

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
**Институт металлургии, машиностроения и транспорта**

УТВЕРЖДАЮ  
\_\_\_\_\_  
Директор ИММ и Т  
А.А. Попович  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

## **ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру  
по направлению  
15.04.06 Мехатроника и робототехника**

Санкт-Петербург

2017

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.04 “Автоматизация технологических процессов и производств” и 15.03.06 “Мехатроника и робототехника”, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру.

Составители: Зав.каф. “Автоматы”, проф., д.т.н. А.Н.Волков, зав. каф. МиР д.т.н. А.В. Лопота, проф., д.т.н. А.Н.Тимофеев, доц., к.т.н. М.Н. Полищук, доц., к.т.н., В.Н. Уланов

Руководитель ОП



А.Н.Волков

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методическим советом института (протокол № 1 от «21» сентября 2017 г.).

# 1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

- 1.1. Теория автоматического управления
- 1.2. Мехатронные модули и системы в обрабатывающем и измерительном оборудовании
- 1.3 Электрические приводы мехатронных устройств
- 1.4. Электротехника и электроника.
- 1.5. Детали роботов, мехатронных устройств и их конструирование.
- 1.6. Управление роботами, мехатронными устройствами и их программное обеспечение.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

### 2.1. Теория автоматического управления

Темы (вопросы)

1. Основные понятия и элементы теории управления техническими системами. Статика систем управления.
2. Математический аппарат исследования систем автоматического управления.
3. Устойчивость линейных систем управления.
4. Качество процессов управления.
5. Синтез систем управления.
6. Нелинейные системы автоматического управления.
7. Дискретные системы автоматического управления.

Примеры тестов:

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?







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., Гребне 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.

## 2.2 Мехатронные модули и системы в обрабатывающем и измерительном оборудовании

38. Структурная группа – это кинематическая цепь, у которой:
- а) число степеней подвижности равно нулю;
  - б) число независимых входов совпадает с числом степеней подвижности;
  - в) число независимых входов совпадает с числом звеньев цепи.
39. Какая зубчатая передача передает вращение между скрещивающимися осями?
- а) коническая передача;
  - б) червячная передача;
  - в) косозубая цилиндрическая передача.
40. Силовой расчет механизма производится, начиная:
- а) с первой структурной группы;
  - б) с последней структурной группы;
  - в) в любом порядке.
41. Механизм с регулируемым передаточным отношением называется:
- а) вариатором;
  - б) редуктором;
  - в) мультипликатором.
42. Какие подшипники воспринимают только осевые нагрузки?
- а) радиально-упорные подшипники;
  - б) упорные подшипники;
  - в) радиальные подшипники.
43. Образование механизма начинается с присоединения к стойке:
- а) любой структурной группы;
  - б) группы Ассура;
  - в) группы Коловского.
44. Эвольвента – траектория любой точки, принадлежащей:
- а) окружности, перекатываемой по прямой без скольжения;
  - б) окружности, перекатываемой по окружности без скольжения;
  - в) прямой, перекатываемой по окружности без скольжения.
45. Приведенный момент сопротивления  $Q_c(q)$  определяется из выражения для:
- а) работы сил сопротивления и сил инерции на возможном перемещении;
  - б) работы сил сопротивления на возможном перемещении;
  - в) кинематической энергии машинного агрегата.
46. Какая передача обеспечивает предохранение от перегрузок?
- а) цепная передача;
  - б) зубчатая передача;
  - в) ременная передача.
47. Максимальная нагрузка на валы возникает при использовании:
- а) ременной передачи;
  - б) зубчатой передачи;
  - в) фрикционной передачи.
48. Какая муфта не относится к сцепным управляемым муфтам?
- а) фрикционная муфта;
  - б) зубчатая муфта;
  - в) втулочно-пальцевая муфта.



49. Основным расчетом для соединений призматическими шпонками является расчет:

а) на сдвиг; б) на срез; в) на смятие.

50. Особые положения одноподвижного механизма характеризуется тем, что:

а) в них невозможно перемещение выходного звена при приложении к входному звену движущих сил;

б) положение выходного звена становится неопределенным;

в) возможны оба варианта.

51. Установка маховика на вал двигателя приводит к:

а) снижению коэффициента неравномерности вращения;

б) знакопостоянству крутящего момента на выходном валу передаточного механизма;

в) устранению перекадки зазоров в зубчатых передачах.

