

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)

Динамика цифровых систем управления роботами

Направление подготовки (специальность):

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Интеллектуальные робототехнические системы и комплексы

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

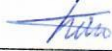
Институт Магистратуры

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 20 21 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук  
(ученая степень и звание)        
(подпись)      А. Г. Бажанов  
(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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов	ОПК-4.3. Работает в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления	<p><b>Знать:</b> программные средства для анализа и синтеза устройств управления для цифровых систем; методы синтеза цифровых регуляторов.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять синтез цифровых регуляторов с применением различных методов; работать в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления; описывать исследуемые процессы и решения научным языком.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками синтеза управляющих структур для цифровых систем управления; навыками работы в специализированных программных пакетах.</p>
	ОПК-13. Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	ОПК-13.4. Использует основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования динамики цифровых систем управления роботами	<p><b>Знать:</b> правила выбора шагов дискретизации и их влияние на устойчивость системы; принципы преобразования систем из непрерывных в дискретные; методы анализа динамических свойств цифровых систем.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять дискретизацию непрерывной системы в зависимости от требований предложенной структуры; анализировать свойства системы, ее устойчивость и основные динамические характеристики.</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы; навыками математического анализа непрерывных систем с целью их дискретизации; методами анализа динамических характеристик цифровых объектов и систем управления.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-4.** Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Метод пространства состояния в теории управления
2	Хаотическая динамика импульсных систем
3	Динамика цифровых систем управления роботами
4	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

**2. Компетенция ОПК-13.** Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория матриц
2	Хаотическая динамика импульсных систем
3	Динамика цифровых систем управления роботами
4	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.  
Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
контроль самостоятельных работ	0	0
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>55</b>	<b>55</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)	55	55

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Основные понятия дискретных и цифровых систем. Принципы классификации</b>					
	Типы дискретных систем и их основные признаки. Место каждой из дискретных систем в структурах управления. Основные особенности цифровых систем и принципы их классификации.	2	2		4
<b>2. Теоретические основы анализа динамики цифровых систем управления</b>					
	Виды динамики цифровых систем. Методы анализа и моделирования цифровых систем управления. Взаимодействие с аналоговыми объектами управления. Дискретизация систем. Примеры объектов и их цифровых моделей.	4	4	5	14
<b>3. Методы анализа устойчивости цифровых систем управления</b>					
	Методы анализа устойчивости цифровых систем. Переход от устойчивости аналоговых систем к устойчивости цифровых систем. Исследование устойчивости для конкретных объектов управления и систем управления ими.	4	4	4	12
<b>4. Методы синтеза структур управления для дискретных, в том числе цифровых регуляторов</b>					
	Синтез структур управления для дискретных систем. Линейные и нелинейные цифровые законы управления. Методы построения цифровых регуляторов и анализ их применимости.	4	4	4	14
<b>5. Синтез цифровых регуляторов</b>					
	Разработка систем цифрового управления. Программное обеспечение для создания цифровых систем управления. Методы самонастройки регуляторов и интеллектуальные методы. Проблемы при создании цифровых систем управления.	3	3	4	11
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>55</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №2				
1	Основные понятия дискретных и цифровых систем. Принципы классификации	Анализ дискретных систем. Построение графиков работы дискретных систем различного вида	2	2
2	Теоретические основы анализа динамики цифровых систем управления	На основе заданной структуры системы управления определить характеристики цифровой части и произвести дискретизацию объекта управления	4	4
3	Методы анализа устойчивости цифровых систем управления	Проанализировать заданную систему на устойчивость, определить главные характеристики системы, связанные с запасами устойчивости и необходимости приведения к определенному их виду	2	2
		Построение модели системы в программном пакете Matlab и анализ путем использования встроенных функций	2	2
4	Методы синтеза структур управления для дискретных, в том числе цифровых регуляторов	Разработать структуру управления с подбором типов регуляторов, способных выполнить корректировку работы системы управления в целом	4	4
5	Синтез цифровых регуляторов	Синтезировать цифровой закон управления и соответствующую ему структуру с использованием известных программно-аппаратных средств	3	3
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Теоретические основы анализа динамики цифровых систем управления	Классификация и анализ цифровой системы управления.	5	6
2	Методы анализа устойчивости цифровых систем управления	Исследование объекта управления на устойчивость с использование математических пакетов программ.	4	6
3	Методы синтеза структур управления для дискретных, в том числе цифровых регуляторов	Составление функциональных схем цифровой системы управления и анализ ее элементов.	4	6
4	Синтез цифровых регуляторов	Синтез структуры управления для заданного объекта и цифрового регулятора по известным динамическим свойствам и характеристикам системы.	4	6
ИТОГО:			17	24
ВСЕГО:				41

