

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Технологии разработки «зеленых» регуляторов робототехнических систем**  
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**15.04.06 – Мехатроника и робототехника**

(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

**15.04.06 – Мехатроника и робототехника**

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**магистр**

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная, заочная и др.)

**Институт: Информационных технологий и управляющих систем**


**Кафедра: Техническая кибернетика**

Белгород – 2015


Рабочая программа составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистратура), приказ Минобрнауки России от 21 ноября 2014 г. № 1491

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистратура).

Составитель (составители): канд. техн. наук  (Д.А. Юдин)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Техническая кибернетика  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 11 » марта 2015 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » марта 2015 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » апреля 2015 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  (Ю.И. Солопов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-1	Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные фундаментальные положения в области «зеленых» технологий; фундаментальные положения в области методов мягких вычислений, нечетких систем управления, машинного обучения и обработки знаний, систем принятия решений; основные подходы применения этих положений для создания энергоэффективных и энергосберегающих систем</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать энергоэффективные нечеткие и нейро-нечеткие системы управления различных типов; применять системы технического зрения в составе энергоэффективных систем управления; пользоваться методами нейронных сетей, генетических алгоритмов при проектировании информационного обеспечения систем управления</p> <p><b>Владеть:</b> навыками моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули; навыками использования программного пакета Matlab и среды разработки Microsoft Visual Studio с целью проведения вычислительных экспериментов, моделирования энергосберегающих и энергоэффективных систем управления.</p>
2	ПК-2	Способность использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> существующие программные пакеты и современные среды разработки программного обеспечения для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, с помощью которых можно повысить энергоэффективность отдельных элементов или систем в целом.</p>

		проектирования	<p><b>Уметь:</b> осуществлять проектирование структуры программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах с учетом повышения их энергоэффективности.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных программных пакетов для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования; навыками разработки нового программного обеспечения на языках C++, python 3 при создании энергоэффективных систем управления.</p>
--	--	----------------	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теория матриц

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Специализированное программное обеспечение робототехнических систем
2	Проектирование робототехнических систем
3	НИР по направлению подготовки
4	Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении магистерской выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
лекции	17	17
лабораторные	17	34
практические	34	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	<b>112</b>	<b>112</b>
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	36	36
Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям	34	34
Самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям	42	42
Самостоятельная работа на 1 час лекций	6,6	6,6
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основы мягких вычислений для «зеленого» управления</b>					
1.	Введение в «зеленые» системы управления. Основная информация о курсе	1	0	0	2
2.	Методы теории нечетких множеств для представления и использования знаний в системах управления	0	4	2	8
3.	Нейронные сети. Классификация и свойства	0	0	2	6
4.	Генетические алгоритмы. Основы и аспекты применения для оптимизации систем управления	2	0	0	4
5.	«Зеленые» нечеткие системы автоматического управления. Классификация, структура и основы анализа	2	0	0	6
6.	Нейро-нечеткое моделирование на основе мягких вычислений	2	0	0	6
<b>2. Разработка энергосберегающих регуляторов</b>					
7.	Проектирование «зеленых» нечетких регуляторов	1	1	0	6
8.	Проектирование «зеленых» гибридных нечетких регуляторов	1	1	0	6
9.	Проектирование «зеленых» адаптивных нечетких регуляторов	0	2	0	6
10.	Проектирование нейро-нечетких регуляторов, учитывающих затраты энергии	0	6	0	6
11.	Регуляторы на основе нечетких диаграмм для энергоэффективного управления сложными технологическими объектами	2	0	2	6
12.	Применение систем технического зрения для разработки регуляторов, учитывающих затраты энергии	0	0	2	6
<b>3. Разработка энергоэффективных систем управления в области робототехники</b>					
13.	Системы управления, основанные на прогностических моделях и учитывающие затраты энергии	2	0	0	6
14.	Оптимизация систем управления с применением генетического алгоритма	0	6	2	8
15.	Разработка нечеткой системы управления приводом горизонтального перемещения	2	0	0	6
16.	Проектирование аппаратной части энергоэффективных бортовых систем управления роботами	0	2	2	6
17.	Проектирование программного обеспечения энергоэффективных бортовых систем управления роботами	0	6	2	12

