

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
Рубанов В.Г.  
«23» \_\_\_\_\_ 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Адаптивные системы управления**  
направление подготовки (специальность):

**27.04.04 Управление в технических системах**

Направленность программы (профиль, специализация):

**27.04.04 Управление в технических системах**

Квалификация

**магистр**

Форма обучения

**очная**

**Институт:** Информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра:** Техническая кибернетика


Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 27.04.04 – Управление в технических системах (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 30 октября 2014 г. №1414,
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (бакалавриат).

Составитель (составители):  (Бушуев Д.А.)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Техническая кибернетика»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Рубанов В.Г.)

« 25 » февраля 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » марта 2015 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Рубанов В.Г.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » апреля 2015 г., протокол № 9

Председатель доц.  (Солопов Ю.И.)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	Способность применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные принципы и методы теории автоматических систем адаптивного управления <b>Уметь:</b> использовать методы адаптивного управления при разработке регуляторов (контроллеров), позволяющих осуществить управление с заданным качеством в технических системах, функционирующих в условиях неполной информации о текущем состоянии объекта и воздействиях внешней среды <b>Владеть:</b> приемами применения алгоритмического и программного обеспечения программно-технических комплексов, позволяющими управлять сложными динамическими процессами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Моделирование систем управления
2	Теория автоматического управления

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	НИР по направлению подготовки

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>		
лекции	34	34
лабораторные	–	–
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	129	129
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	93	93
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	44	44
Самостоятельная работа при подготовке к лекциям	32	32
Самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям	17	17
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Экзамен	Экзамен

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 1 Семестр 2**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Логические основы проблемы адаптивного управления</b>					
1	Общие понятия об адаптивном управлении. Классификация. Особенности задач управления в сложных динамических системах. Гипотеза о квазистационарности. Математические модели объектов управления, примеры технических объектов.	4			4
<b>2. Поисковые самонастраивающиеся системы. Системы экстремального регулирования (СЭР)</b>					
2	Принцип действия и организации поисковых систем. Классификация СЭР.	2			4
3	СЭР с организацией поиска по методу градиента. Способы оценки градиента. Организация движения к экстремуму. Одноканальные и многоканальные экстремальные системы. Глобальный поиск. Примеры	6			20
4	СЭР с запоминанием экстремума. Исследование динамики с помощью точных методов. Исследование динамики приближенными методами. Метод Гольдфарба. Устойчивость периодического решения. Работоспособность адаптивных систем при дрейфе характеристики объекта. Примеры	6	6		44
5	СЭР с вспомогательной модуляцией. Разновидности. Динамика и синтез систем. Анализ работы. Примеры	4	5		18
6	Дискретные СЭР. СЭР шагового типа. Динамика. Методы исследования. Примеры	6			19
<b>3. Беспойсковый принцип адаптации</b>					
7	Принципы построения. Принцип инвариантности. Принцип идентификации. Системы с эталонной моделью	6	6		20
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>–</b>	<b>129</b>

*Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.*

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1	Поисковые самонастраивающиеся системы. Системы экстремального регулирования (СЭР)	1. Исследование экстремальной системы управления с запоминанием экстремума	6	6
2	Поисковые самонастраивающиеся системы. Системы экстремального регулирования (СЭР)	2. Исследование экстремальной системы управления с вспомогательной модуляцией	5	5
3	Беспоисковый принцип адаптации	3. Идентификация параметров объекта управления и настройка параметров регулятора	6	6
		ИТОГО:	17	17
			ВСЕГО:	17

## 4.3. Содержание лабораторных занятий (Не предусмотрены)

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

(Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины. Можно привести отдельный перечень для текущего и промежуточного контроля).

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Логические основы проблемы адаптивного управления	<ol style="list-style-type: none"> <li>Общие понятия об адаптивном управлении. Классификация.</li> <li>Особенности задач управления в сложных динамических системах. Гипотеза о квазистационарности.</li> <li>Математические модели объектов управления, примеры технических объектов.</li> </ol>
2	Поисковые самонастраивающиеся системы. Системы экстремального регулирования (СЭР)	<ol style="list-style-type: none"> <li>СЭР с организацией поиска по методу градиента. Способы оценки градиента.</li> <li>Организация движения к экстремуму в градиентных СЭР.</li> <li>Одноканальные и многоканальные экстремальные системы.</li> <li>Глобальный поисковые системы.</li> </ol>

