

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

СОГЛАСОВАНО  
Директор института  
магистратуры  
  
И. В. Ярмоленко  
« 20 » 05 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ЭИТУС  
  
А. В. Белоусов  
« 20 » 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

Интеллектуальные робототехнические комплексы

Направление подготовки (специальность):

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Интеллектуальные робототехнические системы и комплексы

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1023 от 14 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

Е. Б. Кариков  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 20 21 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

В. Г. Рубанов  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

В. Г. Рубанов  
(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

А. Н. Семернин  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения	ОПК-2.2 Применяет интеллектуальные методы обработки информации в области машиностроения	<p><b>Знать:</b> существующие программные пакеты и современные среды разработки программного обеспечения для разработки интеллектуальных систем анализа данных и управления робототехническими комплексами.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять проектирование структуры программного обеспечения для задач обработки информации и интеллектуального управления робототехническими комплексами.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных программных пакетов для обработки информации и управления в интеллектуальных робототехнических комплексах, а также для их проектирования; навыками разработки нового программного обеспечения на языках C++, python 3 при создании интеллектуальных робототехнических комплексов.</p>
	ПК-1 Способен разрабатывать модули мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики и методов искусственного интеллекта	ПК-1.1 Разрабатывает модули мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики и методов искусственного интеллекта	<p><b>Знать:</b> современные методы искусственного интеллекта, в том числе методы нечеткой логики, нейронных и нейро-нечетких сетей и генетических алгоритмов; методы машинного обучения и обработки данных, принятия решений; основные подходы применения этих положений для создания интеллектуальных робототехнических комплексов</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать модели нечетких и нейро-нечетких систем управления различных типов; применять методы технического зрения; пользоваться методами нейронных сетей, генетических алгоритмов при проектировании информационного обеспечения систем управления и анализа данных робототехнических комплексов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки моделей машинного обучения; базовым инструментарием машинного обучения; навыками проверки качества моделей машинного обучения; программными средства-</p>

			ми для разработки алгоритмов машинного обучения.
--	--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция** ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методология проектно-конструкторских разработок
2	Интеллектуальные робототехнические комплексы

**2. Компетенция** ПК-1 Способен разрабатывать модули мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики и методов искусственного интеллекта.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Интеллектуальные робототехнические комплексы
2	Системы технического зрения и обработка изображений в робототехнике
3	Методы машинного обучения
4	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.  
Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ зачет \_\_\_\_\_.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
курсовой проект	0	0
курсовая работа	0	0
расчетно-графическое задание	0	0
индивидуальное домашнее задание	0	0
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	74	74
экзамен	0	0

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс   2  . 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. Общие сведения и нечеткие подходы к построению интеллектуальных робототехнических комплексов</b>					
1	Понятие интеллектуальных систем и интеллектуальных агентов. Структура и основные подходы к построению.	1			2
2	Методы теории нечетких множеств для представления и использования знаний в системах управления. Понятие функции принадлежности	2	1	2	2
3	Системы нечеткого логического вывода на основе моделей Мамдани, Сугено, Ларсена.	2	2	4	2
<b>2. Интеллектуальные системы управления РТК на основе нейронных сетей</b>					
4	Нейронные сети. Классификация и свойства. Трехслойный персептрон. Обратное распространение ошибки	2	2	4	2
5	Самонастраивающиеся нейронные сети. Карты Кохонена.	2	2	4	2
6	Нейро-нечеткие сети	2	2	4	2
<b>3. Оптимизация работы систем управления РТК с помощью генетических алгоритмов</b>					
7	Генетические алгоритмы. Основные виды и понятия.	1	2	2	2
8	Генетические алгоритмы с элитным отбором	1	2	2	2
<b>4. Инструменты для моделирования и исследования работы интеллектуальных РТК</b>					
9	Применение пакета программ Matlab для моделирования и исследования систем на основе нечеткой логики, нейронных сетей и нейро-нечетких сетей.	2	2	6	2
10	Разработка интеллектуальных систем с помощью объектно-ориентированного подхода к программированию	2	2	6	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>20</b>

### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр <b>№3</b>				
1	<b>1. Общие сведения и нечеткие подходы к построению интеллектуальных робототехнических комплексов</b>	Нечеткие функции принадлежности, их особенности	1	2
2	<b>1. Общие сведения и нечеткие подходы к</b>	Основные системы логического вывода. Их применение	2	2

