

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 ЭИТУС  
А. В. Белоусов  
« 30 » мая 20 23 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Мобильные робототехнические комплексы

Направление подготовки (специальность):

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Мехатроника и робототехника

Квалификация:

бакалавр

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 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1046 от 17 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

В. А. Порхало

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«12» мая 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

канд. техн. наук, доц.

(ученая степень и звание)



(подпись)

Д. А. Бушуев

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
«29» мая 2023 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
	ПК-1. Способен выбирать способы роботизации отдельных функций производственного процесса и оценивать их эффективность	ПК-1.2 Выбирает способы управления робототехническими системами различного назначения	<p><b>Знать:</b> возможности и области применения различных мобильных роботов; методы анализа и синтеза систем управления для мобильных робототехнических систем;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать складские системы и объекты, как объекты логического управления, и использовать для их автоматизации мобильные роботы;- технически грамотно формулировать цели и задачи разработки и применения мобильных робототехнических систем;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и мобильных роботов</p>
	ПК-2. Способен разрабатывать управляющие устройства отдельных мехатронных модулей и робототехнических устройств манипуляционного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники	ПК-2.1. Разрабатывает системы управления манипуляционными роботами	<p><b>Знать:</b> конструктивные особенности, датчики и приводы мобильных робототехнических комплексов; современные направления исследований в области мобильной робототехники</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать алгоритмы и программы работы мобильных робототехнических систем, разрабатывать их на различной технической базе; разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы мобильных роботов и робототехнических комплексов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками программирования алгоритмов работы мобильных роботов роботов тех или иных видов;</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1.** Способен выбирать способы роботизации отдельных функций производственного процесса и оценивать их эффективность

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Научно-исследовательская работа
2	Производственная преддипломная практика
3	Манипуляционные робототехнические системы

**2. Компетенция ПК-2.** Способен разрабатывать управляющие устройства отдельных мехатронных модулей и робототехнических устройств манипуляционного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование робототехнических систем
2	Моделирование систем
3	Технология производства элементов и систем управления
4	Системы управления манипуляционными и мобильными роботами
5	Микроконтроллеры в робототехнических системах
6	Программирование микроконтроллеров
7	Производственная преддипломная практика
8	Манипуляционные робототехнические системы

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ экзамен, зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	180		
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	<b>72</b>	<b>51</b>	<b>21</b>
лекции	41	34	7
лабораторные	24	17	7
практические	0	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	7	3	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
курсовой проект	0	0	0

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
курсовая работа	0	0	0
расчетно-графическое задание	0	0	0
индивидуальное домашнее задание	0	0	0
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	72	54	18
экзамен	36	0	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Курс 4. Семестр 7

№ 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
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Классификация, область применения и развитие робототехнических комплексов</b>				
	Направления развития робототехники. Области применения роботов и решаемые задачи. Поколения роботов. Промышленные роботы и манипуляторы. Мобильные роботы. Классификация мобильных роботов. Общая характеристика конструкций промышленных и мобильных роботов, применяемых на производстве. Принципы управления роботами. Конструкции роботов. Типовые элементы конструкции промышленных и мобильных роботов. Роботы непромышленного назначения. Робототехнические комплексы. Классификация робототехнических комплексов. Компоненты робототехнических комплексов (приводы; информационно-сенсорные системы; способы и системы управления).	17		-	27
<b>2.</b>	<b>Управление движением мобильных роботов</b>				
	Математическое описание привода. Математическое описание мобильных роботов. Рассматриваются только наземные системы передвижения (колесные и гусеничные). Типы колесных мобильных роботов. Уравнения движения колесного мобильного робота. Динамическая модель с применением формализма Лагранжа. Управление движением мобильных роботов: движение по траектории без привязки ко времени; движение по заданной кривой с привязкой ко времени; движение по траектории без и с контролем ориентации. Система координат Френета. Подходы к разработке систем навигации мобильного робота. Глобальная спутниковая навигация и навигация с помощью радиомаяков. Применяемые датчики. Применение индуктивных датчиков. Инерциальная система навигации. Оптическое распознавание трассы. Составление карты окружающей среды с помощью лазерных, ультразвуковых, инфракрасных датчиков. Поиск пути мобильного робота. Представление окружающей среды робота в виде графа.	17		17	27