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		8. СЭР с запоминанием экстремума. Примеры. Работоспособность при дрейфе характеристики объекта. 9. Исследование динамики СЭР с запоминанием экстремума с помощью точных методов. 10. Исследование динамики СЭР приближенными методами. Метод Гольдфарба. Устойчивость периодического решения. 11. СЭР с вспомогательной модуляцией. Разновидности. Примеры 12. Оценка динамика систем со вспомогательной модуляцией. 13. Синтез СЭР со вспомогательной модуляцией 14. Дискретные СЭР. СЭР шагового типа. Примеры 15. Динамика шаговых СЭР.
3	Беспоисковый принцип адаптации	16. Принципы построения беспоисковых адаптивных систем. 17. Принцип инвариантности. 18. Принцип идентификации. 19. Беспоисковые адаптивные системы с эталонной моделью

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

В курсовой работе студенты разрабатывают и исследуют адаптивную систему регулирования поискового, либо беспоискового типа.

Первым этапом выполнения курсовой работы является анализ объекта управления, в ходе которого устанавливается структура математической модели системы и определяются ее параметры. Расчетная часть включает в себя аналитический расчет параметров автоматических систем с применением теории адаптивных систем управления. Апробация результатов теоретических расчетов производится при помощи компьютерного моделирования.

Курсовая работа может выполняться студентом под руководством преподавателей с привлечением аспирантов, старших и младших научных сотрудников или инженеров, являющихся сотрудниками института в качестве консультантов.

Выполнение курсовой работы студент начинает с момента выдачи задания отмеченного в бланке задания на проектирование, которое оформляется совместно с руководителем проекта.

Пояснительная записка должна также содержать, подписанный бланк с заданием, введение и заключение, список используемой литературы, оформленный по ГОСТ 7.1-2003, графический материал, оформленный в приложениях.

К защите допускаются студенты, выполнившие курсовую работу в полном объеме в соответствии с заданием. Защита курсовой работы осуществляется, как правило, перед комиссией, состоящей не менее чем из двух преподавателей кафедры.

### Примеры тем курсовых проектов:

1. Разработка экстремальной системы управления с вспомогательной модуляцией
2. Разработка экстремальной системы управления с запоминанием экстремума
3. Разработка шаговой экстремальной системы управления
4. Разработка адаптивной системы управления движением мобильного роботизированного средства
5. Разработка контура самонастройки параметров ПИД-регулятора
6. Разработка и моделирование экстремальной системы управления системой ABS
7. Разработка системы автоматического управления с беспойсковым принципом адаптации
8. Разработка системы управления с обучением
9. Синтез параметров экстремальной системы регулирования процессом автоматической балансировки по методу вспомогательной модуляции

### 5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий (Не предусмотрены)

### 5.4. Перечень контрольных работ

**Контрольные работы.** В ходе изучения дисциплины предусмотрено выполнение 1-ой контрольной практической работы. Контрольная работа проводится после освоения студентами учебных разделов дисциплины на 16 неделе учебного семестра. Контрольная работа выполняется студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Продолжительность контрольной работы 90 минут.

*Типовые задания для контрольной работы №1.*

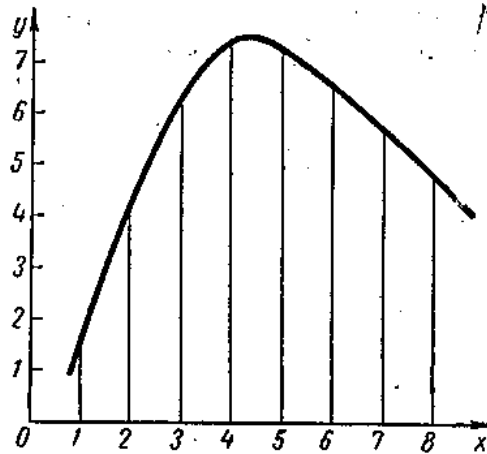
1. Определить экстремальную характеристику последовательного колебательного контура  $i = f(\omega)$  при следующих его параметрах:  $r = 4$  ом,  $L = 1,0$  Гн,  $C = 10$  мф.
2. Определить интерполирующую функцию второго порядка для части экстремальной характеристики объекта, заданной в виде табл. 1.

