

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 20 21 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС
А. В. Белоусов
« 20 » 05 20 21 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Методы контроля и диагностики робототехнических систем

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)

Р.А. Ващенко
(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
Выберите элемент.	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при создании систем контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать: основные понятия в области робототехники, основные положения, законы и методы естественных наук и математики, на которых базируется функционирование робототехнических систем и их подсистем</p> <p>Уметь: самостоятельно осуществлять поиск и изучение законов и методов естественных наук и математики, лежащих в основе работы заданных элементов робототехнических систем.</p> <p>Владеть: навыками поиска технической документации на элементы мехатронных и робототехнических систем в сети Интернет</p>
	ОПК-8. Способен оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений	ОПК-8.1. Применяет методы контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем для оптимизации затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	<p>Знать: актуальные и эффективные методы исследования и оптимизации процессов по экономическим критериям</p> <p>Уметь: применять методы контроля и диагностики для повышения живучести робототехнических систем</p> <p>Владеть: методами оптимизации затрат на производственную деятельность.</p>

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-11. Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ОПК-11.4. Разрабатывает цифровые алгоритмы и программы для контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем	<p>Знать: актуальные алгоритмы и их использование для разработки программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем; основные структуры данных, способы их представления и обработки.</p> <p>Уметь разрабатывать цифровые алгоритмы и решать задачи обработки данных при создании программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем</p> <p>Владеть: навыками алгоритмизации и программирования для создания систем контроля и диагностики робототехнических систем</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория матриц
2	Метод пространства состояния в теории управления

2. Компетенция ОПК-8. Способен оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методы контроля и диагностики робототехнических систем

3. Компетенция ОПК-11. Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системы автоматизированного проектирования
2	Специализированное программное обеспечение робототехнических систем
3	Проектирование робототехнических систем

3. ОБЪЕМ ДИЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.
 Форма промежуточной аттестации _____ зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
курсовой проект		
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)	71	71
экзамен	36	36

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
1. Основы технической диагностики робототехнических систем					
	Общие понятия технической диагностики. Цели и задачи технической диагностики. Классификация систем диагностирования. Математическая постановка задачи диагностирования.	8	0	8	26
2. Статистические методы диагностирования робототехнических систем					
	Статистические методы диагностирования. Метод Байеса. Диагностическая матрица. Метод последовательного анализа. Метод минимального риска.	12	0	12	24
3. Математические модели мобильных управляемых транспортных средств, обладающих свойством живучести					
	Формы математических моделей мобильных роботов, пригодных для решения задач управления, контроля работоспособности и диагностики неисправностей. Классическая математическая модель системы управления мобильным роботом в области действительного и комплексного переменного. Представление математической модели системы управления в форме пространства состояния. Математическая модель мобильного робота с учетом запаздывания и интервальности параметров транспортного средства и устройства управления.	10	0	10	13
4. Способы обеспечения живучести систем управления мобильными роботами					
	Робастная устойчивость и модальность как средства обеспечения живучести системы управления мобильным транспортным роботом. Постановка задачи разработки критерия робастной модальности. Формулировка критерия робастной модальности для систем с запаздыванием. Иллюстрация критерия робастной устойчивости на конкретных примерах.	14	0	14	8
	ВСЕГО	34		34	71

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №3				
1	Статистические методы диагностирования робототехнических систем	Применение метода Байеса для диагностирования объектов.	4	4
2	Статистические методы диагностирования робототехнических систем	Идентификация динамического объекта методом решения уравнения Винера-Хопфа.	4	4
3	Основы теории планирования эксперимента при проведении исследований	Интерполяция и аппроксимация результатов исследований	8	8
4	Способы обеспечения живучести систем управления мобильными роботами	Управление положением и устойчивостью системы управления.	8	8
5	Способы обеспечения живучести систем управления мобильными роботами	Синтез корректирующих устройств и регуляторов в среде математического моделирования Matlab/Simulink.	10	10
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			34	34

4.3. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

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 ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при создании систем контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем	Защита лабораторных работ, экзамен

2. Компетенция ОПК-8. Способен оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-8.1. Применяет методы контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем для оптимизации затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	Защита лабораторных работ, экзамен

3. Компетенция ОПК-11. Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-11.4. Разрабатывает цифровые алгоритмы и программы для контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем	Защита лабораторных работ, экзамен

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	1. Основы технической диагностики	1. Общие понятия технической диагностики. Цели и задачи технической диагностики. Ей структура.