	Применение потенциальных полей.			
	<b>ВСЕГО</b>	34	17	54

### Курс 4 . Семестр 8

№ 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
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Динамика и управление движением</b>				
	Структура системы управления мобильного робота с дифференциальным приводом. Кинематические уравнения робота с дифференциальным приводом. Постановка задачи, уравнения движения. Одномерный фильтр Калмана и его применение для повышения точности позиционирования мобильного робота, движущегося с постоянной скоростью. Этапы синтеза фильтра Калмана для повышения точности показаний датчика бортовой системы управления мобильного робота. Бортовая система управления мобильного робота на базе микроконтроллера или одноплатного компьютера. Достоинства и недостатки. Общая структура Модель робопоезда. Планирование движения робопоезда. Моделирование модели робопоезда в среде программного пакета Adams+Easy5. Реализация законов управления. Аппаратная база системы управления	21		7	18
	<b>ВСЕГО</b>	21		7	18

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

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>Семестр № 7</b>				
1	Управление движением мобильных роботов	Исследование работы датчиков положения, скорости и ускорения мобильного робототехнического	8	10

		комплекса.		
2	Управление движением мобильных роботов	Исследование П-, ПД- и ПИД-регуляторов для управления скоростью движения мобильного робота	9	17
Итого			17	27
Семестр № 8				
1	Динамика и управление движением	Исследование оценки измеряемой величины (положения мобильного робота) на основе фильтра Калмана	7	18
Итого:			7	18
ВСЕГО:			24	45

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

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 ПК-1.** Способен выбирать способы роботизации отдельных функций производственного процесса и оценивать их эффективность.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.2. Выбирает способы управления робототехническими системами различного назначения	Экзамен, защита лабораторных работ

**2. Компетенция ПК-2.** Способен разрабатывать управляющие устройства отдельных мехатронных модулей и робототехнических устройств манипуляционного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Разрабатывает системы управления манипуляционными роботами	Экзамен, 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>Классификация, область применения и развитие робототехнических комплексов</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Понятие мобильного робота. Мобильный робототехнический комплекс. Классификация мобильных роботов. Области применения.</li><li>2. Робокары. Общая структура и применение.</li><li>3. Принципы управления роботами.</li><li>4. Конструкции роботов. Типовые элементы конструкции промышленных и мобильных роботов.</li><li>5. Робототехнические комплексы. Классификация робототехнических комплексов.</li></ol> Компоненты робототехнических комплексов (приводы; информационно-сенсорные системы; способы и системы управления).
2	<b>Управление движением мобильных роботов</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Подходы к разработке систем навигации мобильного робота. Глобальная спутниковая навигация и навигация с помощью радиомаяков. Применяемые датчики.</li><li>2. Подходы к разработке систем навигации мобильного робота. Применение индуктивных датчиков. Инерциальная система навигации.</li><li>3. Подходы к разработке систем навигации мобильного робота. Оптическое распознавание трассы. Составление карты окружающей среды с помощью лазерных, ультразвуковых, инфракрасных датчиков.</li><li>4. Поиск пути мобильного робота. Представление окружающей среды робота в виде графа. Применение потенциальных полей.</li><li>5. Структура системы управления мобильного робота с дифференциальным приводом. Статические характеристики двигателей и их применение для разработки системы управления роботом.</li><li>6. Упрощенные уравнения движения мобильного робота с дифференциальным приводом.</li><li>7. Применение П-, ПД- и ПИД-регуляторов для управления мобильным роботом при его движении по заданной трассе. Графические пояснения.</li></ol>
3	<b>Динамика и управление движением</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Одномерный фильтр Калмана и его применение для повышения точности позиционирования мобильного робота, движущегося с постоянной скоростью.</li><li>2. Этапы синтеза фильтра Калмана для повышения точности показаний датчика бортовой системы управления мобильного робота.</li><li>3. Бортовая система управления мобильного робота на базе микроконтроллера или одноплатного компьютера. Достоинства и недостатки. Общая структура</li><li>4. Передача данных через последовательный порт и порт</li></ol>

		<p>I2C в бортовой системе управления мобильного робота</p> <p>5. Особенности программно-аппаратной реализации управления двигателями, применения вспомогательных модулей в бортовой системе управления мобильного робота</p> <p>6. Работа с датчиками расстояния и ускорения в бортовой системе управления мобильного робота</p> <p>7. Какие модули беспроводной передачи данных в системе управления мобильным роботом Вы знаете, и чем они отличаются?</p>
--	--	--

