

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


И.А. Новиков

«20» 05 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Роботизация наземных транспортно-технологических комплексов

Направление подготовки:

23.04.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы

Направленность программы:

Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт **Транспортно-технологический**

Кафедра **Подъемно-транспортных и дорожных машин**

Белгород 2021

Рабочая программа практики составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, утвержденный приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 917;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук, доц.
(ученая степень и звание, подпись)



Четвериков Б.С.
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 19 » 05 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, проф.
(ученая степень и звание, подпись)



Романович А.А.
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

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



Орехова Т.Н.
(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
Профессиональные	ПК-3 Подготовка предложений по развитию и модернизации экспериментально-исследовательской базы организации	ПК-3.2 Применяет достижения автоматизации и роботизации при создании наземных-транспортно-технологических комплексов	Знать: основные понятия, термины и определения робототехники; направления развития роботизированных НТТК. Уметь: осуществлять синтез робототехнических комплексов на основе определения основных технологических характеристик НТТК. Владеть: навыками интеграции роботизированных модулей при создании модернизированных образцов НТТК.
		ПК-3.3 Разрабатывает экспериментальные макеты мехатронных и робототехнических систем НТТК	Знать: компоновочные схемы, устройство и принцип действия узлов, агрегатов и систем роботизированных НТТК. Уметь: производить расчёт узлов, агрегатов и систем роботизированных НТТК. Владеть: практическими навыками наладки и эксплуатации роботизированного оборудования в составе НТТК

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3 Подготовка предложений по развитию и модернизации экспериментально-исследовательской базы организации

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Научные основы конструирования и расчета наземных транспортно-технологических машин
2	Оптимизация технологических процессов
3	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 (пять) зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	69	69
лекции	32	32
лабораторные	32	32
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	111	111
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	93	93
Экзамен	-	-

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	я работа на подготовку к аудиторным
1.	Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов.	4	-	-	6
2.	Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматизи и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы.	4	-	8	12
3.	Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Приводы роботов. Пневматический привод.	4	-	8	12
4.	Системы программного управления. Информационные системы.	4	-	8	18
5.	Основные термины и определения автоматизи. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства.	4	-	8	12
6.	Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ.	4	-	-	12
7.	Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ	4	-	-	11
8.	Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки.	4		-	10
	ВСЕГО:	32	-	32	93

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

¹ Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматизации и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы.	Изучение цикловых систем программного управления промышленными роботами	6	6
2	Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Приводы роботов. Пневматический привод.	Изучение интерфейса программы RoboDK	6	6
3	Системы программного управления. Информационные системы.	Изучение конструкции и особенностей работы привода робота Kuka.	6	6
4	Основные термины и определения автоматизации. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства.	Изучение конструкции и особенностей работы привода робота-манипулятора Dobot Magician.	6	6
5		Составление управляющей программы для робота-манипулятора Dobot Magician.	8	8
ВСЕГО:			32	32

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено выполнение РГЗ в 3 семестре.

РГЗ охватывает содержание основных изученных разделов изучаемой дисциплины и других дисциплин магистерской подготовки. Он содержит разделы постановки задачи, анализа, изысканий, расчета и конструирования систем управления мехатронными или робототехническими комплексами с элементами научных исследований, моделирования, патентных исследований.

По объему РГЗ составляет 2 листа графической части формата А1 и пояснительную записку объемом от 20 до 30 страниц рукописного или компьютерного текста и имеет следующую рекомендуемую структуру (разделы):

1. Титульный лист.
2. Введение, в котором излагаются основные цели и задачи РГЗ.

3. Технологическая часть, в которой изложено назначение объекта, системы или машины, выполняемые ими функции. Приводится описание исходного технологического процесса, обосновываются задачи проектирования, проводится анализ известных решений на основе анализа технической и научной литературы.

4. Расчетная часть, в которой излагаются общие принципы построения системы управления объектом, производится выбор схем управления, отдельных элементов (блоков) системы управления, дается описание функциональных и основных принципиальных схем, проводятся выбор и расчет аппаратных средств и сенсорных элементов.

5. Раздел математического моделирования и исследования системы, в котором приводится динамическое описание схемы или системы, проводится выбор средств моделирования (программного обеспечения), приводятся исходные данные и начальные условия моделирования, выбирается (разрабатывается) алгоритм управляющей программы, проводится машинный эксперимент, результатом которого является получение основные динамических зависимостей и переходных процессов объекта, приводится описание полученных графических зависимостей и их анализ.