18.	Разработка верхнеуровневой системы управления группой разнородных роботов	2	2	0	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>17-</b>	<b>112</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр №1</b>				
1	<b>1. Основы мягких вычислений для «зеленого» управления</b>	Исследование свойств функций принадлежности	4	4
2	<b>2. Разработка энергосберегающих регуляторов</b>	Исследование основных элементов зеленых нечетких регуляторов	4	4
3	<b>2. Разработка энергосберегающих регуляторов</b>	Исследование методов нейронных сетей для построения систем управления	4	4
4	<b>2. Разработка энергосберегающих регуляторов</b>	Исследование энергоэффективных нейро-нечетких систем управления	6	6
5	<b>3. Разработка энергоэффективных систем управления в области робототехники</b>	Применение генетических алгоритмов для создания энергоэффективных систем управления	6	6
6	<b>3. Разработка энергоэффективных систем управления в области робототехники</b>	Применение программного пакета MSC Software для моделирования и проектирования систем управления роботами	6	10
7	<b>3. Разработка энергоэффективных систем управления в области робототехники</b>	Подходы к повышению автономности мобильных роботов	4	8
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>42</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>34</b>	<b>42</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр №1</b>				
1.	<b>1. Основы мягких вычислений для «зеленого»</b>	Изучение операций фаззификации переменных в энергоэффективных системах управления	2	4



	<b>управления</b>			
2.	<b>1. Основы мягких вычислений для «зеленого» управления</b>	Исследование применения динамических нейронных сетей для идентификации сложного объекта регулирования	2	4
3.	<b>2. Разработка энергосберегающих регуляторов</b>	Исследование интеллектуальных систем регулирования и управления технологическими процессами на основе нечетких диаграмм	2	4
4.	<b>2. Разработка энергосберегающих регуляторов</b>	Исследование регуляторов систем энергоснабжения и жизнеобеспечения зданий с применением возобновляемых источников энергии	2	4
5.	<b>2. Разработка энергосберегающих регуляторов</b>	Исследование систем технического зрения для мониторинга и управления технологическим процессом обжига	3	6
6.	<b>3. Разработка энергоэффективных систем управления в области робототехники</b>	Компьютерное моделирование систем управления манипуляционного робота	4	8
7.	<b>3. Разработка энергоэффективных систем управления в области робототехники</b>	Исследование систем управления мобильным роботом с применением технического зрения	2	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>	<b>34</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>17</b>	<b>34</b>

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

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<b>1. Основы мягких вычислений для «зеленого» управления</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите элементы, входящие в систему регулирования скорости вращения ДПП.</li> <li>2. Какие сигналы системы являются входными для нечеткого регулятора?</li> <li>3. Что описывают функции принадлежности?</li> <li>4. Каков общий вид имеют правила нечетких продукций?</li> <li>5. Какие этапы можно выделить в алгоритме нечеткого вывода?</li> <li>6. Как запустить редактор системы нечеткого вывода в среде Matlab?</li> <li>7. Каким образом проводится анализ системы в программе Simulink?</li> <li>8. Какие типы архитектуры искусственных нейронных сетей позволяют моделировать работу динамических</li> </ol>