### 4.4. Содержание курсового проекта

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.5. 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-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-4.3. Работает в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления	защита лабораторных работ, зачет



**2. Компетенция** ОПК-13. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-13.3. Составляет математические модели импульсных систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули	защита лабораторных работ, решение практических задач, зачет

## 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	Основные понятия дискретных и цифровых систем. Принципы классификации ОПК-4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие дискретных систем. Место дискретных систем в автоматизированных системах управления.</li> <li>2. Типы дискретизации, примеры и основные признаки дискретных систем различного типа.</li> <li>3. Цифровые системы как обособленный тип дискретных систем. Способы получения с помощью аппаратного обеспечения.</li> <li>4. Основные особенности цифровых систем и принципы их классификации.</li> </ol>
2	Теоретические основы анализа динамики цифровых систем управления ОПК-4	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Виды динамики цифровых систем. Работа цифровых систем в структуре АСУ.</li> <li>6. Методы анализа и моделирования цифровых систем управления.</li> <li>7. Взаимодействие с аналоговыми объектами управления.</li> <li>8. Дискретизация систем. Примеры объектов и их цифровых моделей.</li> </ol>
3	Методы анализа устойчивости цифровых систем управления ОПК-4	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Методы анализа устойчивости цифровых систем.</li> <li>10. Переход от устойчивости аналоговых систем к устойчивости цифровых систем.</li> <li>11. Исследование устойчивости для конкретных объектов управления и систем управления ими.</li> </ol>
4.	Методы синтеза структур управления для дискретных, в том числе цифровых регуляторов ОПК-13	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Синтез структур управления для дискретных систем.</li> <li>13. Линейные и нелинейные цифровые законы управления.</li> <li>14. Методы построения цифровых регуляторов и анализ их применимости.</li> </ol>
5.	Синтез цифровых регуляторов ОПК-13	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Разработка систем цифрового управления.</li> <li>16. Программное обеспечение для создания цифровых систем управления.</li> <li>17. Методы самонастройки регуляторов и интеллектуальные методы.</li> <li>18. Проблемы при создании цифровых систем управления.</li> </ol>

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

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа №1. Классификация и анализ цифровой системы управления	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Поясните различные методы построения переходного процесса систем автоматического управления?</li><li>2. Дайте определение частотным характеристикам линейных систем автоматического управления.</li><li>3. Какие виды цифровых систем вы знаете и в чем их отличие?</li><li>4. Опишите алгоритмы дискретного преобразования для получения цифровой системы.</li></ol>
2.	Лабораторная работа №2. Исследование объекта управления на устойчивость с использованием математических пакетов программ	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Что называется, цифровым моделированием непрерывных объектов и систем управления?</li><li>2. Поясните общую методику цифрового моделирования непрерывных передаточных функций.</li><li>3. Опишите критерии устойчивости дискретных систем?</li><li>4. Какие методы анализа устойчивости относятся к точным, а какие к приближенным? Как определить критический период квантования дискретных систем?</li></ol>
3.	Лабораторная работа №3. Составление функциональных схем цифровой системы управления и анализ ее элементов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Опишите структуру цифровой системы с характеристикой ее аппаратных элементов.</li><li>2. Опишите работы ЦАП и АЦП.</li><li>3. Поясните методику теоретического синтеза оптимального управления в общем виде и для двухкритериальной задачи оптимального управления объектом с двойным интегрированием.</li></ol>
4.	Лабораторная работа №4. Синтез структуры управления для заданного объекта и цифрового регулятора по известным динамическим свойствам и характеристикам системы	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Какие методы расчета цифрового регулятора вы знаете?</li><li>2. Настройка цифрового ПИД-регулятора и нюансы, которые необходимо учитывать.</li></ol>

