

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

_____ Моделирование систем _____

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 20 21 году.

Составитель (составители):

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



(подпись)

А. Г. Бажанов

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 20 21 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

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



(подпись)

В. Г. Рубанов

(инициалы, фамилия)

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

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:

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



(подпись)

В. Г. Рубанов

(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель:

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



(подпись)

А. Н. Семернин

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	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. Выполняет расчет и реализацию отдельных узлов мехатронных и робототехнических систем на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микропроцессорной техники	<p>Знать: типы подсистем автоматизированных промышленных систем; принципы получения данных для построения математических моделей; примеры построения математических моделей узлов системы; типы и правила проведения модельных экспериментов на натуральных объектах; принципы проведения научных экспериментов и формат выходных данных; принципы построения моделей в программном обеспечении; причины создания недостоверных моделей; методы проверки адекватности моделей; методы анализа математических моделей процессов и систем; логическую связь между отдельными этапами моделирования; методы анализа математических моделей процессов и систем; логическую связь между отдельными этапами моделирования.</p> <p>Уметь: строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов; применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе моделируемых структур; пользоваться численными методами для решения задач математического моделирования; создавать математические модели в программном обеспечении.</p> <p>Владеть: практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы; навыками работы с натурными моделями и прототипами реальных объектов; навыками создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. 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	Манипуляционные робототехнические системы
6	Мобильные робототехнические комплексы
7	Микроконтроллеры в робототехнических системах
8	Программирование микроконтроллеров
9	Производственная преддипломная практика
10	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	56	56
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
контроль самостоятельных работ	0	0
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	124	124
курсовой проект	54	54
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)	34	34
экзамен	36	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. Общие сведения о моделировании систем, классификация моделей и виды моделирования					
	Моделирование как метод научного познания. Определение моделирования. Классификация видов моделирования и математических моделей. Определение математического и имитационного моделирования. Отличительные признаки сложных систем. Принципы системного подхода в моделировании систем. Стадии разработки моделей. Инструментальные средства моделирования систем.	6			3
2. Введение в моделирование объектов и систем управления					
	Задачи моделирования объектов и систем управления. Способы получения математических моделей объектов и систем управления. Теоретический способ получения математических моделей объектов и систем управления. Эмпирический и комбинированный способы получения математических моделей объектов и систем управления. Типовые модели объектов и систем управления. Операторные модели. Модели в пространстве состояний. Конечные автоматы. Марковские случайные процессы. Интеллектуальные модели объектов и систем управления.	8		4	8
3. Цифровое моделирование объектов и систем управления					
	Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем, цели и задачи исследования математических моделей систем, общая схема разработки математических моделей, примеры моделей систем. Основные характеристики и область применения метода цифрового моделирования. Этапы создания цифровых моделей. Методы численного дифференцирования. Методы численного интегрирования. Методы замены интеграторов диграторами. Методы введение фиктивных квантователей и фиксаторов. Модельные эффекты дискретизации при построении цифровых моделей.	8		4	8
4. Моделирование нелинейных систем и систем с распределенными параметрами					
	Методы моделирования систем с распределенными	6		4	7

	параметрами. Численные методы решения уравнений математической физики и соответствующие конечно-разностные математические модели. Явные и неявные конечно разностные схемы, методы их составления и решения. Устойчивость конечно разностных схем.				
5.Имитационное моделирование					
	Сущность имитационного моделирования. Модельное время и способы управления модельным временем. Обобщенная структурная схема имитационной модели, способы организации квазипараллелизма и этапы создания имитационной модели. Теоретические основы метода статистического моделирования. Машинное моделирование случайных величин, процессов и событий. Статистические гипотезы и критерии согласия. Качество машинных генераторов случайных чисел и методы ее повышения. Проверка адекватности имитационных моделей	6		5	8
	ВСЕГО	34	0	17	34

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Введение в моделирование объектов и систем управления	1. Оценка качества переходных процессов линейных объектов и систем управления.	4	4
2	Цифровое моделирование объектов и систем управления	2. Цифровое моделирование процессов в системах управления. 3. Моделирование систем многокритериального управления.	4	4
3	Имитационное моделирование	4. Идентификация статических моделей объектов управления. 5. Идентификация динамических моделей объектов и систем управления.	4	4
4	Моделирование нелинейных систем и систем с распределенными параметрами	6. Моделирование систем с распределенными параметрами.	5	5
		ИТОГО:	17	17
			ВСЕГО:	34

4.4. Содержание курсового проекта

Курсовой проект может выполняться на тему, относящуюся к любому из разделов дисциплины в соответствии с рабочей программой.