		<p>систем?</p> <p>9. В чем преимущества и недостатки использования нейронных сетей?</p> <p>10. Каковы основные методы обучения нейронных сетей?</p> <p>11. Какие методы идентификации динамических систем вы знаете, охарактеризуйте их?</p> <p>12. Какие технологические величины используются при построении модели колосникового холодильника?</p>
2	<p><b>2. Разработка энергосберегающих регуляторов</b></p>	<p>1. Опишите этапы, необходимые для построения нечетких диаграмм поведения узлов?</p> <p>2. Какие предпосылки могут быть основой для использования данного подхода при исследовании объектов управления?</p> <p>3. В чем состоит принцип декомпозиции объекта на узлы?</p> <p>4. Какие методы нечеткого вывода Вы можете назвать?</p> <p>5. Каким образом происходит переход от диаграмм поведения узлов к обобщенной развертке на основе помеченной сети Петри?</p> <p>6. Расскажите, зачем необходимы развертки узлов при построении нечетких диаграмм их поведения?</p> <p>7. Какие возобновляемые источники используются в системах жизнеобеспечения зданий.</p> <p>8. Основные технологические схемы использования гелиоустановок в системах энергоснабжения и жизнеобеспечения зданий.</p> <p>9. Назовите основные факторы, влияющие на эффективность функционирования гелиоустановок горячего водоснабжения.</p> <p>10. Какими программными средствами обеспечивается взаимодействие управляющего контроллера и преобразователя частоты двигателей насосов теплоносителя.</p> <p>11. Опишите техническую реализацию функциональных уровней АСДУ ГВС.</p> <p>12. Какие методы расчета регуляторов Вы знаете.</p> <p>13. Какую роль играют системы технического зрения в снижении потребления энергии промышленных объектов?</p> <p>14. Как повышается эффективность работы вращающихся печей обжига с применением систем технического зрения?</p> <p>15. Что понимается под сегментацией изображений?</p> <p>16. Что такое матрица смежности?</p> <p>17. Как вычисляются текстурные характеристики на основе матрицы смежности и моментов яркости всего изображения?</p> <p>18. Что такое самоорганизующаяся карта Кохонена с классификацией по эталону?</p> <p>19. В чем суть метода k-средних?</p> <p>20. Как использовать метод самоорганизующихся карт для сегментации и обнаружения объектов на изображении?</p> <p>21. Какие основные достоинства и недостатки самоорганизующихся карт?</p> <p>22. Как осуществляется поиск набора текстурных характеристик, обеспечивающих наилучшую сегментацию изображения.</p>

		23. Как осуществляется проверка качества сегментации изображения?
3	<b>3. Разработка энергоэффективных систем управления в области робототехники</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое прямая и обратная задачи о скорости и положения манипулятора? Для чего необходимо их решение?</li> <li>2. Что определяют при динамическом анализе манипулятора?</li> <li>3. Каковы преимущества использования компьютерных моделей при проектировании манипуляторов?</li> <li>4. Что такое совместное моделирование и его цель?</li> <li>5. Какие параметры есть у компьютерной модели механической части и как их изменить?</li> <li>6. Как добавить нагрузочное усилие на рабочем органе манипулятора?</li> <li>7. Как выбирается тип привода и для чего?</li> <li>8. Для чего нужны блоки <i>Saturation</i> в модели системы управления?</li> <li>9. Какие существуют приводы и системы их управления?</li> <li>10. Какую роль играют мобильные роботы в обеспечении энергобезопасности промышленных объектов?</li> <li>11. Как повышается эффективность работы роботов с помощью технического зрения.</li> <li>12. Что понимается под сегментацией изображений окружающей среды робота?</li> <li>13. Как применяется матрица смежности для вычисления текстурных характеристик изображений окружающей среды робота?</li> <li>14. Как использовать метод самоорганизующихся карт для сегментации и обнаружения объектов на изображении?</li> <li>15. Как осуществляется поиск набора текстурных характеристик, обеспечивающих наилучшую сегментацию изображения.</li> <li>16. Как осуществляется проверка качества сегментации изображения и обнаружения объектов?</li> </ol>

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

Выполнение курсовых проектов и курсовых работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Выполнение индивидуальных домашних заданий и расчетно-графических заданий не предусмотрено учебным планом дисциплины.