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

При промежуточной аттестации в форме экзамена, 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, видов регуляторов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение выполнять дискретизацию непрерывной системы в зависимости от требований предложенной структуры
	Умение анализировать свойства системы, ее устойчивость и основные динамические характеристики
	Умение выполнять синтез цифровых регуляторов с применением различных методов
	Умение работать в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления, описывать исследуемые процессы и решения научным языком
Навыки	Владение практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы;
	Владение навыками математического анализа непрерывных систем с целью их дискретизации
	Владение методами анализа динамических характеристик цифровых объектов и систем управления
	Владение навыками синтеза управляющих структур для цифровых систем управления
	Владение навыками работы в специализированных программных пакетах

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, но допускает неточности формулировок	Знает термины классификации, основные принципы	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала

		усвоил его деталей		дисциплины, владеет дополнительным и знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательнос ти	Излагает знания с нарушениями в логической последовательнос ти	Излагает знания без нарушений в логической последовательнос ти	Излагает знания в логической последовательнос ти, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение выполнять дискретизацию непрерывной системы в зависимости от требований предложенной структуры	Обучающий не умеет выполнять дискретизацию непрерывной системы в зависимости от требований предложенной структуры	Обучающий умеет выполнять дискретизацию непрерывной системы в зависимости от требований предложенной структуры, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	Обучающий умеет выполнять дискретизацию непрерывной системы в зависимости от требований предложенной структуры с небольшими ошибками	Обучающийся умеет выполнять дискретизацию непрерывной системы в зависимости от требований предложенной структуры
Умение анализировать свойства системы, ее устойчивость и основные	Обучающий не умеет анализировать свойства системы, ее устойчивость и	Обучающий умеет анализировать свойства системы, ее устойчивость и	Обучающий умеет анализировать свойства системы, ее устойчивость и	Обучающийся умеет анализировать свойства системы, ее устойчивость и

динамические характеристики	основные динамические характеристики	основные динамические характеристики, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	основные динамические характеристики с небольшими ошибками	основные динамические характеристики
Умение выполнять синтез цифровых регуляторов с применением различных методов	Обучающий не умеет выполнять синтез цифровых регуляторов с применением различных методов	Обучающий умеет выполнять синтез цифровых регуляторов с применением различных методов, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	Обучающий умеет выполнять синтез цифровых регуляторов с применением различных методов с небольшими ошибками	Обучающийся умеет выполнять синтез цифровых регуляторов с применением различных методов
Умение работать в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления	Обучающий не умеет работать в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления	Обучающий умеет работать в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	Обучающий умеет работать в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления с небольшими ошибками	Обучающийся умеет работать в программных пакетах, ориентированных на работу с цифровыми системами управления
Умение описывать исследуемые процессы и решения научным языком	Обучающий не умеет описывать исследуемые процессы и решения научным языком	Обучающий умеет описывать исследуемые процессы и решения научным языком, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	Обучающий умеет описывать исследуемые процессы и решения научным языком с небольшими ошибками	Обучающийся умеет описывать исследуемые процессы и решения научным языком

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы	Обучающийся не имеет практических навыков построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой	Обучающийся демонстрирует слабые навыки построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы	Обучающийся демонстрирует необходимые навыки построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой	Обучающийся успешно применяет навыки построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой

	системы		системы	системы
Владеть навыками математического анализа непрерывных систем с целью их дискретизации	Обучающийся не имеет навыков математического анализа непрерывных систем с целью их дискретизации	Обучающийся демонстрирует слабые навыки математического анализа непрерывных систем с целью их дискретизации	Обучающийся демонстрирует необходимые навыки математического анализа непрерывных систем с целью их дискретизации	Обучающийся успешно применяет навыки математического анализа непрерывных систем с целью их дискретизации
Владеть методами анализа динамических характеристик цифровых объектов и систем управления	Обучающийся не владеет методами анализа динамических характеристик цифровых объектов и систем управления	Обучающийся демонстрирует слабое владение методами анализа динамических характеристик цифровых объектов и систем управления	Обучающийся демонстрирует необходимое владение методами анализа динамических характеристик цифровых объектов и систем управления	Обучающийся успешно владеет методами анализа динамических характеристик цифровых объектов и систем управления
Владеть навыками синтеза управляющих структур для цифровых систем управления	Обучающийся не имеет навыков синтеза управляющих структур для цифровых систем управления	Обучающийся демонстрирует слабые навыки синтеза управляющих структур для цифровых систем управления	Обучающийся демонстрирует необходимые навыки синтеза управляющих структур для цифровых систем управления	Обучающийся успешно применяет навыки синтеза управляющих структур для цифровых систем управления
Владеть навыками работы в специализированных программных пакетах	Обучающийся не имеет навыков работы в специализированных программных пакетах	Обучающийся демонстрирует слабые навыки работы в специализированных программных пакетах	Обучающийся демонстрирует необходимые навыки работы в специализированных программных пакетах	Обучающийся успешно применяет навыки работы в специализированных программных пакетах