Примеры тем курсовых проектов:

1. Имитационное моделирование систем массового обслуживания;
2. Интеллектуальные системы управления для моделирования работы технологических и робототехнических систем;
3. Моделирование сложных динамических систем с помощью аппарата нелинейной динамики и анализа свойств таких систем.

Курсовой проект может выполняться студентом под руководством преподавателей, аспирантов, старших и младших научных сотрудников или инженеров, являющихся сотрудниками института.

Выполнение курсового проекта студент начинает с начала учебного семестра. Перед началом его выполнения студент получает, уточняет и уясняет задание с руководителем проекта.

Курсовой проект содержит пояснительную записку (ПЗ) объемом до 30 страниц компьютерного текста (шрифт pt.13, через 1,5 интервала) и приложений, которые могут содержать листинги программ, чертежи принципиальных, функциональных или иных схем

ПЗ должна содержать обоснование принятых при разработке проекта (работы) решений, основные результаты расчетов по всем этапам проектирования и заключение по результатам проделанной работы в соответствии с заданием.

Первой страницей расчетно-пояснительной записки является титульный лист, второй – задание на курсовое проектирование.

Каждый раздел записки следует начинать, как правило, с новой страницы. Нумеруются все разделы кроме введения и заключения.

К защите допускаются студенты, выполнившие курсовой проект в полном объеме с заданием. Пояснительная записка должна быть подписана как студентом, так и руководителем проекта. Защита курсового проекта осуществляется, как правило, перед комиссией, состоящей не менее чем из двух преподавателей кафедры. Она состоит из преподавателей, читавших лекции и проводивших у студентов занятия по данной дисциплине или руководившими у них курсовым проектом по ней. В работе комиссии может принимать участие руководитель проекта, даже если он и не входит в состав комиссии.

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-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-2.2. Выполняет расчеты по определению качественных характеристик объектов управления, их динамику и статику	защита лабораторной работы, защита курсового проекта, экзамен
ПК-2.3. Разрабатывает программное обеспечение, позволяющее определять свойства систем и моделировать динамику работы	защита лабораторной работы, защита курсового проекта, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о моделировании систем, классификация моделей и виды моделирования	<ol style="list-style-type: none">1. Раскройте роль моделирования систем как метода научного познания. Дайте определения моделирования, модели, адекватности.2. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к моделям.3. Дайте классификацию видов моделирования систем.4. Сформулируйте основные понятия математического моделирования: определение, сущность, этапы развития, задачи, этапы построения моделей.
2	Введение в моделирование объектов и систем управления	<ol style="list-style-type: none">5. Приведите классификацию математических моделей.6. Раскройте роль и место моделирования в теории управления.7. Опишите теоретический, эмпирический и комбинированный способы получения математических моделей.8. Расскажите об известных вам методах идентификация математических моделей по экспериментальным данным.9. Дайте классификацию типовых моделей объектов и систем управления.10. Опишите структуру и методы построения операторных моделей.11. Опишите структуру и методы построения моделей в пространстве состояний.12. Опишите структуру и методы построения конечных автоматов и Марковских случайных процессов.
3	Цифровое	<ol style="list-style-type: none">13. Раскройте сущность цифрового моделирования