52. Знакопостоянство крутящего момента на выходном валу передаточного механизма обеспечивает:

а) отсутствие перекадки зазоров в зубчатых передачах;

б) минимальные напряжения при расчете зубьев колес на изгиб;

в) необходимую прочность валов, входящих в состав передаточного механизма, при расчете на кручение.

53. По скольким координатам возможна интерполяция при обработке заготовки на современном токарном станке с ЧПУ:

а) по 2-ум; б) по 3-ём; в) по 4-ём; г) по 5-ти; д) по 6-ти.

54. В каких случаях рационально применять металлорежущее оборудование с позиционной системой числового программного управления:

а) в массовом производстве ступенчатых валиков;

б) в единичном производстве сложноконтурных плоских заготовок;

в) при обработке отверстий в печатных платах, изготавливаемых в условиях серийного производства;

г) в единичном производстве штампов и прессформ.

55. Сколько шпинделей может иметь токарный станок с ЧПУ:

а) один;

б) два;

в) более двух.

56. Какова достижимая точность позиционирования инструмента на современных металлорежущих станках с ЧПУ:

а) 0,01мм;

б) 0,001мм;

в) 0,0001мм.

57. Какие процессы резания металла можно реализовать на современных токарных станках с ЧПУ?

а) точение, фрезерование, гибка, сверление;

б) точение, фрезерование, шабрение, сверление;

в) точение, фрезерование, закалка ТВЧ, сверление;

г) точение, фрезерование, лазерная резка, сверление.

58. Перечислите основные функциональные элементы (устройства) универсального токарного станка.

59. Перечислите основные функциональные элементы (устройства) универсального фрезерного станка.

60. Перечислите факторы, обеспечивающие повышение производительности при обработке на токарном двухшпиндельном станке с ЧПУ, по сравнению с одношпиндельным станком.
61. Какие дополнительные движения осуществляются в расточных станках по сравнению с фрезерными?
62. Возможно ли на современном токарном станке с ЧПУ обрабатывать на валах пазы под сегментные шпонки и, если возможно, то каким инструментом?

### **Литература для подготовки:**

#### Основная литература

1. Коловский М.З. Теория механизмов и машин: учебник для студентов учреждений высш. проф. образования / М.З. Коловский, А.Н. Евграфов, Ю.А. Семенов, А.В. Слоущ. 4-е изд., испр. М.: Изд.центр «Академия», 2013. 560 с.
2. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х томах./ А.С.Проников, О.И.Аверьянов, Ю.С.Аполлонов и др.; Под общ.ред. А.С.Проникова. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана: Машиностроение, 1994. – 444с.

#### Дополнительная литература

2. Коловский М.З., Слоущ А.В. Основы динамики промышленных роботов. М.: Наука, 1988. 240 с.
3. Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 1989.: 654 с.

### 2.3. Электрические приводы мехатронных устройств

Темы (вопросы):

1. Назначение, состав и особенности объектов управления электрических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем.
2. Виды, классификация и особенности исполнительных приводов мехатронных и робототехнических систем.
3. Передачи мехатронных и робототехнических систем.
4. Электрические приводы.
5. Устройство, принципы действия и основные характеристики современных измерительных элементов электрических приводов мехатронных и робототехнических систем.
6. Принципы построения и особенности функционирования силовых и управляющих электронных устройств исполнительных приводов мехатронных и робототехнических систем.
7. Устройства коммутации и защиты электроприводов.
8. Принципы построения компьютерной управляющей части электрических приводов мехатронных и робототехнических систем.

Примеры тестов:

63. Что отражает механическая характеристика электропривода?
- а) зависимость угла поворота выходного звена от момента нагрузки;
  - б) зависимость угловой скорости выходного звена от величины приведенного к нему момента сил сопротивления;
  - в) зависимость момента на выходном валу электродвигателя от величины тока.
64. Электродвигатель постоянного тока имеет:
- а) жесткую механическую характеристику;
  - б) мягкую механическую характеристику;
  - в) механическую характеристику, зависящую от способа возбуждения.
65. Асинхронный электродвигатель может иметь:
- а) фазный ротор;
  - б) возбуждение от постоянных магнитов;
  - в) линейные тяговые характеристики.
66. Синхронная скорость асинхронного электродвигателя определяется:
- а) величиной напряжения на статоре;
  - б) частотой напряжения питания;
  - в) сопротивлением обмотки статора.
67. Стабильность скорости электродвигателя при изменении нагрузки будет выше:
- а) у двигателя с жесткой механической характеристикой;
  - б) у двигателя с мягкой механической характеристикой;
  - в) не зависит от жесткости характеристики.
68. Шаговые электродвигатели обычно используются:
- а) в «замкнутых» системах следящего электропривода;
  - б) в «разомкнутых» системах следящего электропривода;
  - в) для обеспечения высокого тягового момента при шаговом перемещении.
69. По какому критерию рассчитывают мощность АД?