6. Заключение, в котором приводятся основные результаты проведенных исследований и расчетов, даются рекомендации по использованию инновационных решений.

7. Список использованной литературы.

8. Приложения, в которые включаются дополнительные справочные материалы, листинги программ расчета и моделирования на ЭВМ.

В графической части проекта должны быть отражены:

1 лист – функциональные, принципиальные и структурные схемы систем управления, схема технологического процесса работы машины и место мехатронного или робототехнического комплекса в этом процессе.

2 лист – блок-схемы алгоритмов системы управления; результаты исследования динамики системы и отработки заданных координат позиционирования.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-3 Подготовка предложений по развитию и модернизации экспериментально-исследовательской базы организации

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2 Применяет достижения автоматизации и роботизации при создании наземных-транспортно-технологических комплексов	Собеседование, дифференцированный зачет.
ПК-3.3 Разрабатывает экспериментальные макеты мехатронных и робототехнических систем НТТК	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, дифференцированный зачет.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Общая робототехника. Сферы применения роботизированных наземных транспортно-технологических комплексов, обоснование применения роботов и манипуляторов.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поколения промышленных роботов 2. Области применения ПР. 3. История развития робототехники 4. Уровни автоматизации. 5. Техничко-экономическое обоснование применения роботизированных НТТК 6. Основные схемы применения роботизированных НТТК. 7. Сущность системного подхода к вопросам анализа и синтеза роботов и РТС 8. Системный подход к проектированию роботизированных НТТК и РТС 9. Особенности робота как системы, функции робота 10. Структура робота в составе РТС. Энергетический и информационный потоки в работе 11. Постановка задачи анализа и синтеза роботов 12. Структура проектирования роботов и РТС. Этапы проектирования, стадии проектирования 13. Проектные характеристики промышленного робота

2.	<p>Структурная схема роботов. Основные термины и определения автоматике и робототехники. Классификация роботов. Условные обозначения роботов, компоновочные схемы.</p>	<p>14. Агрегатно-модульный метод построения ПР</p> <p>15. Области применения ПР. Особенности конструктивного исполнения. Конструирование роботов для экстремальных сред</p> <p>16. Области применения. Конструктивные особенности ПР для различных производств</p> <p>17. Алгоритмы проектирования подсистем ПР</p>
3.	<p>Кинематика роботов. Рабочие органы роботов. Приводы роботов. Пневматический привод.</p>	<p>18. Алгоритм проектирования исполнительного устройства</p> <p>19. Синтез кинематической модели</p> <p>20. Формирование механической модели</p> <p>21. Синтез динамической модели</p> <p>22. Алгоритм проектирования устройства управления</p> <p>23. Алгоритм проектирования информационной системы</p> <p>24. Исследование кинематики и динамики роботов</p> <p>25. Кинематическая модель робота. Прямая и обратная задачи кинематики. Сущность метода однородных координат. Варианты кинематической модели. Кинематические характеристики</p> <p>26. Кинематический расчет ПР. Выбор компоновки кинематической модели робота по условиям точности и быстродействия</p> <p>27. Точностной расчет ПР. Кинематическая точность ПР. Линейная и угловая ошибки ПР</p> <p>28. Структура динамической модели робота. Алгоритм составления динамической модели с</p> <p>29. использованием метода Лагранжа. Исследование динамической модели</p>
4.	<p>Системы программного управления. Информационные системы.</p>	<p>30. Механизм продвижения модельного времени в ИМ. Анализ результатов моделирования.</p> <p>31. Роботизация технологического процесса формования пластмассовых моделей.</p> <p>32. Требования к рабочему органу ПР.</p> <p>33. Эмпирическое распределение случайных величин технологического процесса в имитационной модели.</p> <p>34. Принципы совершенствования конструкции узлов изделий и технологического процесса при его роботизации.</p> <p>35. Общая структура ПО управляющих ЭВМ.</p> <p>36. Структура роботизированных производств.</p> <p>37. Агрегатно-модульный принцип построения ПР.</p> <p>38. Датчики внутренней и внешней информации.</p> <p>39. Классификация систем управления.</p> <p>40. Специальные языки программирования роботов.</p>