	<p>моделирование объектов и систем управления</p>	<p>объектов и систем управления. Опишите этапы построения цифровых моделей.</p> <p>14. Приведите классификацию методов дискретизации при построении цифровых моделей.</p> <p>15. Опишите методы численного дифференцирования и численного интегрирования при построении цифровых моделей.</p> <p>16. Опишите методы замены интеграторов диграторами при построении цифровых моделей.</p> <p>17. Опишите методы введения фиктивных квантователей и фиксаторов при построении цифровых моделей.</p> <p>18. Какие могут возникнуть модельные эффекты дискретизации при построении цифровых моделей?</p> <p>19. Расскажите об интеллектуальных моделях объектов и систем управления. Приведите основные характеристики интеллектуальных систем.</p> <p>20. Дайте определение нейросетевых моделей, приведите классификацию и методы построения нейросетевых моделей.</p> <p>21. Опишите область применения и методику построения математических моделей на базе нечеткой логики.</p> <p>22. Опишите область применения и методику построения эволюционных моделей и генетических алгоритмов моделирования систем.</p>
4.	<p>Моделирование нелинейных систем и систем с распределенными параметрами</p>	<p>23. Дайте основные понятия математической теории динамических систем: определения динамической системы, динамических переменных операторов эволюции и фазовых траекторий, потоков и каскадов.</p> <p>24. Дайте определения автономных и неавтономных, консервативных и диссипативных динамических систем.</p> <p>25. Сформулируйте понятие аттрактора динамической системы и дайте классификацию аттракторов.</p>
5.	<p>Имитационное моделирование</p>	<p>26. Сформулируйте основные понятия имитационного моделирования: сущность имитационного моделирования, область применения, достоинства имитационного моделирования.</p> <p>27. Что такое модельное время, и какие способы управления модельным временем Вы знаете?</p> <p>28. Какие основные характеристики дискретных и непрерывных случайных величин и статистических рядов Вы знаете?</p> <p>29. Какие законы распределения дискретных случайных величин Вы знаете? В каких технических системах они встречаются?</p> <p>30. Какие законы распределения непрерывных случайных величин Вы знаете? В каких технических системах они встречаются?</p> <p>31. Расскажите о методах численного моделирования случайных величин.</p> <p>32. Раскройте роль статистических гипотез и критериев согласия в имитационном моделировании.</p>

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. Оценка качества переходных процессов линейных объектов и систем управления	<ol style="list-style-type: none">1. Поясните различные методы построения переходного процесса систем автоматического управления?2. Дайте определение частотным характеристикам линейных систем автоматического управления.3. Что называется, показателем качества переходного процесса? В чем различие между прямыми и косвенными показателями?4. Объясните характер зависимости корневых и прямых, частотных и прямых показателей качества переходного процесса.
2.	Лабораторная работа №2. Цифровое моделирование процессов в системах управления	<ol style="list-style-type: none">1. Что называется, цифровым моделированием непрерывных объектов и систем управления?2. Поясните общую методику цифрового моделирования непрерывных передаточных функций.3. Выведите передаточную функцию диграторов для интегрирования по методам правых, левых прямоугольников и трапеции.4. Получите передаточную функцию фиксатора нулевого порядка.5. Как определить критический период квантования дискретных систем?
3.	Лабораторная работа №3. Моделирование систем многокритериального управления	<ol style="list-style-type: none">1. Поясните постановку задачи синтеза оптимального управления.2. Запишите вид функционалов качества для систем а,б,в,г.3. Сформулируйте принцип максимума Понтрягина.4. Поясните методику теоретического синтеза оптимального управления в общем виде и для двухкритериальной задачи оптимального управления объектом с двойным интегрированием.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
4.	Лабораторная работа №4. Идентификация статических моделей объектов управления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется, идентификацией статических характеристик объектов управления? 2. Поясните методику применения МНК для построения статических характеристик объектов управления. 3. Выведите формулу вычисления МНК-оценок коэффициентов управления регрессии. 4. Сформулируйте основные гипотезы классического регрессионного анализа и свойств МНК-оценок. 5. Докажите свойство несмещенности МНК-оценок. На каком принципе действия основан наиболее распространенный тип манометра?
5.	Лабораторная работа №5. Идентификация динамических моделей объектов и систем управления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется, идентификацией динамических моделей объектов и систем управления? 2. Какие гипотезы классического МНК нарушаются или могут нарушаться при его использовании для идентификации динамических моделей? 3. Поясните алгоритм формирования матрицы регрессоров. 4. Сформируйте рекомендации по выбору метода дискретизации непрерывных моделей в задачах идентификации.
6.	Лабораторная работа №6. Моделирование систем с распределенными параметрами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение системы с распределенными параметрами. 2. Укажите основные элементы математического описания системы с распределенными параметрами. 3. Запишите в общем виде граничные условия первого, второго и третьего рода. 4. Поясните сущность метода сеток. 5. Приведите условие устойчивости разностной схемы решения одномерного уравнения теплопроводности.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, 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, видов регуляторов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Умения	Умение строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов
	Умение применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе моделируемых структур
	Умение пользоваться численными методами для решения задач математического моделирования
	Умение создавать математические модели в программном обеспечении
Навыки	Владение практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы;
	Владение практическими навыками создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов

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 строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов	Обучающий не умеет строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов	Обучающий умеет строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	Обучающий умеет строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов с небольшими ошибками	Обучающийся умеет строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов
Умение применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе моделируемых структур	Обучающий не умеет применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе моделируемых структур	Обучающий умеет применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе моделируемых структур, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	Обучающий умеет применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе моделируемых структур с небольшими ошибками	Обучающийся умеет применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе моделируемых структур
Умение пользоваться численными методами для решения задач математического моделирования	Обучающий не умеет пользоваться численными методами для решения задач математического моделирования	Обучающий умеет пользоваться численными методами для решения задач математического моделирования, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	Обучающий умеет пользоваться численными методами для решения задач математического моделирования с небольшими ошибками	Обучающийся умеет пользоваться численными методами для решения задач математического моделирования
Умение строить математические модели узлов объекта с	Обучающий не умеет строить математические модели узлов объекта с	Обучающий умеет строить математические модели узлов объекта с	Обучающий умеет строить математические модели узлов объекта с	Обучающийся умеет строить математические модели узлов объекта с

использование классических и интеллектуальных подходов	использованием классических и интеллектуальных подходов	использованием классических и интеллектуальных подходов, но допускает при решении этих вопросов много ошибок	использованием классических и интеллектуальных подходов с небольшими ошибками	использованием классических и интеллектуальных подходов
--	---	--	---	---

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы	Обучающийся не имеет навыков построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы	Обучающийся демонстрирует слабые навыки построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы	Обучающийся демонстрирует необходимые навыки построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы	Обучающийся успешно применяет навыки построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы
Владеть навыками создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов	Обучающийся не имеет навыков создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов	Обучающийся демонстрирует слабые навыки создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов	Обучающийся демонстрирует необходимые навыки создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов	Обучающийся успешно применяет навыки создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Специализированный компьютерный класс МК229	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; 15 персональных компьютеров с выходом в интернет, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II и Matlab
2	Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления МК231	Аналоговые вычислительные комплексы АВК 6, аналоговые вычислительные комплексы АВК 31, аналоговые вычислительные комплексы АВК 32, 6

		высокопроизводительных компьютеров, проектор, 3D-принтер, 3D-сканер, стенд для исследования мобильных роботов
3	Специализированная лаборатория «Микроконтроллеры в системах автоматизации» МК208	микроконтроллеры и стенды на основе микропроцессоров (5 стендов), промышленные контроллеры VIPA, Segnetics, ОВЕН, Siemens S7-200, 300, 400, 1200, 1500, LOGO!, 32-х разрядные микроконтроллеры 1986ВЕ93У производства АО «ПКК Миландр» с отладочными платами (8 комплектов)
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель
5	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

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

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. 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. Рубанов, В.Г. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах: Учебное пособие / В.Г. Рубанов., А.Г.Филатов – Белгород.: изд. БГТУ, 2010. – 171 с.
 3. Рубанов, В.Г. Моделирование систем: Учебное пособие / В.Г. Рубанов., А.Г. Филатов – Белгород.: изд. БГТУ, 2006. – 379 с.
 4. Советов, Б. Я. Моделирование систем: учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2007. – 339 с.
 5. Бенькович, Е.С. Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 444 с.
 6. Семененко, М.Г. Введение в математическое моделирование / М.Г. Семененко. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 112 с.
 7. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 719 с.
 8. Рапопорт, Э. Я. Оптимальное управление системами с распределенными параметрами: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 220201 / Э. Я. Рапопорт. - Москва: Высшая школа, 2009. - 678 с.
 9. Солдатенков, А. С. Математическое моделирование системы управления теплотреблением комплекса зданий [Электронный ресурс]: монография / А. С. Солдатенков; БГТУ им. В. Г. Шухова. – Электрон. текстовые дан. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015121611064407500000653346>
 10. Колокольцов, В.Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех). [Электронный ресурс] / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2012. – 624 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3551>.
 11. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Минск: Новое знание, 2013. – 584 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4324>.
 12. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2016. – 192 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76825>.

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

1. Энциклопедия АСУТП [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.bookasutp.ru>
2. Средства и системы компьютерной автоматизации [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.asutp.ru>
3. Портал по автоматике [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.automation-system.ru>
4. Центр измерительных технологий и промышленной автоматизации [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.automationlabs.ru>
5. Библиотека специалиста по КИПиА [Электронный ресурс]: Режим доступа:

<http://www.kipiasoft.su>

6. База нормативной технической документации [Электронный ресурс]:
Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru>

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год без изменений.

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

Заведующий кафедрой _____ В. Г. Рубанов
подпись _____ ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись _____ ФИО