а) по механическим характеристикам нагрузки;

б) по быстродействию;

в) по параметрам источника питания.

70. Серводвигатели используют для:

а) получения высоких угловых скоростей;

б) получения высоких движущих моментов;

в) для обеспечения заданных законов движения.

71. Линейные пьезоэлектрические двигатели применяют для перемещения исполнительного органа на расстояния порядка:

а) 10...100 мм

б) 1...10 мм

в) 0,001...1 мм

72. Магнитострикционные линейные двигатели применяют для обеспечения малых перемещений:

а) 10...100 мм

б) 0...10 мм

в) 0,001...0,2 мм

73. Магнитострикционные линейные двигатели малых перемещений работают в полосе пропускания:

а) 0,1...1 Гц

б) 1...1000 Гц

в) до 20 кГц

74. С помощью частотного преобразователя (инвертора) номинальную частоту вращения вала можно:

а) увеличить;

б) уменьшить;

в) уменьшить или

увеличить.

75. Частотный преобразователь (инвертор) для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором позволяет:

а) задавать закон разгона якоря;

б) задавать закон торможения;

в) задавать законы движения выходного вала.

76. Асинхронный трехфазный двигатель с короткозамкнутым ротором и номинальной частотой вращения 1440 об/мин может иметь максимальную частоту вращения выходного вала при номинальном моменте:

а) 1440 об/мин;

б) 1600 об/мин;

в) 2880 об/мин.

77. Угловой шаг серийного шагового двигателя составляет:

а) 0,01...1,00 град;

б) 1...4 град;

в) 30...60 град.

78. Температура корпуса асинхронного электродвигателя в процессе работы обычно имеет значение:

а) 0...20 град. С;

б) 0...70 град. С;

в) 0...250 град. С.

79. Основным достоинством вращательных пьезодвигателей является:

а) большой вращающий момент;

б) бесшумность работы в диапазоне 20-20000 Гц

в) высокая угловая скорость.

80. Пьезодвигатель может обеспечить угловое разрешение:

а) 1 угловой градус;

б) 1 угловую минуту;

в) 1 угловую секунду.

81. В современных трехфазных асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором при работе от трехфазной сети 380В обмотки соединяются:

а) звездой;

б) треугольником;

в) последовательно.

82. Механическая характеристика привода отражает зависимость \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

83. Электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением имеют \_\_\_\_\_ механическую характеристику.

84. Для привода транспортных средств обычно используют электродвигатели \_\_\_\_\_

85. Мощность двигателей при переменной нагрузке рассчитывается методом \_\_\_\_\_

86. Электронный блок, обеспечивающий регулирование частоты переменного тока и предназначенный для питания асинхронного двигателя, называется \_\_\_\_\_

87. Максимальный момент асинхронного двигателя ограничен величиной \_\_\_\_\_

88. Для обеспечения надежного позиционирования вала асинхронного двигателя внутри него устанавливается \_\_\_\_\_

89. Отношение максимального и номинального моментов на валу асинхронного двигателя составляет \_\_\_\_\_

90. Активным статическим моментом нагрузки называется момент:

- а) величина которого связана с частотой вращения квадратичной зависимостью;
- б) величина которого не зависит от частоты вращения;
- в) знак которого изменяется при изменении направления вращения рабочего органа;
- г) знак которого не зависит от направления вращения рабочего органа;
- д) величина которого зависит от угла поворота рабочего органа.

91. Какой вид имеет уравнение движения?

