибрационными установками / И.И. Блехман, А.А. Фрадков. — СПб.: Наука, 2001.
6. Бурдаков С.Ф. Системы управления движением колесных роботов / С.Ф. Бурдаков, И.В. Мирошник, Р.Э. Стельмаков. — СПб.: Наука, 2001.
7. Мирошник И.В. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами / И.В. Мирошник, В.О. Никифоров, А.Л. Фрадков. — СПб.: Наука, 2001.
8. Бурдаков С.Ф. Управление колебаниями в кинематических робототехнизах / С.Ф. Бурдаков. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008.
9. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления / А.А. Первозванский. — М.: Наука, 2009.

10. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. Издание третье, исправленное. Москва, издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1975
11. Гудвин Г.К., Гребен С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления. М.: Бином, Лаборатория базовых знаний, 2004.
12. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления – М.: Бином, Лаборатория базовых знаний, 2004.

РАЗДЕЛ 2: Электрические приводы

Основная литература

1. Егоров Ю.Н., Семенов И.М. Электропривод и автоматика. Электрические приводы технологических машин: Учеб. пособие.- Изд-во Политехн. ун-та, 2008.-234 с.
2. Егоров Ю.Н. Приводы автоматизированных систем. Электроприводы и управление в технологических машинах: учеб. пособие/ Ю. Н. Егоров, И.М.Семенов. – СПб.: изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 342 с.

Дополнительная литература

3. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов. Машиностроение, 1990
4. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода: Учебник для вузов.- СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000.

РАЗДЕЛ 3: Оборудование автоматизированных производств

Основная литература

1. А.Н. Попов, А.Н. Тимофеев. Технологические процессы в машиностроении. Часть 1. Общие принципы проектирования технологических машин. Учеб. пособие, СПб, СПбГПУ, 2010.
2. М.Т. Коротких, А.Н. Попов. Технологические процессы в машиностроении. Часть 2. Техпроцессы дискретного и непрерывного производства. Учеб. по-сobie, СПб, СПбГПУ, 2009.
3. Васильев В.Л., Прокопенко В.А., Тисенко В.Н. Технологическое оснащение автоматизированных производств. Учебное пособие.- Л.:ЛГТУ, 1991.-204с.

Дополнительная литература

4. Волков А.Н. Проектирование робототехнических систем. Учебное пособие. СПб: Изд-во Политехнического университета, 2012 г. – 370 с.
5. Процессы формообразования. Обработывающее и измерительное оборудование : учеб. пособие / М. Т. Коротких, Д. Ю. Кряжев — М.: Оргсервис 2000, 2007.