	робототехнических систем	2. Общие понятия технической диагностики. Классификация систем диагностирования.
	2. Статистические методы диагностирования робототехнических систем	3. Математическая постановка задачи диагностирования. 4. Статистические методы диагностирования. Метод Байеса. Диагностическая матрица. 5. Статистические методы диагностирования. 6. Метод последовательного анализа. 7. Статистические методы диагностирования. Метод минимального риска.
	3. Математические модели мобильных управляемых транспортных средств, обладающих свойством живучести	1. Формы записи уравнений систем: уравнение движения системы в операторной форме; 2. Стандартная форма векторно-матричной модели системы; 3. Структурно-матричная схема векторно-матричной модели системы
	4. Способы обеспечения живучести систем управления мобильными роботами	1. Сформулируйте обратную задачу динамики для манипуляционного механизма. 2. При каких условиях можно эффективно использовать линейную динамическую коррекцию? 3. Поясните термин «обобщенный моментный регулятор». Каковы преимущества и недостатки такого регулятора? 4. В чем состоит суть метода декомпозиции? 5. Как определяются сигналы динамической коррекции при использовании метода декомпозиции? При каких условиях можно пренебречь динамикой приводов манипуляторов? 6. Перечислите технические средства реализации силовой обратной связи в системе управления манипулятором. 7. В чем основное преимущество динамической коррекции с помощью силовой обратной связи? 8. В чем преимущество силовой обратной связи по силам и моментам, действующим на схват? 9. Почему введение силовой обратной связи обычно приводит к ухудшению устойчивости исполнительной системы манипулятора? 10. В чем состоит процедура планирования движения с учетом динамики манипулятора (динамическое планирование)? 11. Как определить необходимую мощность силовых агрегатов манипулятора, используя решение обратной задачи динамики? Как определить энергетическую эффективность манипулятора?

1.

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

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

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">1. Чем отличаются программные роботы от адаптивных роботов?2. На каких принципах основана работа датчиков положения элементов робототехнического комплекса?3. На каких принципах основана работа датчиков скорости элементов робототехнического комплекса?4. На каких принципах основана работа датчиков ускорения элементов робототехнического комплекса?5. Что такое статическая характеристика датчика?6. Как экспериментально определить передаточную функцию датчика?
2.	Лабораторная работа №2. Исследование регуляторов для управления скоростью движения мобильного робота	<ol style="list-style-type: none">1. Приведите классификацию приводов роботов.2. Опишите приводы с вентильными двигателями.3. Что такое приводы переменного тока?4. Опишите приводы на базе шаговых двигателей.5. Как работают высокомоментные безредукторные приводы?6. Как осуществить идентификацию передаточной функции электромеханического привода постоянного тока.7. Как оценить показатели качества: время переходного процесса, колебательность, динамическую ошибку?8. В чем заключается расчет настроек регулятора методом Циглера-Никольса?9. В чем заключается расчет настроек регулятора методом корневого годографа?10. Опишите эксперимент по исследованию различных типов регуляторов скорости двигателя постоянного тока мобильного робота.

№	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"> 1. Что такое фильтр Калмана? 2. Как фильтр Калмана применяется для повышения точности измерения бортовых датчиков мобильного робота?
4.	Лабораторная работа №4. Исследование модулей беспроводной передачи данных в системе управления мобильным роботом	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие модули беспроводной передачи данных для мобильных роботов Вы знаете? 2. Как применить модули беспроводной передачи данных при построении системы управления мобильным роботом? 3. Какие программные пакеты необходимы для проведения экспериментов с беспроводными коммуникациями?

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	
ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования при создании систем контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем	
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение самостоятельно осуществлять поиск и изучение законов и методов естественных наук и математики
Навыки	Владеть методами оптимизации затрат на производственную деятельность.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ОПК-8. Способен оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений	
ОПК-8.1. Применяет методы контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем для оптимизации затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение применять методы контроля и диагностики для повышения живучести робототехнических систем
Навыки	Владеть навыками алгоритмизации и программирования для создания систем контроля и диагностики робототехнических систем

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ОПК-11. Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	
ОПК-11.4. Разрабатывает цифровые алгоритмы и программы для контроля работоспособности и диагностики робототехнических систем	
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение самостоятельно осуществлять поиск и изучение законов и методов естественных наук и математики
	Умение применять методы контроля и диагностики для повышения живучести робототехнических систем
Навыки	Владеть методами оптимизации затрат на производственную деятельность.
	Владеть навыками алгоритмизации и программирования для создания систем контроля и диагностики робототехнических систем