## **5.4. Перечень контрольных работ**

Выполнение контрольных работ не предусмотрено.

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Рубанов, В. Г.; Юдин, Д. А.; Бажанов, А. Г.; Магергут, В. З.; Кариков, Е. Б.; Кошлич, Ю. А.; Белоусов, А. В. Зеленые технологии : промышленное приложение при управлении технологическими процессами / Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. (5 экз.)
2. Рубанов В.Г., Филатов А.Г. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах / Белгород - Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. (5 экз.)
3. Рубанов, В. Г.; Юдин, Д. А.; Бажанов, А. Г.; Магергут, В. З.; Кариков, Е. Б.; Кошлич, Ю. А.; Белоусов, А. В. Зеленые технологии : промышленное приложение при управлении технологическими процессами / Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. [электронный ресурс]. URL: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017011913124093800000654621>.
4. Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы / Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ). 2016 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22407>.
5. Каляев И.А., Лохин В.М., Макаров И.М., Манько С.В. Интеллектуальные роботы / Машиностроение. 2007 [электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=769](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=769).
6. Green IT-Engineering: [2 v.]. Т. 1: Principles, models, components / V.S. Kharchenko [et al.]; Ministry of Education and Science of Ukraine, National. Airspace University n.a. N.E. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute"; ed. V.S. Kharchenko. – Kharkov: NAU n.a. N.E. Zhukovsky "KhAI". – 2014.
7. Green IT-Engineering: [2 v.]. Т. 2: Systems, industry, society / V.S. Kharchenko, A.G. Bazhanov A.V. Belousov, A.V. Boyarchuk [et al.]; Ministry of Education and Science of Ukraine, National. Airspace University n.a. N.E. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute"; ed. V.S. Kharchenko. – Kharkov: NAU n.a. N.E. Zhukovsky "KhAI", 2014. – 688 p.
8. В.Г. Рубанов, В.З. Магергут, Д.А. Юдин, А.Г. Бажанов, Е.Б. Кариков, Д.А. Бушуев, И.А. Рыбин, Ю.А. Кошлич. Технологии разработки «зеленых» регуляторов и робототехнических систем. Лабораторный практикум / Под ред. Харченко В.С. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е. Жуковского «ХАИ». - 2015. – 111 с.
9. Системы технического зрения для мониторинга процесса обжига во вращающихся печах: монография / Д.А. Юдин, В.З. Магергут. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 107 с.
10. Андрейчиков А.В., Андрейчиков О.Н. Интеллектуальные информационные системы / М.: Финансы и статистика, 2006
11. Круглов В.В. Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода/ М.: Физматлит, 2002