Таблица 1

$x$	1	3	5	6
$y=f(x)$	2	4	8	11

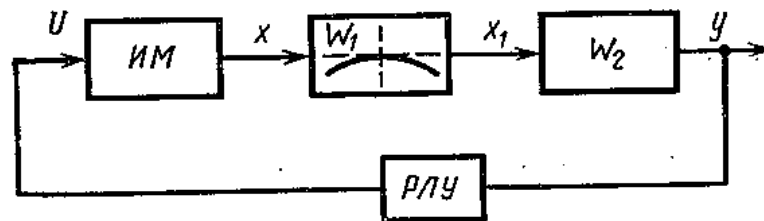
3. Определить интерполирующую функцию второго порядка для заданной экстремальной характеристики объекта.





4. Определить качественные показатели непрерывной экстремальной системы: скорость изменения входной величины  $v$ , потери на поиск  $P$ , время выхода в экстремальную область  $\tau$ . Объект управления безынерционный, а его статическая характеристика описывается уравнением  $y = -kx^2$ . Зона поиска на выходе  $\Delta y = 4\%$ ; период автоколебаний  $T = 1$  сек начальное рассогласование  $A = 3$  ед.;  $k=1$ .

5. Экстремальный объект управления состоит из двух звеньев



Уравнение первого звена

$$x_1 = -kx^2,$$

где  $k=1$

Уравнение второго звена

$$T \frac{dy}{dt} + y = x_1,$$

где  $T = 1$  сек.

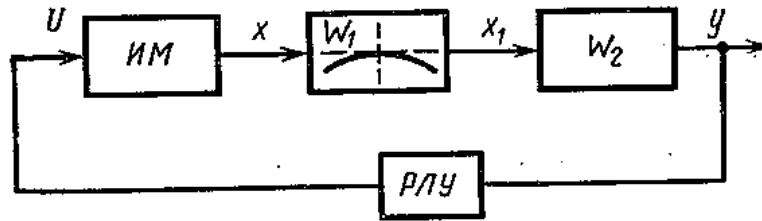
Уравнение исполнительного механизма

$$\frac{dx}{dt} = \pm v,$$

где  $v=1$  ед/сек.

В начальном состоянии объекта (при  $t=0$ )  $x_0 = -2 \gg y_0 = -4$ . Зона нечувствительности прибора, измеряющего отклонение от экстремума,  $\Delta y = 0,2$  ед. Определить фазовую траекторию экстремальной системы и параметры предельного цикла, предполагая, что она работает по принципу запоминания экстремума.

6. Рассчитать и построить переходный процесс для экстремальной системы, т. е. движение выходной координаты во времени, работающей по принципу запоминания экстремума. Экстремальный объект управления состоит из двух звеньев



Уравнение первого звена

$$x_1 = -kx^2,$$

где  $k=1$

Уравнение второго звена

$$T \frac{dy}{dt} + y = x_1,$$

где  $T = 1$  сек.

Уравнение исполнительного механизма

$$\frac{dx}{dt} = \pm v,$$

где  $v=1$  ед/сек.

В начальном состоянии объекта (при  $t=0$ )  $x_0 = -2 \gg y_0 = -4$ . Зона нечувствительности прибора, измеряющего отклонение от экстремума,  $\Delta y = 0,2$  ед.

7. Экстремальный объект управления описывается следующими уравнениями

$$T \frac{dy}{dt} + x = k_2 x_1,$$

где  $T = 2$  сек,  $k_2=1$ ;

$$\varphi = -k_1 U,$$

где  $k_1 = 0,1$  сек<sup>-1</sup>.

Зона нечувствительности релейного элемента  $\Delta = 0,1$ . Начальное отклонение  $x_0 = 2$ ,  $y_0=0$ . Принцип работы – шаговый. Закон формирования управляющего сигнала

$$U_n = \text{sign}(\varphi_n - \varphi_{n-1} + \Delta) U_{n-1}.$$

Определить параметры предельного цикла и процесс < выхода в экстремальную область.

8. Экстремальный объект управления состоит из двух одинаковых инерционных звеньев, имеющих передаточную функцию

$$W(s) = \frac{y_1(s)}{y(s)} = \frac{k_1}{(Ts+1)^2},$$

где  $T = 90$  сек;  $k_1 = 0,74$ .