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 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 самостоятельно осуществлять поиск и изучение законов и методов естественных наук и математики	Не умеет осуществлять поиск и изучение законов и методов естественных наук и математики	Умеет осуществлять поиск и изучение законов и методов естественных наук и математики	Умеет самостоятельно осуществлять поиск и изучение законов и методов естественных наук и математики	Умеет самостоятельно осуществлять поиск и изучение законов и методов естественных наук и математики, лежащих в основе работы заданных элементов робототехнических систем.
Умение применять методы контроля и диагностики для повышения живучести робототехнических систем	Не умеет применять методы контроля и диагностики для повышения живучести робототехнических систем	Умеет применять методы контроля и диагностики для повышения живучести робототехнических систем	Умеет применять методы контроля и диагностики для повышения живучести робототехнических систем и обеспечения надежности	Умеет применять методы контроля и диагностики для повышения живучести мехатронных, робототехнических систем и обеспечения надежности их функционирования

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть методами оптимизации затрат на производственную деятельность.	Не владеет методами оптимизации затрат на производственную деятельность.	Имеются основные навыки применения методов оптимизации затрат на производственную деятельность.	Владеет в полной мере навыками использования методов оптимизации затрат на производственную деятельность.	Владеет в полной мере навыками использования методов оптимизации затрат на производственную деятельность с учетом экономических критериев
Владеть навыками алгоритмизации и программирования для создания систем контроля и диагностики робототехнических систем	Не владеет навыками алгоритмизации и программирования для создания систем контроля и диагностики робототехнических систем	Владеет базовыми навыками алгоритмизации и программирования для создания систем контроля и диагностики робототехнических систем	Владеет навыками алгоритмизации и программирования для создания систем контроля и диагностики робототехнических систем	Владеет навыками алгоритмизации и программирования для создания систем контроля и диагностики робототехнических и мехатронных систем

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	проектор с переносным экраном; система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor; системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software; наборы датчиков и серводвигателей, управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard); система технического зрения Cognex DVT 545; манипуляторы ТН-350, лабораторные 5-степенные роботы НПИ Уралучтех; конвейер SCC-900; среда математического моделирования и вычислений MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox (10 лиц. №1145851 бессрочная); среда разработки Microsoft Visual Studio; среда разработки и отладки программ промышленного SCARA-робота TSPC; среда разработки программ для промышленной системы технического зрения DVT Intellect 1.4.0; 7 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет.
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

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
4	Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления УК 4, № 231	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, ноутбук; проектор с переносным экраном; 6 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет; стенд для исследования мобильных роботов, шкаф автоматизации

		лабораторной установки для изучения САР уровня
5	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
6	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

7.2. 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	MathWorks	Лицензия №1145851 бессрочная
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018 бессрочная

7.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.1. Перечень основной литературы

- 1) Иванов, В.И. Имитационное моделирование и автоматизация эксперимента: Метод. указ. к выполн. лаборат. работ для студ. спец. 210200 / Сост. И.В. Иванов, А.Г.Филатов, Е.Н.Коробкова. – Белгород: БелГТАСМ, 2000. – 48 с.
- 2) Алексеев, А.А. Идентификация и диагностика систем / А.А. Алексеев, Ю.А. Кораблев, М.Ю. Шестопапов. – М., Academia, 2009. – 352 с.
- 3) Рубанов, В.Г. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах: Учебное пособие / В.Г.Рубанов., А.Г.Филатов – Белгород.: изд. БГТУ, 2005. – 171 с.
- 4) Рубанов, В.Г. Моделирование систем: Учебное пособие / В.Г.Рубанов., А.Г.Филатов - Белгород.: изд. БГТУ, 2006.- 379 с.
- 5) Попов, А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем монография Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет 2013 <http://www.iprbookshop.ru/454136.2>.

- 6) Бурдаков, С.Ф. Системы управления движением колесных роботов / С. Ф. Бурдаков, И. В. Мирошник, Р. Э Стельмаков. – СПб.: Наука, 2001. – 227 с.
- 7) Градецкий, В.Г. Управляемое движение мобильных роботов по произвольно ориентированным в пространстве поверхностям: монография / В. Г. Градецкий, В.Б. Вешников, С. В. Калиниченко, Л.Н. Кравчук. – М.: Наука, 2001. – 359 с.
- 8) Юревич Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) Юревич, Е.И. Робототехника завтра (проблемы и перспективы развития): монография / Е.И. Юревич. – Саарбрюккен: Изд-во LAP LAMBERT, 2013. – 96 с.
- 12) Корендясев, А.И. Теоретические основы робототехники: монография / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес. – М.: Наука. Книга 1. – 2006. – 382 с.
- 13) Попов, Е.П. Основы робототехники / Е. П. Попов, Г. В. Письменный. – М.: Высшая школа, 2007. – 224 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Система автоматизированного проектирования Autodesk Inventor: визуализация, интерфейс прикладного программирования, элементы инженерного анализа: метод. указания к выполнению лаб. работ по курсу "Системы автоматизированного проектирования" для студентов специальности 230201 / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. информ. технологий; сост. А. Ю. Стремнев. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. – 74 с.
2. Александровская Л.Н. Безопасность и надежность технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2008.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9055>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Буров А.Г. «Совместное использование вычислительных пакетов MSC.Adams и MATLAB». – Санкт-Петербург.: MSC Software Corp, 2004. – 43 стр.
4. Георгиев А.Ф. «Моделирование динамических систем с помощью MSC.Adams и MSC.EASY5» – М.: MSC Software Corp, 2005. – 29 стр.