### **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**

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. Исследование работы датчиков положения, скорости и ускорения мобильного робототехнического комплекса	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие датчики положения мобильных роботов вы знаете?</li> <li>2. Какие датчики скорости мобильных роботов вы знаете?</li> <li>3. Какие датчики ускорения мобильных роботов вы знаете?</li> <li>4. Как осуществлять построение структурно-кинематических схем мобильных роботов? Приведите пример.</li> <li>5. Выберите подходящую модель робота из современной номенклатуры мобильных роботов, способных выполнять заданную технологическую операцию в заданной рабочей зоне с объектами манипулирования заданных габаритов и массы.</li> <li>6. Какие конструкции мобильных роботов вы знаете.</li> <li>7. Приведите подходы к разработке систем навигации мобильного робота.</li> <li>8. Приведите подходы к разработке систем навигации мобильного робота с применением индуктивных датчиков.</li> <li>9. Опишите инерциальную систему навигации.</li> <li>10. Приведите подходы к разработке систем навигации мобильного робота на основе оптического распознава-</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>ния трассы.</p> <p>11. Опишите составление карты окружающей среды с помощью лазерных, ультразвуковых, инфракрасных датчиков.</p> <p>12. Реализуйте алгоритм поиска пути мобильного робота.</p>
2.	Лабораторная работа №2. Исследование П-, ПД- и ПИД-регуляторов для управления скоростью движения мобильного робота	<p>1. Опишите алгоритм решения задачи построения П-, ПД- и ПИД-регуляторов для управления скоростью движения мобильного робота и продемонстрируйте его реализацию в среде Matlab.</p> <p>2. Приведите структуру системы управления мобильного робота с дифференциальным приводом.</p> <p>3. Опишите статические характеристики двигателей и их применение для разработки системы управления роботом.</p> <p>4. Приведите уравнения движения мобильного робота с дифференциальным приводом.</p> <p>5. Реализуйте применение П-, ПД- и ПИД-регулятора для управления мобильным роботом при его движении по заданной трассе. Дайте графические пояснения.</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
3.	Лабораторная работа №3. Исследование оценки измеряемой величины (положения мобильного робота) на основе фильтра Калмана	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите особенности формирования пакетов данных для системы управления приводами робота.</li> <li>2. Опишите одномерный фильтр Калмана и его применение для повышения точности позиционирования мобильного робота, движущегося с постоянной скоростью.</li> <li>3. Приведите этапы синтеза фильтра Калмана для повышения точности показаний датчика бортовой системы управления мобильного робота.</li> <li>4. Опишите бортовую систему управления мобильного робота на базе микроконтроллера или одноплатного компьютера. Приведите достоинства и недостатки.</li> <li>5. Реализуйте передачу данных через последовательный порт и порт I2C в бортовой системе управления мобильного робота</li> <li>6. Реализуйте передачу данных через порт I2C в бортовой системе управления мобильного робота</li> </ol>

#### 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 анализировать складские системы и логистические комплексы и использовать для их автоматизации мобильные роботы
	Умение разрабатывать алгоритмы и программы работы мобильных робототехнических систем
Навыки	Владеть навыками разработки макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и мобильных роботов
	Владеть навыками программирования алгоритмов работы мобильных роботов тех или иных видов

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 основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными 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 последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, 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 анализировать складские системы и логистические комплексы и использовать для их автоматизации мобильные роботы	Не умеет анализировать складские системы и логистические комплексы и использовать для их автоматизации мобильные роботы	Умеет анализировать складские системы и логистические комплексы	Умеет анализировать складские системы и логистические комплексы и использовать для их автоматизации мобильные роботы	Умеет самостоятельно анализировать складские системы и логистические комплексы и использовать для их автоматизации мобильные роботы; составлять технические задания на создание управляющих систем для таких объектов;
Умение разрабатывать алгоритмы и программы работы мобильных робототехнических систем	Не умеет разрабатывать алгоритмы и программы работы мобильных робототехнических систем	Умеет разрабатывать алгоритмы работы мобильных робототехнических систем	Умеет разрабатывать алгоритмы и программы работы мобильных робототехнических систем	алгоритмы и программы работы мобильных робототехнических систем, использующие функциональные средства операционной системы, которые реализуют алгоритмы повышенной сложности; реализовать их на различной технической базе;

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками разработки макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и мобильных роботов	Не владеет навыками разработки макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и мобильных роботов	Владеет ограниченным набором навыков разработки макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем	Владеет различными навыками разработки макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и мобильных роботов	Владеет полным набором навыков разработки макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и мобильных роботов;

Владеть навыками программирования алгоритмов работы мобильных роботов тех или иных видов	Не владеет навыками программирования алгоритмов работы мобильных роботов	Владеет базовыми навыками программирования алгоритмов работы мобильных роботов тех или иных видов	Владеет навыками программирования алгоритмов работы роботов тех или иных видов	Владеет полным набором навыков программирования алгоритмов работы мобильных роботов тех или иных видов
--	--	---	--	--