## 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 МК229	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; 15 персональных компьютеров с выходом в интернет, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II и Matlab
2	Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления МК231	Аналоговые вычислительные комплексы АВК 6, аналоговые вычислительные комплексы АВК 31, аналоговые

		вычислительные комплексы АВК 32, 6 высокопроизводительных компьютеров, проектор, 3D-принтер, 3D-сканер, стенд для исследования мобильных роботов
3	Специализированная лаборатория «Микроконтроллеры в системах автоматизации» МК208	микроконтроллеры и стенды на основе микропроцессоров (5 стендов), промышленные контроллеры VIPA, Segnetics, ОВЕН, Siemens S7-200, 300, 400, 1200, 1500, LOGO!, 32-х разрядные микроконтроллеры 1986BE93У производства АО «ПКК Миландр» с отладочными платами (8 комплектов)
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель
5	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Matlab Simulink	Лицензия №1145851 бессрочная
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018
6	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
8	Master SCADA 4D	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
9	MasterSCADA v. 3.4	16410414_3193 (1 компьютер, HASP-ключ) бессрочная

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

1. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб: Профессия,

2003. – 747 с.
2. Рубанов, В.Г. Моделирование систем: Учебное пособие / В.Г.Рубанов., А.Г. Филатов – Белгород.: изд. БГТУ, 2006. – 379 с.
  3. Рубанов, В.Г. Теория автоматического управления (нелинейные, оптимальные и цифровые системы): учеб. пособие / БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005 – 2006. Ч. 2. – 2006. – 256 с.
  4. Шапкарина, Г.Г. Основы цифрового управления. Основные понятия и описание цифровых систем управления. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шапкарина Г.Г. – Электрон. текстовые данные. – М: Издательский Дом МИСиС, 2009. – 63 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56100.html>.
  5. Дреус, Ю.Г. Системы реального времени: технические и программные средства: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М: НИЯУ МИФИ, 2010. – 320 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75713>.
  6. Кудряшов, В.С. Основы программирования микропроцессорных контроллеров в цифровых системах управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.С. Кудряшов [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. – 144 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47437.html>.
  7. Гудвин, Г. К. Проектирование систем управления / Г. К. Гудвин, С. Ф. Гребе, М. Э. Сальгадо; пер. А. М. Епанешников. – М: Бином. Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.
  8. Гостев, В. И. Системы управления с цифровыми регуляторами: справочник / В. И. Гостев. – Киев: Тэхника, 1990. – 280 с.
  9. Пупков, К.А. Методы классической и современной теории автоматического управления: в 5 т.: учебник / под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 – 3429 с.
  10. Соломенцев, Ю.М. Теория автоматического управления: учебник / ред. Ю. М. Соломенцев. – М: Высшая школа, 2003. – 268 с.
  11. 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.html>.
  12. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов: Учебное пособие. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М: Машиностроение, 2007. – 380 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/726>.
  13. Гриценко, Ю.Б. Системы реального времени. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М: ТУСУР, 2009. – 263 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4961>.



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

1. <http://www.elibrary.ru>- Научная электронная библиотека
2. <http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная научно-техническая библиотека России
3. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана
4. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)
5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/>- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
6. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета
7. <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова
8. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.

## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

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

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_

подпись

В. Г. Рубанов

ФИО

Директор института

\_\_\_\_\_

подпись

И. В. Ярмоленко

ФИО