Перед апериодическими звеньями включено нелинейное звено с экстремальной характеристикой

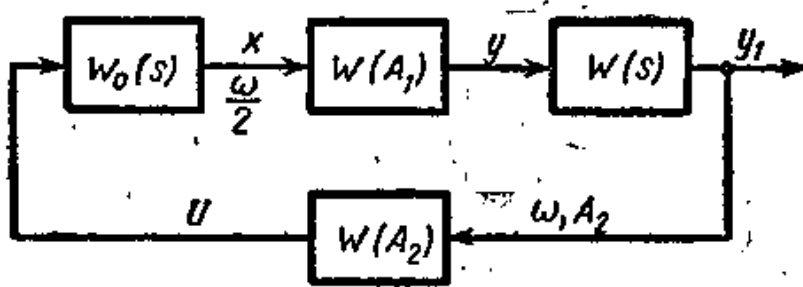
$$y = -kx^2,$$

где  $k=0,46$ .

Характеристика реле имеет зону нечувствительности  $\Delta=0,5$  ед. Исполнительный механизм — интегрирующий

$$\frac{dx}{dt} = k_3 U,$$

где  $k_3 = 0,01$  сек<sup>-1</sup>;  $U = 10$  ед.



Блок-схема системы показана на рисунке. Определить методом амплитудно-фазовых характеристик параметры предельного цикла  $P$ ,  $A_2$ ,  $T$ .

9. Экстремальный объект управления состоит из двух одинаковых инерционных звеньев, имеющих передаточную функцию

$$W(s) = \frac{y_1(s)}{y(s)} = \frac{k_1}{(Ts+1)^2},$$

где  $T = 90$  сек;  $k_1 = 0,74$ .

Перед аperiodическими звеньями включено нелинейное звено с экстремальной характеристикой

$$y = -kx^2,$$

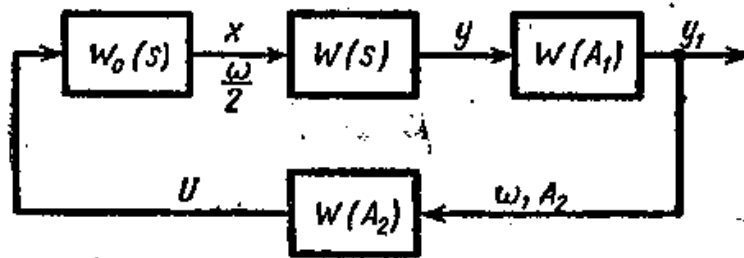
где  $k=0,46$ .

Характеристика реле имеет зону нечувствительности  $\Delta=0,5$ ед. Исполнительный механизм — интегрирующий

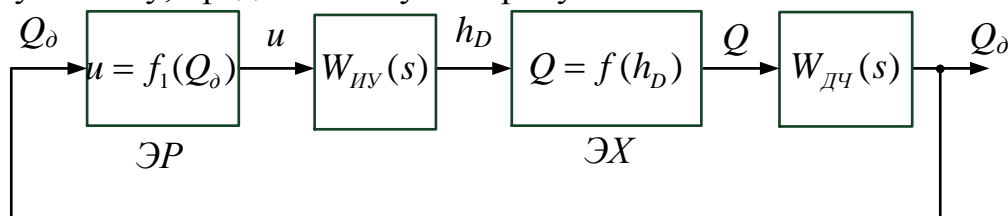
$$\frac{dx}{dt} = k_3 U,$$

где  $k_3 = 0,01$  сек<sup>-1</sup>;  $U = 10$  ед.

Блок-схема экстремальной системы показана на рисунке. Методом эквивалентных логарифмических характеристик определить параметры предельного цикла  $P$ ,  $A_2$ ,  $T$ .



10. Система экстремального регулирования с запоминанием экстремума для указанного объекта управления без учета дрейфа характеристик, имеет структурную схему, представленную на рисунке

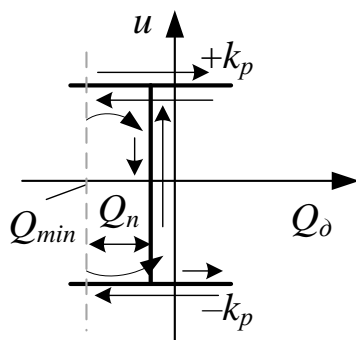


где  $W_{ИУ}(s) = \frac{k_{ИУ}}{s(T_{ИУ}s+1)}$  — передаточная функция исполнительного устройства;

$W_{дч}(s) = \frac{e^{-\tau s}}{Ts+1}$  — передаточная функция динамической части объекта управления;

$Q = f(h_D) = k_1 h_D^2$  – нелинейная статическая характеристика объекта управления;

$u = f_1(Q_o)$  – нелинейная статическая характеристика сигнум-реле экстремального регулятора представленного на рисунке



Выполните анализ системы экстремального регулирования с запоминанием экстремума с целью определения параметров колебательных движений методом Гольдфарба.