## 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Белов В. В., Смирнов А. Е., Чистякова В. И. Распознавание нечетко определяемых состояний технических систем / Горячая линия – Телеком. 2016. (3 экз.)
2. Афонин В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы / Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ). 2016 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22407>.
3. Прикладные нечеткие системы : пер. с япон. / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др. ; под. редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
4. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
5. Деменков Н. П. Нечеткое управление в технических системах : Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 200 с.
6. Бажанов, А. Г. Интеллектуальные подходы к созданию советующей системы управления вращающейся цементной печью обжига клинкера [Approaches to the intelligent decision support and control system for a rotary cement clinker kiln] / А.Г. Бажанов, А.С. Копылов, В.А. Порхало, Д.А. Юдин, Е.Б. Кариков, В.Г. Рубанов, В.З. Магергут // Цемент и его применение / Научно-производственный журнал, 2013. – № 3. – С. 77 – 82.
7. Рубанов, В. Г. Автоматизация процесса отжига стеклоизделий. От моделирования и оптимизации до построения энергоэффективных АСУТП: моногр. / В. Г. Рубанов, А. Г. Филатов. — Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. — 271 с.
8. Karikov, E. V. Construction of a Dynamic Neural Network Model as a Stage of Grate Cooler Automation. / E.V. Karikov, V.G. Rubanov, V.K. Klassen // World Applied Sciences Journal. – 2013. – 25 (2). – Pp.: 227–232.
9. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс 2-е изд., испр.: Пер. с англ. М.: Изд. ООО «И. Д. Вильямс», 2006. 1104 с.
10. Симою М.П. Определение коэффициентов передаточных функций линеаризованных звеньев систем регулирования. Автоматика и телемеханика, 1957 г., № 6, с.514–527.
11. Кариков, Е.Б. Моделирование теплотехнологических объектов в классе дробно-иррациональных передаточных функций / Кариков Е.Б., Мишунин В.В., Рубанов В.Г., Гольцов Ю.А. // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – Белгород: Издательство БелГУ, 2012. №13 (132). Выпуск 23/1. – С. 173-179.
12. Рубанов, В. Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем) : учеб. пособие для студ. вузов / В. Г. Рубанов ; БГТУ им. В. Г. Шухова Ч. I. — 2-е изд., стер. — Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. — 199 с.
13. Бажанов, А.Г. Нечеткая диаграмма поведения узла нагрузки главного привода цементной печи / А.Г. Бажанов, В.З. Магергут // Известия ТПУ. – Томск: ТПУ, 2012. – Т. 321, № 5: Управление, вычислительная техника и информатика. – С. 163 – 167.
14. Бажанов, А.Г. Интеллектуальные подходы к созданию советующей системы управления вращающейся цементной печью обжига клинкера / А.Г. Бажанов, А.С. Копылов, В.А. Порхало, Д.А. Юдин, Е.Б. Кариков, В.Г. Рубанов, В.З. Магергут //

Цемент и его применение / Научно-производственный журнал, 2013. – № 3. – С. 77 – 82.

15. Магергут, В.З. Построение логических моделей химико-технологических объектов (первичные и исходные модели) / В.З. Магергут, С.А. Юдицкий, В.Л. Перов. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1988. – 80 с.

16. Рубанов, В.Г. Автоматизация процесса отжига стеклоизделий. От моделирования и оптимизации до построения энергоэффективных АСУТП : моногр. / В.Г. Рубанов, А.Г. Филатов. — Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. — 271 с.

17. Белоусов А. В., Московченко С. И., Кошлич Ю. А. Технологические аспекты эксплуатации солнечных коллекторов в составе систем теплоснабжения зданий // Инновационные материалы и технологии. 2011. Ч. 1. С. 52–57.

18. Белоусов А.В., Кошлич Ю. А. Анализ работы тепловой гелиоустановки в условиях умеренно-континентального климата // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 12-1 (19). С. 99-101

19. Виссарионов В. И., Дерюгина Г. В., Кузнецова В. А., Малинин Н. К. Солнечная энергетика: учеб. пособие для вузов. М.: Издательский дом МЭИ. 2008. 276 с.

20. Ibrahim Dincer, Marc A. Rosen. Thermal energy storage : systems and applications // 2nd ed. Chichester.: John Wiley & Sons. 2011. 599 p.

21. John A. Duffie, William A. Beckman. Solar engineering of thermal process. // 4nd ed. Hoboken, New Jersey.: John Wiley & Sons, 2013. 910 p.

22. Kalogirou S. A. Solar energy engineering: processes and systems // Academic Press, 2013. 760 p.

23. Manuel R. Arahall, Cristina M. Cirre, Manuel Berenguel. Serial grey-box model of a stratified thermal tank for hierarchical control of a solar plant // Solar Energy. 2008. №82. P. 441–451

24. Sproul A. B., Bilbao J. I., Bambrook S. M. A novel thermal circuit analysis of solar thermal collectors // Proceedings of the 50th Annual Conference, Australian Solar Energy Society (Australian Solar Council) Melbourne. December 2012.