5. Герман-Галкин, С. Г. и др. Цифровые электроприводы с транзисторными преобразователями. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. - 248 с.
6. Гордеев-Бургвиц М.А. Основы алгебры логики и проектирование систем управления электроприводами объектов стройиндустрии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гордеев-Бургвиц М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 32 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20016>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Евгеньев Г.Б. Технология создания интеллектуальных систем проектирования [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов по курсу «Системы автоматизированного проектирования в интегрированных компьютеризованных производствах»/ Евгеньев Г.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 60 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31298>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Classic фирмы "ATMEL" / А. В. Евстифеев. - Москва : Додэка-XXI, 2002. - 285 с.
9. Жмудь В.А. Динамика мехатронных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Жмудь В.А., Французова Г.А., Востриков А.С.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 176 с.— Режим доступа:
10. Иванов А.А. «MSC.Adams: Теория и элементы виртуального конструирования и моделирования». – М.: MSC Software Corp, 2003. – 97 с
11. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1988 г. — 392 с.
12. Кудрявцев Е.М. КОМПАС-3D. Проектирование в архитектуре и строительстве [Электронный ресурс]/ Кудрявцев Е.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2010.— 544 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7896>.— ЭБС «IPRbooks»
13. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером [Электронный ресурс]/ Кузьминов А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2008.— 320 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7668> .— ЭБС «IPRbooks»
14. Латышев П.Н. Каталог САПР [Электронный ресурс]: программы и производители. 2014-2015/ Латышев П.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013.— 694 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26920>.— ЭБС «IPRbooks»
15. Магда Ю.С. Микроконтроллеры серии 8051. Практический подход [Электронный ресурс]/ Магда Ю.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2008.— 228 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7731> — ЭБС «IPRbooks»

16. Новиков, Ю. В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования / Ю. В. Новиков. - Москва : Мир, 2001. - 379 с.
17. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник / И. П. Норенков. - 2-е, перераб. и доп. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002
18. Приемывшев, А.В. Компьютерная графика в САПР. [Электронный ресурс] / А.В. Приемывшев, В.Н. Крутов, В.А. Треляль, О.А. Коршакова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 196 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90060> — Загл. с экрана.
19. Родин Б.П. Механика робота [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Родин Б.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 56 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18393>.— ЭБС «IPRbooks»
20. Сольнищев, Р. И. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р. И. Сольнищев, А. Е. Кононюк, Ф. М. Кулаков. – М.: Машиностроение, 1990. – 415 с. (8)
21. Ушаков Д. Введение в математические основы САПР [Электронный ресурс]: курс лекций/ Ушаков Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7937>.— ЭБС «IPRbooks»
22. Феоктистов М.Н. «Моделирование динамических эффектов управляемости автомобиля с использованием программных пакетов MSC.Adams и MSC.Nastran». – Нижний Новгород.: MSC Software Corp, 2004. – 40 с
23. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники : в 3-х т. : пер. с англ. / П. Хоровиц. - Москва : Мир, 1993. Т. 3. - 1993.
24. Андреев Г.И., Барвиненко В.В., Верба В.С.Тарасов А.К. Основы научной работы и методология диссертационного исследования / Финансы и статистика 2012, 296 с
25. Рубанов, В.Г. Создание автоматизированных систем управления на основе современных Green технологий и использование пакетов индустриальных ИУС в процессе проектирования / Рубанов В.Г., Бажанов А.Г., Магергут В.З. // Введение в Green IT: методология, технологии и применение / под общ. ред. В.С. Харченко: НАУ ХАИ, 2014.

6.3. Перечень интернет ресурсов

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.

Заведующий кафедрой _____ В. Г. Рубанов
подпись ФИО

Директор института _____ И.В. Космачева
подпись ФИО