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Соломенцев Ю. М. Теория автоматического управления / ред. Ю. М. Соломенцев. - Москва : Высшая школа, 2003. - 268 с. - (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств).
2. Пупков К. А., Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления Методы классической и современной теории автоматического управления : в 5 т. : учебник / под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана.
3. Никифоров, В. О. Адаптивное и робастное управление с компенсацией возмущений / В. О. Никифоров. - Санкт-Петербург : Наука, 2003. - 281 с.
4. Магергут В. З., Соболев А. В., Егоров А. Ф., Вент Д. П. Синтез и анализ адаптивных позиционных систем автоматического управления Синтез и анализ адаптивных позиционных систем автоматического управления : [монография] / В. З. Магергут, А. В. Соболев, А. Ф. Егоров, Д. П. Вент. - Новомосковск : Издательство Новомосковский институт РХТУ, 2006. - 244 с.
5. Цыкунов, А. М. Адаптивное и робастное управление динамическими объектами по выходу / А. М. Цыкунов. - Москва : Физматлит, 2009. - 267 с.
6. Томчина О. П., Шарякова О. Л., Горлатов Д. В. Теория адаптивного управления [Электронный ресурс]: методические указания и задания на курсовую работу/ — Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 28 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58542>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы. Часть 1. Теория и технология разработки [Электронный ресурс]: монография/ П.М. Клачек [и

др.].— Электрон. текстовые данные.— Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011.— 375 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23834>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68463> — Загл. с экрана.
9. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 440 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59483> — Загл. с экрана.

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учеб. пособие / А. Ю. Ощепков. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 208 с.
2. Ng, G. W. Application of Neural Networks to Adaptive Control of Nonlinear Systems / G. W. Ng ; Control Systems Centre, UMIST, UK. - New York : John Wiley & Sons, Ins., 1997. - 198 с.
3. Яковлев В. Б. Теория автоматического управления: учебник / ред. В. Б. Яковлев. - 2-е, перераб. - Москва : Высшая школа, 2005. - 568 с.
4. Решетняк Е.П. Синтез дискретной адаптивной системы управления биохимическим реактором с оцениванием сигналов модального управления [Электронный ресурс]/ Решетняк Е.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2012.— 13 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8164>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Решетняк Е.П. Адаптивная система модального управления биохимическим реактором [Электронный ресурс]/ Решетняк Е.П., Комиссаров А.В., Харина И.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2009.— 13 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8161>.— ЭБС «IPRbooks»

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. Авторские руководства по продуктам MathWorks [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru>
2. Н. В. Клиначёв. Теория систем автоматического регулирования. Учебно-методический комплекс [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://model.exponenta.ru>

## **7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Лабораторные и практические занятия дисциплины «Адаптивные системы управления» проходят в компьютерном классе (16 рабочих мест).

Преподавание дисциплины «Адаптивные системы управления» осуществляется при активном использовании ИКТ, используя в учебном процессе для улучшения наглядности и доступности:

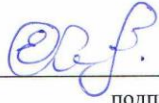
- интерактивная доска с соответствующим программным обеспечением;
- мультимедиа и анимационный материал, поясняющие работу элементов и устройств;
- презентационное программное обеспечение для демонстрации презентаций по разнообразным темам;
- среда разработки приложений измерения, тестирования и управления LabView
- среда моделирования средств и систем управления (с электрическими, гидравлическими и пневматическими видами энергии) MSC Easy5
- среда математического моделирования Matlab

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями утверждена на 2018 /2019 учебный год.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

**Список изменений и дополнений в рабочую программу, утвержденный на 2018/2019 учебный год.**

В перечень основной литературы добавлены следующие издания:

Рубанов В.Г. Методы автоматической балансировки агрегатов с эксплуатационным дисбалансом / В.Г. Рубанов, Д.А. Бушуев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 150 с. ISBN 978-5-361-00544-4

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

▪ **Изучение программы курса.** На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу.

▪ Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

▪ В целом, на один час аудиторных занятий отводится один час самостоятельной работы.

▪ **Практические работы.** При изучении курса «Адаптивные системы управления» необходимо выполнять и вовремя сдавать преподавателю индивидуальные практические работы. Для успешного их написания необходима определенная подготовка. Готовиться к ним нужно по материалам лекций и рекомендованной литературы.