	построению интеллектуальных робототехнических комплексов			
3	2. Интеллектуальные системы управления РТК на основе нейронных сетей	Нейронные сети с обучением с учителем. Метод обратного распространения ошибки.	2	4
4	2. Интеллектуальные системы управления РТК на основе нейронных сетей	Нейронные сети с обучением без учителя. Карты Кохонена	2	4
5	2. Интеллектуальные системы управления РТК на основе нейронных сетей	Применение нейро-нечетких сетей для построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами.	2	4
6	3. Оптимизация работы систем управления РТК с помощью генетических алгоритмов	Применение генетических алгоритмов с элитным отбором для оптимизации параметров интеллектуальной системы	2	2
7	4. Инструменты для моделирования и исследования работы интеллектуальных РТК	Разработка модуля для пакета Matlab для моделирования работы интеллектуальной системы	2	2
8	4. Инструменты для моделирования и исследования работы интеллектуальных РТК	Разработка класса в среде объектно-ориентированного программирования, реализующего функциональные возможности интеллектуальной системы	2	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>	<b>24</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр №3</b>				
1	1. Общие сведения и нечеткие подходы к построению интеллектуальных робототехнических комплексов	Исследование работы интеллектуальных систем, построенных на базе нечетких подходов	6	7
2	2. Интеллектуальные системы управления РТК на основе нейронных сетей	Исследование применения нейросетевых подходов для разработки интеллектуальных систем	12	7
3	3. Оптимизация работы систем управления РТК с помощью генетических алгоритмов	Исследование генетических алгоритмов для оптимизации параметров интеллектуальных систем	4	8
4	4. Инструменты для моделирования и исследования работы интеллектуальных РТК	Моделирование работы интеллектуальной системы с использованием программных библиотек	12	8
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>30</b>

#### 4.4.

#### 4.5. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.6. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция** ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.2 Применяет интеллектуальные методы обработки информации в области машиностроения	зачет, защита лабораторных работ

**2. Компетенция** ПК-1 Способен разрабатывать модули мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики и методов искусственного интеллекта.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Разрабатывает модули мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики и методов искусственного интеллекта	зачет, защита лабораторных работ

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<b>1. Общие сведения и нечеткие подходы к построению интеллектуальных робототехнических комплексов</b>	Дайте понятие интеллектуальных систем и интеллектуальных агентов, покажите основные подходы к их построению. Опишите методы теории нечетких множеств для представления и использования знаний в системах управления, дайте понятие функции принадлежности Опишите порядок выбора функции принадлежности для конкретной задачи Опишите системы нечеткого логического вывода на основе моделей Мамдани.



		Опишите системы нечеткого логического вывода на основе моделей Сугено. Опишите системы нечеткого логического вывода на основе моделей Ларсена.
2	<b>2. Интеллектуальные системы управления РТК на основе нейронных сетей</b>	Что такое нейронные сети с обучением с учителем, опишите метод обратного распространения ошибки. Приведите структуру трехслойного перцептрона. Покажите его достоинства и недостатки. Что такое нейронные сети с обучением без учителя? Приведите определение и структуру карты Кохонена Покажите применение нейро-нечетких сетей для построения интеллектуальных систем управления технологическими объектами.
3	<b>3. Оптимизация работы систем управления РТК с помощью генетических алгоритмов</b>	Дайте определение генетическим алгоритмам, перечислите их основные виды и понятия, связанные с такими алгоритмами. Опишите применение генетических алгоритмов с элитным отбором для оптимизации параметров интеллектуальной системы
4	<b>4. Инструменты для моделирования и исследования работы интеллектуальных РТК</b>	Покажите применение пакета Matlab для моделирования работы интеллектуальной системы Опишите основные этапы применения объектно-ориентированного подхода при реализации функциональных возможностей интеллектуальной системы

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

1. Дайте определению фаззификации переменной.
2. Приведите пример фаззификации переменных для задачи регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока.
3. Что описывают функции принадлежности?
4. Какие Вы знаете типы функций принадлежности?
5. Как обосновать выбор функции принадлежности для конкретной задачи?
6. Как осуществить формирование нечетких функций принадлежности в среде Matlab?
7. Какие сигналы системы являются входными для нечеткого регулятора?
8. Каков общий вид имеют правила нечетких продукций?
9. Какие этапы можно выделить в алгоритме нечеткого вывода?
10. Опишите системы нечеткого логического вывода на основе моделей Мамдани.
11. Опишите системы нечеткого логического вывода на основе моделей Сугено.
12. Опишите системы нечеткого логического вывода на основе моделей Ларсена.
13. Как запустить редактор системы нечеткого вывода в среде Matlab?

14. Каким образом проводится анализ системы в программе Simulink?
15. Какие типы архитектуры искусственных нейронных сетей позволяют моделировать работу динамических систем?
16. В чем преимущества и недостатки использования нейронных сетей?
17. Каковы основные методы обучения нейронных сетей?
18. В чем заключается метод обратного распространения ошибки?
19. Что такое нейронные сети с обучением без учителя?
20. Приведите определение и структуру карты Кохонена
21. Как реализовать нейронную сеть с обучением без учителя с помощью Matlab?
22. В чём особенности работы нейро-нечеткой сети?
23. Как нейро-нечеткие сети применяются в задачах управления?
24. Как реализовать нейро-нечеткую сеть в среде Matlab?
25. Какие свободно распространяемые библиотеки для работы с нейро-нечеткими сетями Вы знаете?
26. В чём заключается смысл применения эволюционных алгоритмов при решении задач оптимизации параметров различных функций.
27. Какие разновидности генетических алгоритмов Вы знаете?
28. Что такое операция мутации?
29. Что такое операция скрещивания?
30. Что такое популяция в генетическом алгоритме?
31. Опишите структуру программного обеспечения для реализации генетического алгоритма
32. Как разработать и применять m-функцию в среде Matlab?
33. Какие подходы Вы знаете к разработке S-функций в Matlab для моделирования законов управления в Matlab Simulink
34. Какие программные среды для разработки объектно-ориентированных программ Вы знаете?
35. Приведите пример объектно-ориентированной модели программного обеспечения, реализующей функциональные возможности интеллектуальной системы?
36. Какие программные библиотеки для распознавания изображений Вы знаете?
37. Опишите возможности программной библиотек OpenCV по обработке и анализу изображений