- а)  $M_{\text{дв}} - M_c = J$ ;
- б)  $M_{\text{дв}} - M_c = \omega \frac{dJ}{dt}$ ;
- в)  $M_{\text{дв}} - M_c = J \frac{d\omega}{dt}$ ;
- г)  $M_{\text{дв}} - J = M_c \frac{d\omega}{dt}$ ;
- д)  $M_{\text{дв}} - M_c = \frac{dJ}{d\omega}$ .

92. Для остановки электродвигателя постоянного тока можно использовать тормозные режимы:

- а) противовключения;
- б) рекуперативное торможение;
- в) любой из них

93. Чем определяется максимально допустимая температура обмоток двигателя?

- а) Температурой окружающей среды;
- б) Нагрузкой двигателя;
- в) Способом охлаждения;
- г) Типом изоляционных материалов;
- д) Материалом магнитопровода.

94. Нарисуйте схему соединения обмоток трехфазного двигателя «треугольником». Изобразите соответствующее положение перемычек в распределительной коробке.

95. Нарисуйте схему соединения обмоток трехфазного двигателя «звездой». Изобразите соответствующее положение перемычек в распределительной коробке.

96. Реактивным статическим моментом нагрузки называется момент:

- а) величина которого связана с частотой вращения квадратичной зависимостью;
- б) величина которого не зависит от частоты вращения;
- в) знак которого изменяется при изменении направления вращения рабочего органа;
- г) знак которого не зависит от направления вращения рабочего органа;
- д) величина которого зависит от угла поворота рабочего органа.

97. Определите скорость (частоту вращения)  $n$ , об/мин четырехполюсного синхронного электродвигателя при частоте питающего тока  $f=30$ Гц.

98. Определите скорость (частоту вращения)  $n$ , об/мин двухполюсного асинхронного электродвигателя при скольжении  $S=0,1$ .

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

а) 
$$\omega = \frac{U^2}{K^2 \Phi^2} - \frac{R_{\text{я}}}{K \Phi} \times M$$

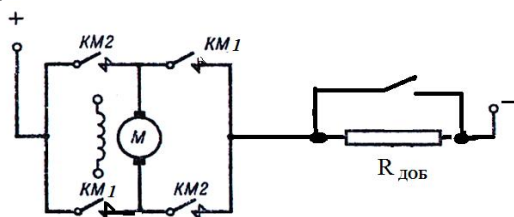
б) 
$$\omega = \frac{U_{\text{я}}}{K \Phi} - \frac{R_{\text{я}}}{K \Phi} \times M$$

в) 
$$\omega = \frac{U_{\text{я}}}{K^2 \Phi^2} + \frac{R_{\text{я}}}{K^2 \Phi^2} \times M$$

г) 
$$\omega = \frac{U_{\text{я}}}{K \Phi} + \frac{R_{\text{я}}}{K^2 \Phi^2} \times M$$

д) 
$$\omega = \frac{U_{\text{я}}}{K \Phi} - \frac{R_{\text{я}}}{K^2 \Phi^2} \times M$$

100. Определить добавочное сопротивление ( $R_{\text{доб}}$ , 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  $2I_{\text{ном}}$ .



Двигатель имеет следующие номинальные данные:

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

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

### Литература для подготовки:

#### 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.

### **2.4. «Электротехника и электроника»**

Темы (вопросы):

1. Линейные цепи постоянного тока.
2. Цепи со взаимной индуктивностью.
3. Трехфазные цепи синусоидального тока.
4. Линейные цепи несинусоидального тока.
5. Переходные процессы в линейных цепях.
6. Нелинейные цепи постоянного тока.
7. Четырехполюсники.
8. Полупроводниковые элементы и электронные устройства.

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. Атабеков Г.И. Основы теории цепей. Изд-во «Лань», 2009. 432 с.
2. Новиков Ю.Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях: Уч. пособие. СПб.: Лань, 2010. 363 с.
3. Электротехника и электроника. В 2-х томах. // Ю. Г. Подкин, Т. Г. Чикуров, Ю. В. Данилов. Изд-во: Академия, 2011.

2) Дополнительная литература:

4. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. – Изд-во: Либроком, 2012. 514 с.
5. Долженко О.В., Королев Г.В. Сборник задач и упражнений по радиоэлектронике. М: Высш. шк., 1986. 103 с.
6. Герасимов В.Г., Зайдель Х.Э., Коген-Далин В.В. Сборник задач по электротехнике и основам электроники: Уч. пособие. Изд. 4-е. М.: Высш. шк., 1987. 287 с.