5.	<p>Основные термины и определения автоматизируемых процессов. Робототехнические комплексы. Гибкие автоматизированные производства.</p>	<p>41. Основы проектирования промышленных роботов (общее понятие о системном подходе, манипуляторы, их характеристики и кинематические схемы)</p> <p>42. Приводы промышленных роботов (классификация и типы приводов, электрический привод и его особенности, основы следящего привода, регуляторы и их свойства)</p> <p>43. Контроллеры и интерфейсы промышленной робототехники (промышленные контроллеры: основные положения, архитектура ПЛК, интерфейсы робототехнических систем)</p>
6.	<p>Манипуляторное оборудование для выполнения грузоподъемных и монтажных работ.</p>	<p>44. Захватные устройства и их классификация.</p> <p>45. Методика расчета и выбора вакуумных и электромагнитных захватных устройств. Варианты компоновки схватов.</p> <p>46. Назначение и классификация информационных устройств.</p> <p>47. Иерархическая структура системы управления.</p> <p>48. Варианты кинематической модели. Кинематические характеристики</p> <p>49. Выбор кинематических схем и кинематических параметров ПР.</p> <p>50. Выбор точностных и скоростных параметров ПР.</p> <p>51. Сущность системного подхода к вопросам анализа и синтеза роботов и РТС.</p>
7.	<p>Манипуляторное оборудование для выполнения земляных работ</p>	<p>52. Особенности проектирования пневмогидравлических и электрогидравлических приводов автономных мобильных роботов для тяжелых условий эксплуатации.</p> <p>53. Особенности проектирования и выбора пневмоприводов роботов. Предметная область и технические требования.</p> <p>54. Уровни технических решений применяемых при проектировании роботов и РТС.</p> <p>55. Назовите положительные свойства физических моделей с изменением и без изменения среды.</p> <p>56. Область и условия применения комбинированных физико-математических моделей.</p> <p>57. Основные этапы исследований с моделями.</p> <p>58. В чем различие понятий комплексного и комбинированного совместного использования средств моделирования.</p> <p>59. По каким характеристикам оценивают оборудование для моделирования.</p> <p>60. Назовите этапы решения задач системного анализа при моделировании.</p> <p>61. Охарактеризуйте способы, позволяющие определить наиболее эффективные показатели.</p> <p>62. Классификация моделей.</p> <p>63. Охарактеризуйте два наиболее распространенных критерия подобия при взаимодействии рабочих органов машин с грунтом.</p> <p>64. Что позволяет определить анализ размерностей.</p>

		<p>65. Общие понятия статической устойчивости машины.</p> <p>66. Перечислите способы оценки устойчивости машин. Чем они характеризуются.</p> <p>67. Особенности поведения машин при динамическом нагружении.</p>
8.	Сбалансированные манипуляторы. Транспортные тележки.	<p>68. Выбор геометрических и функциональных соотношений между элементами манипуляционного механизма</p> <p>69. Оценка масс и моментов инерции подвижных элементов</p> <p>70. Силовой расчет модулей</p> <p>71. Методика расчета и выбора механических захватных устройств</p> <p>72. Методика расчета и выбора вакуумных и электромагнитных захватных устройств. Варианты компоновки схватов</p> <p>73. Расчет и конструирование механизмов и передач ПР</p> <p>74. Уравновешивающие механизмы ПР</p> <p>75. Структура РТС в составе ГПС</p> <p>76. Два варианта постановки задачи проектирования РТС</p> <p>77. Принципы построения РТС. Алгоритмы проектирования</p> <p>78. Адаптивные РТС</p> <p>79. Алгоритм расчета геометрической компоновки РТС</p> <p>80. Принципы построения и структура транспортно-технологических схем</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

Список вопросов для защиты РГЗ.

1. Понятие мехатронной системы, мехатронного модуля движения, мехатронной системы.
2. Структурно-функциональное описание мехатронных и робототехнических систем.
3. Особенности составления требований к мехатронным и робототехническим системам.
4. Особенности кинематики мехатронных и робототехнических систем с гидравлическими приводами: прямая и обратная задачи кинематики, их роль в построении системы управления приводом.
5. Динамика электрогидравлических мехатронных систем: описание, анализ, исследование.
6. Понятие кинематической точности мехатронной и робототехнической

системы, ее влияние на выбор привода, регулятора, информационных средств контроля и управления.