25. Максименко И.Н., Тодорцев Ю.К., Беглов К.В. Модели элементов установки теплоснабжения как объекта автоматизации // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. № 2 (16). 2005. С. 27 – 31

26. Белоусов А. В., Глаголев С. Н., Кошлич Ю. А. Математическое моделирование системы горячего водоснабжения зданий с пиковым теплоисточником на основе гелиоустановки // Информационные системы и технологии. 2013. № 6 (80). С. 16-23

27. Шпольский Э. В. Атомная физика. // М. 1974. 571 с.

28. Кузьмичев К. Е. Законы и формулы физики. // К.: Наукова Думка. 1989. 852с.

29. Гофман Ю. В. Законы, формулы, задачи физики. // К.: Наукова Думка. 1977. 573 с.

30. Виноградов И.М. Математическая энциклопедия // М.: Советская энциклопедия. 1977. Т. 4. 1216 с.

31. Понтрягин Л. С., Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М. 1976.

32. Белоусов А.В., Глаголев С.Н., Кошлич Ю.А., Быстров А.Б. Программно-технические аспекты информационного обеспечения эксплуатации гелиоустановки в составе демонстрационной зоны по энергосбережению // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2012. № 19-1. С. 180-184.

33. Beckman W. Solar heating design by the f-chart method / W. Beckman, S. Klein, J. Duffie. – New York: John Wiley and Sons, 1977. – 270 p.

34. Системы технического зрения для мониторинга процесса обжига во вращающихся печах: монография / Д.А. Юдин, В.З. Магергут. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 107 с.

35. Юдин Д.А. Автоматизированная система управления вращающимися печами с применением технического зрения : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06; защищена 22.05.14; утв. 05.11.2014 / Юдин Дмитрий Александрович. – Белгород, 2014 – 203 с. (научный руководитель: Магергут В.З.)

36. Юдин Д.А., Магергут В.З., Гатилов О.Б. Система технического зрения для вращающихся цементных печей. Опыт разработки и применения // Мир цемента, 2014, №1. – С. 50-56.

37. Васильева Н.С. Анализ изображений и видео. Лекция 4: Построение признаков и сравнение изображений: глобальные признаки. / Н.С. Васильева. – Санкт-Петербург, Computer Science Center, 29 октября 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://beta.compscicenter.ru/lectures/291/>.

38. Визильтер, Ю.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий / Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов, А.В. Бондаренко, М.В. Осоков, А.В. Моржин. – М.: Физматкнига, 2010. – 672 с.

39. Кохонен, Т. Самоорганизующиеся карты; пер. 3-го англ. изд. / Т. Кохонен. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 655 с.

40. Начальные шаги работы с MSC.Adams/View (Обучающее руководство) / Д.Н. Шипов. – М.: Московское представительство MSC.Software Corporation. 2003. – 59 с.

41. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: Пер. с англ.- М.: Мир.– 1989.– 624 с.22;

42. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.: ил.

43. Совместное использование вычислительных пакетов MSC.ADAMS и MATLAB (Обучающее руководство) / А.Г. Буров. – М.: Московское представительство MSC.Software Corporation, 2004. – 43 с.

44. Сафонов, Ю.М. Электроприводы промышленных роботов/ Ю. М. Сафонов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.

45. Белов, М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учеб. для вузов/М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. -578 с.

46. Бурдаков, С.Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов/ С. Ф. Бурдаков, В.А. Дьяченко, А.Н. Тимофеев. – М.: Высшая школа, 1986. – 263 с.

47. Механика промышленных роботов: учеб. пособие для втузов: в 3 кн./ под ред. Фролова К.В., Воробьева Е.И.. М.: Высш. шк., 1989.