#### **5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания**

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение осуществлять проектирование структуры программного обеспечения для задач обработки информации и интеллектуального управления робототехническими комплексами
	Умение разрабатывать программы на различных языках программирования
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владеет навыками обработки информации с использованием различных языков программирования

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Незачтено	Зачтено
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все – полные
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение осуществлять проектирование структуры программного обеспечения для задач обработки информации и интеллектуального управления робототехническими комплексами	Обучающийся не умеет осуществлять проектирование структуры программного обеспечения задач обработки информации и интеллектуального управления	Обучающийся умеет осуществлять проектирование структуры программного обеспечения для типовых задач обработки информации и интеллектуального управления робототехническими комплексами

скими комплексами		
Умение разрабатывать программы управления роботами на различных языках программирования	Не умеет разрабатывать программы управления роботами на различных языках программирования.	Умеет разрабатывать несложные программы управления роботами на различных языках программирования, реализующие стандартные алгоритмы.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой при подготовке к занятиям
Владеет навыками обработки информации с использованием различных языков программирования	В принципе не понимает, как обрабатывать информацию с использованием различных языков программирования.	Имеет представление об обработке информации лишь конкретного вида (текстовой или числовой и т.д.).

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Специализированный компьютерный класс для проведения лекционных занятий, лабораторных занятий УК 4, № 229	15 персональных компьютеров, подключенных к сети «Интернет» и имеющих доступ в электронно-информационную образовательную среду, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows Professional 8.1	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31

2	Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
3	Windows 10 Pro	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
4	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Лицензия № 13C8200710090907790928
5	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения Mozilla Public License 2.0 MPL
7	VirtualBox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения GNU General Public License v2
8	Ubuntu	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения GNU General Public License v3

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Козырев Ю. Г. Применение промышленных роботов / КНОРУС. 2011. (5 экз.)

2. Белов В. В., Смирнов А. Е., Чистякова В. И. Распознавание нечетко определяемых состояний технических систем / Горячая линия – Телеком. 2016. (3 экз.)

3. Афонин В. Л., Макушкин В. А. Интеллектуальные робототехнические системы / Интернет-Университет Информационных Технологий. 2005. (5 экз.)

4. Рубанов В.Г., Филатов А.Г. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах / Белгород- Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2005. (5 экз.)

5. Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы / Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ). 2016 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22407>.

6. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель / ДМК Пресс. 2014 [электронный ресурс]. URL:<http://www.iprbookshop.ru/7911>.

7. 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)

8. В. З. Магергут. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Робототехнические системы" / Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2007 [электронный ресурс]. URL: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919001511271300009390>.

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. Длин М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода/ М.: Физматлит, 2002

12. Каляев И. А., Гайдук А. Р., Капустян С. Г. Распределенные системы планирования действий коллективов роботов / Янус-К. 2002. (3 экз.)
13. Каляев И. А. Однородные нейроподобные структуры в системах выбора действий интеллектуальных роботов / Янус-К. 2000. (2 экз.)
14. Клевалин В. А. Адаптивные робототехнические комплексы с системой технического зрения / СТАНКИН. 2000. (2 экз.)
15. Каляев И. А. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов / ФИЗМАТЛИТ. 2009 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/12966>.
16. Никитин Ю. Р. Диагностирование мехатронных систем / Вузовское образование. 2013 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/13859>
17. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс 2-е изд., испр.: Пер. с англ. М.: Изд. ООО «И. Д. Вильямс», 2006. 1104 с.
18. 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.
19. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.: ил. – ISBN 5-94157-087-2.
20. Деменков Н. П. Нечеткое управление в технических системах : Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 200 с.: ил. – ISBN 5-7038-2742-6.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Симою М.П. Определение коэффициентов передаточных функций линеаризованных звеньев систем регулирования. Автоматика и телемеханика, 1957 г., № 6, с.514–527.
25. 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.
26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

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. 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.)

35. 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.

36. 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/>.

37. 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.

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

39. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013618121. SVMonitor – Программа распознавания изображений для оценки параметров процесса обжига во вращающейся печи / Юдин Д.А., Магергут В.З.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО Белгородский государственный

технологический университет им. В.Г. Шухова, заявка №2013615988 от 12.07.2013. – зарегистрировано 30.08.2013.

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

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

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

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

44. 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.

45. 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.

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

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

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

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный год без изменений.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

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

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