7. Основы теории распределения погрешностей.
8. Метрологическая оценка точности позиционирования привода.
9. Датчики контрольной и управляющей информации.
10. Сервоприводы, применяемые в мехатронных и робототехнических системах.
11. Современные электрогидравлические сервоклапаны.
12. Элементы цифровых каналов формирования управляющей информации.
13. Алгоритм выбора компоновки модульного электрогидравлического робота по условиям точности позиционирования.
14. Особенности силового расчета манипуляционной системы с электрогидравлическим приводом.
15. Понятие роботизированных технологических комплексов (РТК).
16. Структура роботизированных технологических комплексов.
17. Рабочая планировка РТК.
18. Выбор моделей промышленных роботов и мехатронных систем.
19. Безопасность труда при эксплуатации РТК.
20. Интеллектуальная система управления технологической машиной.
21. Проблемы построения адаптивных РТК с элементами искусственного интеллекта.
22. Методы адаптивного программного управления.
23. Адаптивные транспортные средства.
24. Методы и задачи навигации и локализации мобильных роботов.
25. Управление по ориентирам.
26. Вычисление местоположения робота по одному и нескольким ориентирам.
27. Визуальное управление.
28. Вероятностная модель движения мобильного робота.
29. Технологии управления по лазерному лучу для построения мехатронных и робототехнических систем и комплексов.
30. Мехатронные системы пространственного движения горных машин для подземных роботизированных технологий.
31. Роботы и робототехнические комплексы для торкретирования протяженных горных выработок.
32. Робототехнические и мехатронные комплексы для крупнопанельного и монолитного строительства.
33. Мехатронные комплексы для управления строительными опалубками при возведении высотных зданий и сооружений.
34. Мехатронные системы грузоподъемных кранов для стабилизации положения груза и управления его движением.
35. Мехатронные комплексы для строительства магистральных трубопроводов большого диаметра.
36. Система управления мобильным роботом в составе РТК.
37. Системы управления РТК погрузочно-разгрузочных работ.
38. Управление мехатронным комплексом жизнеобеспечения жилого дома
39. Система управления мультиагентным РТК.

40. Управление мехатронным контрольно - измерительным комплексом.
 41. Мехатронный комплекс управления двигателем и трансмиссией транспортного средства.
 42. Мехатронный комплекс технического зрения в составе РТК

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, определений, классификаций, понятий.
	Объем освоенного материала.
	Полнота ответов на вопросы.
	Четкость изложения и интерпретации знаний.
Умения	Умение осуществлять синтез робототехнических комплексов на основе определения основных технологических характеристик НТТК.
	Умение производить расчёт узлов, агрегатов и систем роботизированных НТТК.
Владение	Владение навыками интеграции роботизированных модулей при создании модернизированных образцов НТТК.
	Владение практическими навыками наладки и эксплуатации роботизированного оборудования в составе НТТК

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, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной 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	Дает неполные ответы на все	Дает ответы на вопросы, но не	Дает полные, развернутые

	вопросов	вопросы	все - полные	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 полностью 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 осуществлять синтез робототехнических комплексов на основе определения основных технологических характеристик НТТК.	Не умеет осуществлять синтез робототехнических комплексов	Может осуществить синтез робототехнических комплексов, но допускает неточности	Осуществляет синтез робототехнических комплексов на основе определения основных технологических характеристик НТТК	Умеет грамотно и целесообразно осуществлять синтез робототехнических комплексов, может логически ранжировать основные технологические характеристики НТТК.
Умение производить расчёт узлов, агрегатов и систем роботизированных НТТК.	Не умеет производить расчёт узлов, агрегатов и систем роботизированных НТТК.	С дополнительной помощью может выполнять и ставить задачи при расчете параметров систем роботизированных НТТК. Может использовать известные методики расчета параметров систем роботизированных НТТК, но допускает неточности в расчете.	Выполняет и ставит задачи при расчете параметров систем роботизированных НТТК. Может использовать известные методики расчета параметров систем роботизированных НТТК.	Самостоятельно выполняет и ставит задачи при расчете параметров систем роботизированных НТТК. Грамотно использует известные методики расчета систем роботизированных НТТК.