### **2.5. «Детали роботов, мехатронных устройств и их конструирование»**

Темы (вопросы)

1. Классификации машин, механизмов. Машины, механизмы, звенья, кинематические пары, кинематические цепи и их классификация. Определение степени подвижности кинематической цепи и механизма. Образование пространственного и плоского механизма. Избыточные связи. Замена высших кинематических пар. Алгоритм структурного анализа.

2. Кинематика рычажных механизмов. Кинематическое исследование механизма графическим, графоаналитическим и аналитическим методами. Простейшие задачи синтеза.
3. Кинетостатический расчет механизмов. Задачи и алгоритм выполнения силового расчета. Силы, действующие на звенья механизма. Статическая определимость структурных групп Ассура. Силовой расчет рычажного механизма. Принцип возможных перемещений, метод Жуковского.
4. Динамический анализ машинного агрегата.
5. Роботы и манипуляторы. Определение и назначение пространственных механизмов. Синтез манипуляторов. Технические характеристики роботов. Прямая и обратная задачи кинематики и динамики манипуляторов. Общие сведения о приводе машин и механизмов. Синтез механизмов.
6. Приводы механизмов и машин. Назначение и роль передач в машинах. Принцип работы и классификация механических передач. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах. Выбор типа приводов механизмов. Особенности механических характеристик электропривода, гидропривода и пневмопривода механизмов. Сервопривод.
7. Передачи. Общие сведения, классификация, геометрические и кинематические характеристики. Критерии работоспособности передач. Виды передач, их достоинства и недостатки. Материалы для изготовления передач.
8. Валы и муфты. Общие сведения и основы конструирования валов и осей. Материалы, применяемые для изготовления валов и осей. Критерии расчета: прочность, жесткость, виброустойчивость. Проектный расчет валов. Проверочный расчет валов. Общие сведения, назначение и классификация муфт. Подбор и расчет стандартных муфт.
9. Подшипники качения и скольжения. Общие сведения, основные типы и конструкции подшипников качения и скольжения. Виды повреждений и критерии работоспособности подшипников качения и скольжения. Материалы для изготовления подшипников качения. Подбор подшипников качения. Виды выхода из строя и критерии работоспособности подшипников скольжения. Расчет подшипников скольжения при граничном и жидкостном трении.

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. Коловский М.З. Теория механизмов и машин: учебник для студентов учреждений высш. проф. образования / М.З. Коловский, А.Н. Евграфов, Ю.А. Семенов, А.В. Слоущ. 4-е изд., испр. М.: Изд.центр «Академия», 2013. 560 с.

2) Дополнительная литература:

2. Коловский М.З., Слоущ А.В. Основы динамики промышленных роботов. М.: Наука, 1988. 240 с.

3. Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 1989.: 654 с.



## 2.6. «Управление роботами, мехатронными устройствами и их программное обеспечение»

Темы (вопросы):

1. Микроконтроллеры, их архитектура, организация памяти микроконтроллера. Работа микроконтроллера, программирование микроконтроллера.
2. Средства автоматизации. Интерфейсы средств автоматизации. Алгоритмы работы интерфейсов средств автоматизации. Электронные компоненты для построения средств автоматизации. Принципы применения и технической реализации интерфейсов.
3. Язык программирования C/C++.

Литература для подготовки:

1) Основная литература:

1. Программирование на языке C. Третье издание / Стивен Кочан. – Изд-во Вильямс. – 2007. – 496 с.

2. Интерфейсы средств автоматизации: учебное пособие / Иванов Ю.И., Югая В.Я. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 252 с.

2) Дополнительная литература:

3. The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3, Second Edition / Joseph Yiu. – Newness. – 2009. – 479 с. (Альтернативно: Cortex-M3 Technical Reference Manual [Электронный ресурс] / Сайт корпорации ARM

(URL: [http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ddi0337h/DDI0337H\\_cortex\\_m3\\_r2p0\\_trm.pdf](http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ddi0337h/DDI0337H_cortex_m3_r2p0_trm.pdf)) (Дата обращения: 05.04.2016).

4. The Insider's Guide To The STM32 ARM Based Microcontroller / Trewor Martin. – Hitex (UK) Ltd. – 2008. – 96 с. (Доступен перевод на русский язык в сети Интернет).