## 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	Лаборатория робототехнических комплексов УК4 №232	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, ноутбук, 7 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет, стенд со SCARA-роботом Toshiba с пневматической присоской и интеллектуальной камерой и средой разработки программ для промышленной системы технического зрения DVT Intellect 1.4.0, стенд в виде роботизированной учебной ячейки KUKA с управляющим блоком KRC 5 для изучения работы промышленных манипуляторов, лабораторный стенд с мехатронным модулем автоматизированного перемещения и удержания цилиндрических заготовок при обработке на станках для изучения работы сервоприводов, контроллеров и систем позиционирования с механизмом пневматического поджима, стенд «Роботизированная распиловка свиной туши с применением распознавания профиля реза» с модулем перемещения имитации свиной туши и подключением промышленного манипулятора KUKA для изучения систем позиционирования, распознавания сложных объектов и синхронизации различных устройств в промышленных задачах, учебные роботы «Уралучтех» (2 стенда), мобильные роботы, система воздухоподготовки, лабораторная стенд для изучения САР давления в системах воздухоподготовки, пневмоцилиндры, пневмораспределители, фитинги, пневматические педали, лазерные сенсоры мобильных робототехнических средств, микрокомпьютеры

		(Raspberry PI, Cubieboard, NVIDIA Jetson), мобильный робот с пневматической экипировкой; регулируемые источники питания; паяльная станция Ycd-8582d; мотор колесо Z130D750-24A1-24S; стенды для изучения ПЛК Овен 21х серии; промышленная система технического зрения на основе камеры Delta Vis100; 3d принтер Picasso pro; платформы Rover 3; пульт управления taranis x7; осциллограф Rigol ds1054; осциллограф Gos-620fg
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	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	Операционная система ASTRA LINUX Вариант лицензирования «Орел» 1.7	Контракт №144-22 от 27.10.2022 лицензия №223100026-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-11874 от 07.11.2022 Лицензия бессрочная
2	Офисный пакет Мой офис Профессиональный 2.	Договор №143-22 от 31.10.2022 Лицензия бессрочная
3	Kaspersky Endpoint Security «Расширенный Russian Edition»	Контракт № 03261000041230000160001 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 21.08.2023. Срок действия лицензии 26.08.2025.
4	Yandex browser	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	nanoCAD	Соглашение №НР-22/220-ВУЗ от 17.02.2022г. Лицензия бессрочная
6	MSC Adams, Easy5, Patran, Nastran	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018 г. Лицензия бессрочная

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

1. Бурдаков, С.Ф. Системы управления движением колесных роботов / С. Ф. Бурдаков, И. В. Мирошник, Р. Э Стельмаков. – СПб.: Наука, 2001. – 227 с.

2. Градецкий, В.Г. Управляемое движение мобильных роботов по произвольно ориентированным в пространстве поверхностям: монография / В. Г. Градецкий, В.Б. Вешников, С. В. Калиничко, Л.Н. Кравчук. – М.: Наука, 2001. – 359 с.

3. Юревич Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич. - 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.



4. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов / С.Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 480 с.

5. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов по спец. «Роботы»/ С.Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 399 с.

6. Юревич, Е.И. Робототехника завтра (проблемы и перспективы развития): монография / Е.И. Юревич. – Саарбрюккен: Изд-во LAP LAMBERT, 2013. – 96 с.

7. Корендясев, А.И. Теоретические основы робототехники: монография / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес. – М.: Наука. Книга 1. – 2006. – 382 с.

8. Конюх В. Л. Основы робототехники / Феникс. 2008. (10 экз.)

9. Булгаков А. Г., Воробьев В. А. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / СОЛОН-Пресс. 2012. (10 экз.)

10. Роботы с компьютерным управлением: лабораторный практикум: учеб. пособие/ В.З.Магергут, В.Г. Рубанов, Д.А. Юдин и др. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 154 с.

11. Корендясев, А.И. Теоретические основы робототехники: монография / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес. – М.: Наука. Книга 1. – 2006. – 382 с.

12. Фу, К. Робототехника: Пер. с англ. / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. – М.: Мир, 1989. – 624 с.

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

1. [http://servomotors.ru/documentation/robot/robot\\_books.html](http://servomotors.ru/documentation/robot/robot_books.html) – Книги по робототехнике.
2. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научно-технологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Д. А. Бушуев  
подпись ФИО

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