Оценка сформированности компетенций по показателю Владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками интеграции роботизированных модулей при создании модернизированных образцов НТТК.	Не владеет навыками интеграции роботизированных модулей при создании модернизированных образцов НТТК.	Может производить интеграцию роботизированных модулей при создании модернизированных образцов НТТК, но допускает неточности.	Может производить интеграцию роботизированных модулей при создании модернизированных образцов НТТК	В полном объеме владеет навыками интеграции роботизированных модулей при создании модернизированных образцов НТТК.
Владение практическими навыками наладки и эксплуатации роботизированного оборудования в составе НТТК	Не владеет практическими навыками наладки и эксплуатации роботизированного оборудования в составе НТТК.	Производит наладку и производит эксплуатацию роботизированного оборудования в составе НТТК, но допускает неточности	Производит наладку и производит эксплуатацию роботизированного оборудования в составе НТТК	Самостоятельно и в полном объеме производит наладку и производит эксплуатацию роботизированного оборудования в составе НТТК

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	Аудитория компьютерного проектирования (308 УК3)	Персональные компьютеры с предустановленным специализированными программными продуктами.
2	Компьютерный класс НТБ	Помещение для самостоятельной работы.
3	Лаборатория «Кисловодск»	Роботизированный комплекс KUKA

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	The open-source Arduino Software (IDE)	https://docs.arduino.cc
2	Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
3	Офис 365 для образования (студенческий)	E04002C51M от 22.06.2016
4	Matlab R2014b, лицензия № 362444 (10 компьютеров, сетевая версия)	Акт предоставления прав № Ах025341 от 06.07.2016

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Булгаков А. Г., Воробьев В. А. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / СОЛОН-Пресс. 2012.
2. Козырев Ю. Г. Применение промышленных роботов / КНОРУС. 2011.
3. Магергут В. З., Рубанов В. Г., Юдин Д. А., Сазонов Р. В., Бушуев Д. А. Роботы с компьютерным управлением /Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2010. 154 с.
4. Булгаков, А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / СОЛОН-ПРЕСС. 2008 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/8709>.
5. Борисенко Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов / Новое знание. 2011 [электронный ресурс]. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2919
6. 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>
7. Юревич Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич. - 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
8. 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.
9. Юревич, Е.И. Робототехника завтра (проблемы и перспективы развития): монография / Е.И. Юревич. – Саарбрюккен: Изд-во LAP LAMBERT, 2013. – 96 с.
10. Корендясев, А.И. Теоретические основы робототехники: монография / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес. – М.: Наука. Книга 1. – 2006. – 382 с.
11. Фу, К. Робототехника: Пер. с англ. / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. – М.: Мир, 1989. – 624 с

6.4. Перечень дополнительной литературы

1. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами / Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2004.
2. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / Лань. 2012. (12 экз.)
3. Родин Б. П. Механика работа / Вузовское образование. 2013. [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/18393>
4. Климов А.С., Машнин Н.Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке / Лань. 2011 [электронный ресурс]. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1804
5. Алтунин, А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А. Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
6. Юдицкий С.А., Магергут В.З. Логическое управление дискретными

процессами. Модели, анализ, синтез. М.: Машиностроение, 1987. – 176 с.

7. Бунько Е.Б., Юдицкий С.А. Программная реализация сетей Петри в асинхронных устройствах логического управления // Автоматика и телемеханика. 1983. №3. С. 109 – 119.

8. Ефремова Т.К., Тагаевская А.А., Шубин А.Н. Пневматические комплексы технических средств автоматизации. М.: Машиностроение, 1987. – 280с.

9. Построение пневматических управляющих устройств на базе аппаратур системы ЦИКЛ/ Т.К. Берендс, Т.К. Ефремова, А.А. Тагаевская и др. – М.: Институт проблем управления, 1975. – 104с.

10. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984. – 264 с.

11. Котов В.Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. – 160 с.

12. Юдицкий С.А., Вукович И.Ю. Динамическое экспресс-моделирование организационных систем(информационная технология ДЭМОС). М.: Институт проблем управления, 1998.–63 с.

13. Управляющие системы промышленных роботов./ Под ред. И.М.

14. Макарова, В.А. Чиганова. М.: Машиностроение, 1989. – 286с.

6.5. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://elib.bstu.ru/>

2. Сайт Электронно-библиотечной системы издательства «Лань»: <http://edanbook.com/>

3. Сайт РОСПАТЕНТА: <http://www1.fips.ru/>

4.Сайт Электронно-библиотечной системы «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>

5. <https://www.freecadweb.org/?lang=ru>

6. <https://robodk.com>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ²

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями³

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

² Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

³ Нужно подчеркнуть