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.exponenta.ru/> - интернет-ресурс, содержащий руководства по работе со средой Matlab
2. <http://alglib.sources.ru/> - библиотека реализованных алгоритмов обработки информации
3. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научно-технологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.
4. <http://academic.research.microsoft.com/> – поисковик по научным публикациям в «глубоком вебе» с набором дополнительных сервисов от Microsoft, где можно найти около 40 млн. публикаций по всем основным направлениям науки, исследований и инженерно-технологических разработок.
5. <http://scientbook.com/index.php> – российская научно-информационная сеть, включающая платформу для публикаций по всем отраслям науки, а также площадку для научного общения в самом широком смысле слова.
6. <http://www.globalspec.com/> – первый и единственный в мире инженерный поисковик. Ищет в вебе и в «глубоком вебе» данные по продуктам, изделиям, техническим решениям, деталям, расчетам и даже названиям компаний.
7. <http://www.thefreelibrary.com/> - самая большая общедоступная база книг и статей по всем направлениям науки, техники и бизнеса с 1995 года до сегодняшнего дня.
8. <http://worldwidescience.org> – второе рождение самого популярного мультипортала по «Глубокому научно-техническому вебу». Теперь поиск по всем ведущим мировым научно-техническим базам ведется на основе федеративного поиска от компании DeepWeb. Кроме того, поиск по всем базам сразу же переводится на 10 основных языков интернета, включая русский.
9. <http://www.techcast.org/default.aspx> – очень популярная платформа для прогнозирования и отслеживания тенденций в различных отраслях техники и технологий.
10. <http://www.scirus.com/> – наиболее полный инструмент для поиска научных исследований в интернете. Ищет не только по сайтам, но и по хранилищам данных, по серверам, по архивам научных журналов, университетов и т.п.
11. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
12. <http://www.scienceresearch.com/scienceresearch/> – поисковик по научной и технологической информации, базирующийся на технологии «глубокого веба». Ищет по 300 самым авторитетным и обширным научно-техническим и технологическим коллекциям, которые включают в себя архивы, сервера, базы данных, не доступные для популярных поисковых систем.
13. <http://www.scholar.ru/> – отличный российский поисковик научных публикаций, авторефератов и диссертаций по всем областям науки.
14. <http://elibrary.ru> – электронная научная библиотека российских и зарубежных журналов по всем отраслям науки и техники.



15. <http://www.scitopia.org/scitopia/> – охватывает свыше 3,5 млн. интегрированных научно-технических документов, а также правительственных данных и патентов.
16. <http://isihighlycited.com/> – поисковик знаменитого Thomson Reuters. Позволяет найти конкретных исследователей и разработчиков по отраслям науки, темам, учреждениям и странам.
17. <http://www.techxtra.ac.uk/> – едва ли не лучшая в мире библиотека статей, сайтов, книг по всем основным отраслям науки и техники, включает самые последние исследования и диссертации.
18. <http://www.scinet.cc/> - удобный поисковик по основным направлениям науки и технологий.
19. <https://sci-hub.io/> - поисковик научных публикаций
20. <http://www.twirpx.com/> – библиотека учебной и научной литературы

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


Проведение лекций и лабораторных работ по дисциплине «Технологии разработки «зеленых» регуляторов робототехнических систем» осуществляется в специализированной лаборатории УК4 №232 «Лаборатория робототехнических комплексов», при этом в учебном процессе используется следующее обеспечение:

- проектор с переносным экраном;
- система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor;
- системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software;
- среда разработки Microsoft Visual Studio;
- среда математического моделирования Matlab/Simulink;
- наборы датчиков и серводвигателей,
- управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard);
- система технического зрения Cognex DVT 545;
- манипуляторы ТН-350, лабораторные 5-степенные роботы НПИ Уралучтех;
- конвейер SCC-900;
- среда математического моделирования и вычислений MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox (10 лиц. №1145851 бессрочная);
- среда математического моделирования и вычислений Matlab 2014b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Statistics and Machine Learning Toolbox (10 лиц. №362444, бессрочная);
- 7 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет.

## 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

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО