

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент **А. В. Белоусов**

« 28 » *август* 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28 февраля 2018 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: канд. техн. наук _____ (Ю. А. Кошлич)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 26 » апреля 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ (А. В. Белоусов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ (А. В. Белоусов)

« 26 » апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____ (А. Н. Семернин)

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
Фундаментальная подготовка	ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.8. Применяет математический аппарат операционного исчисления при анализе временных и частотных характеристик объектов и систем управления	Знания: математических моделей объектов и систем управления, принципов построения функциональных и структурных схем систем автоматического управления Умения: применять математический аппарат и физические законы для получения математических моделей Навыки: анализа элементов систем автоматического управления

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Высшая математика
2	Физика
3	Химия
4	Численные методы
5	Основы теории управления
6	Имитационное моделирование в энергетике

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	54	54
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	54	54
курсовой проект	-	-
курсовая работа	-	-
расчетно-графическое задание	18	18
индивидуальное домашнее задание	-	-
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
зачет	-	-

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.	Общие сведения о системах автоматического управления				
1.1	История развития теории автоматического управления. Понятие об объекте управления, управляющем устройстве и видах воздействия. Примеры управляемых объектов и систем автоматического управления. Классификация систем автоматического управления. Понятие о классификационных признаках. Классификация систем управления по характеру внутренних динамических процессов и виду уравнений, описывающих динамические процессы. Принципы	2	2	-	3

	построения систем автоматического управления.				
2. Виды математических моделей объектов и систем управления					
2.1	Понятие о моделях систем автоматического управления. Виды моделей. Математические модели в области действительного переменного: уравнения движения, формы их представления (классическая, форма Коши, векторно-матричная). Модели систем в области комплексного переменного: а) преобразование Лапласа и его свойства, б) передаточная функция, в) векторно-матричная передаточная функция, г) частотная форма модели системы.	2	2		3
2.2	Типовые входные воздействия. Переходная и импульсная переходная (весовая) временные характеристики систем и их показатели качества.	2	-		3
2.3	Частотные характеристики систем объектов и систем управления: амплитудно-частотная, фазо-частотная, комплексно-частотная характеристика, логарифмические частотные характеристики	2	-		3
3. Элементарные динамические звенья и их характеристики					
3.1	Временные и частотные динамические характеристики элементарных динамических звеньев, описываемых дифференциальными уравнениями первого порядка (усилительное (безынерционное) звено; интегрирующее звено; идеальное дифференцирующее звено; форсирующее звено 1-го порядка; инерционное (апериодическое) звено;	4	4	-	4
3.2	Временные и частотные динамические характеристики элементарных динамических звеньев, описываемых дифференциальными уравнениями второго порядка: форсирующее звено 2-го порядка; колебательное звено; временные и частотные характеристики звена с запаздыванием	4	4	-	4
4. Структурные схемы объектов и систем управления					
4.1	Передаточные функции последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения элементов в системе. Правила преобразования структурных схем. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем автоматического управления.	2	2	-	3
4.2	Временные и частотные характеристики последовательного и параллельного соединений звеньев. Векторно-матричные модели систем управления.	2	-	-	2
5. Математические модели объектов и элементов автоматики					
	Математические модели объектов управления, электромеханических элементов автоматики в классической форме и в форме передаточных функций и структурных схем.	6		-	3
	Примеры систем управления некоторых объектов управления	2		-	2
6. Математические модели нелинейных элементов систем					

	Общие свойства статических характеристик нелинейных элементов. Типовые статические характеристики нелинейных элементов.	4	1	-	3
7. Устойчивость систем управления					
	Постановка задачи исследования устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости	2	2		3
	ВСЕГО	34	17		36

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №3				
1	Общие сведения о системах автоматического управления	Принципы построения систем автоматического управления. Функционально-необходимые элементы систем и функциональные схемы систем.	2	2
2	Виды математических моделей объектов и систем управления	Математические модели элементов и систем автоматического управления. Классификация моделей. Математический аппарат описания моделей.	2	2
3	Элементарные динамические звенья и их характеристики	Получение, построение и анализ временных динамических характеристики элементарных динамических звеньев, описываемых дифференциальными уравнениями первого порядка	2	2
		Получение, построение и анализ частотных динамические характеристики элементарных динамических звеньев, описываемых дифференциальными уравнениями первого порядка	2	2
		Получение, построение и анализ временных динамических характеристики элементарных динамических звеньев, описываемых дифференциальными уравнениями второго порядка	2	2
		Получение, построение и анализ частотных динамические характеристики элементарных динамических звеньев, описываемых дифференциальными уравнениями второго порядка	2	2
4	Структурные схемы объектов и систем управления	Соединение элементарных динамических звеньев. Правила преобразования структурных схем. Правила построения частотных	2	2

		характеристик при различных соединениях звеньев.		
5	Математические модели нелинейных элементов систем	Типовые нелинейные характеристики. Их математические модели.	1	3
6	Устойчивость систем управления	Критерий устойчивости Гурвица	2	2
	ВСЕГО		17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Расчетно-графическое задание имеет своей целью закрепить теоретические знания, полученные при изучении лекционного материала, и практические навыки, приобретенные в процессе выполнения лабораторных работ и решения задач на практических занятиях.

Расчетно-графическое задание выполняется на основе полученного студентами типового задания структуры с индивидуальным вариантом номенклатуры звеньев, входящих в структуру, и числовых значений параметров звеньев.

В расчетно-графическом задании предусматривается получение передаточных функций разомкнутой и замкнутой систем на основе передаточных функций элементарных динамических звеньев с учетом последовательного, параллельного и встречно-параллельного их соединения; построение частотных характеристик отдельных звеньев (КЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ) и соединения в целом (КЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ); построение математической модели, соответствующей результирующей передаточной функции, и определение по ней модели соединения в форме пространства состояния.

Расчетно-пояснительная записка должна быть оформлена по требованиям ЕСКД и должна содержать изложение теоретических вопросов, основных математических выводов, расчетные данные, оформленные в таблицы и графики. Примерный объем 25 – 30 страниц машинописного текста. Библиография должна быть приведена в соответствии с требованиями ЕСКД.

На выполнение РГЗ предусмотрено 36 часов самостоятельной работы студента.

Задание

Задана обобщенная структурная схема (рис.1) и коэффициенты дифференциальных уравнений, описывающих элементы этой системы. Каждый элемент системы описывается в общем виде дифференциальным уравнением не выше второго порядка:

$$a_2 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dx(t)}{dt} + a_0 x(t) = b_1 \frac{dg(t)}{dt} + b_0 g(t), \quad (1)$$

где $x(t)$ – выходная, $g(t)$ – входная величина элемента; $a_i, b_i (i=0,1,2)$ – постоянные коэффициенты.

Значение коэффициентов дифференциальных уравнений элементов 1, 2 и 3 системы выбираются из табл. 1 по предпоследней цифре шифра зачетной книжки, а коэффициенты уравнений элементов 4-7 из табл. 2 по последней цифре шифра зачетной книжки студента.

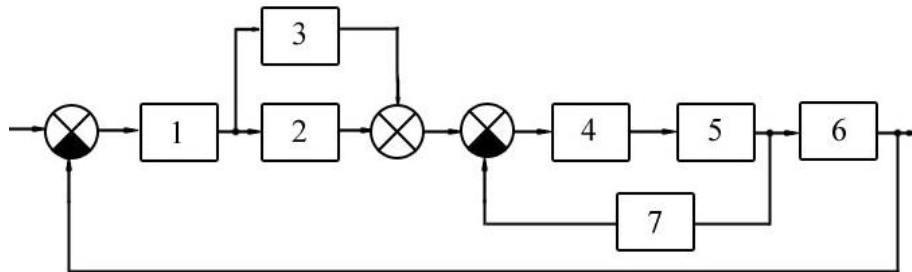


Рис. 1. Обобщенная структурная схема системы

Таблица 1

№ Пред-ья цифра зачетной книжки	1 элемент				2 элемент				3 элемент			
	$b_1=0$				$a_2=0$				$a_2=0$			
	a_2	a_1	a_0	b_0	a_1	a_0	b_1	b_0	a_1	a_0	b_1	b_0
0	0	0,05	1	5,5	2	1	0,4	0	2	1	0	1
1	0,16	4,08	2	10	0	1	0	2	0	1,5	1,5	0
2	0	0,066	2	15	0,25	1	0	1	0	0	0	0
3	0	0,028	1	4	0	1,5	0	2,25	1	0	0	1,5
4	0	0,075	3	12	6	2	0,4	2	0	0	0	0
5	0	0,022	1	6,5	1	1	0	1	1	1	0,2	0
6	0,05	2,52	1	2	0	1,5	3,0	0	0	0,5	0	4
7	0	0,054	3	7,5	0	0	0	0	0,25	2	0	2
8	0	0,016	1	3,5	2	0	0	6	0	1	0	1
9	0	0,03	2	10	0	0	0	0	1	1	1,16	1

Таблица 2

№ элемента	4 элемент		5 элемент				6 элемент			7 элемент		
Последняя цифра зачетной книжки	$b_1 = a_2 = a_1 = 0$		$b_1 = 0$				$b_1 = a_2 = 0$			$a_2 = a_1 = 0$		
	a_0	b_0	a_2	a_1	a_0	b_0	a_1	a_0	b_0	a_0	b_1	b_0
0	0,1	12	0,75	3	0	0,3	0	0,4	10	2	4	0
1	0,2	25	0	1,2	4	0,4	1	0	12	4	0	1,6
2	0,2	80	0	1	0	1	2	0	7	1	0	0,1
3	0,5	100	0,2	2	0	0,4	0	0,5	1	5	0,5	0
4	0,3	48	0	1	5	1,25	4	0	10	1	0	0,1
5	0,5	125	0	0,5	0	1	1	0	4,4	3	0	0,6
6	0,1	10	0,8	2	0	3	0	1	1	2	1,2	0
7	0,5	70	0	0,3	1	0,2	0,2	0	3	2	0	1
8	0,2	32	0	1	0	0,5	0,5	0	4	1	0	0,25
9	0,1	19	0,75	1,5	0	0,15	0	1	20	1	1	0

Требуется:

1. Записать дифференциальные уравнения элементов системы. Найти передаточные функции этих элементов и их структурную схему.
2. Получить структурно-динамическую схему системы. Определить передаточные функции разомкнутой и замкнутой системы.
3. Записать дифференциальное уравнение замкнутой системы.
4. Построить комплексные частотные характеристики элементарных звеньев, входящих в систему.
5. Построить амплитудные и фазовые частотные характеристики звеньев.
6. Построить КЧХ разомкнутой системы.
7. Построить ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы.
8. Найти частоту среза.
9. Построить модель соединения по его разомкнутой передаточной функции $W(s)$, соответствующую векторно-матричному представлению соединения.
10. Найти матрицы состояния, управления, измерения и переходов (A, B, C, D) и записать уравнения состояния и выхода.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач..

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.8 Применяет математический аппарат операционного исчисления при анализе временных и частотных характеристик объектов и систем управления	дифференцированный зачет, защита РГЗ, собеседование

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в формате дифференцированного зачета в конце 3 семестра.

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) подготовки к дифференцированному зачету

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о системах автоматического управления	1. Что является предметом изучения теории автоматического управления? 2. Перечислите проблемы, решаемые теорией управления. 3. В чем состоят задачи анализа и синтеза систем? 4. Какие воздействия действуют на объекты и системы управления? Дайте определение этим воздействиям.
2	Виды математических моделей объектов и систем управления	5. Из каких соображений выбираются классификационные признаки автоматических систем управления? 6. Приведите классификационные признаки при классификации динамических систем автоматического управления? 7. Дайте определение статическим и астатическим системам. 8. Проиллюстрируйте свойства статических и астатических систем на примере. 9. Какие бывают виды самонастраивающихся систем?
3	Элементарные динамические звенья и их характеристики	10. Проиллюстрируйте на примере реализацию автоматического управления различными объектами. 11. Приведите уравнение динамики, передаточную функцию, временные и частотные характеристики звена первого порядка

		12. Приведите уравнение динамики, передаточную функцию, временные и частотные характеристики звена второго порядка
4	Структурные схемы объектов и систем управления	<p>13. Дайте определение функциональной схемы системы автоматического управления.</p> <p>14. Перечислите функционально-необходимые элементы автоматических систем.</p> <p>15. Перечислите виды обратных связей.</p> <p>16. Перечислите принципы построения автоматических систем и укажите особенности в их реализации.</p> <p>17. Дайте определение закона управления.</p> <p>18. Перечислите основные виды линейных законов управления и приведите их математические модели.</p> <p>19. Проведите сравнительную характеристику линейных законов управления.</p> <p>20. Какие виды нелинейных законов управления вы знаете?</p>
5	Математические модели объектов и элементов автоматики	<p>21. Что такое математическая модель объекта или системы управления?</p> <p>22. Какие вы знаете формы представления математических моделей систем?</p> <p>23. Что такое уравнение движения системы?</p> <p>24. Дайте определение статической характеристики системы.</p> <p>25. Перечислите этапы составления уравнения движения системы.</p> <p>26. В чем состоит линеаризация нелинейностей?</p> <p>27. Чем отличается классическая модель непрерывной системы от дискретной?</p> <p>28. Как получить операторную форму модели системы?</p> <p>29. Приведите математические модели систем в форме Коши и форме пространства состояний.</p> <p>30. Укажите основные свойства преобразования Лапласа, используемые при получении передаточной функции.</p> <p>31. Дайте определение передаточной функции.</p> <p>32. Дайте определение временных характеристик системы.</p> <p>33. Перечислите параметры переходной характеристики системы, определяющие ее динамические свойства.</p> <p>34. Что такое фундаментальная матрица системы?</p> <p>35. Какие виды частотных динамических характеристик системы вы знаете?</p> <p>36. Дайте определение основным видам частотных характеристик системы.</p> <p>37. Изложите методику получения основных частотных характеристик. Что такое элементарное динамическое звено?</p>

		<p>38. Перечислите виды элементарных динамических звеньев.</p> <p>39. Запишите передаточные функции элементарных динамических звеньев.</p> <p>40. Приведите комплексные частотные характеристики звеньев фазоотстающего типа.</p> <p>41. Приведите комплексные частотные характеристики звеньев фазопережающего типа.</p> <p>42. Чем отличаются амплитудные частотные характеристики фазопережающих и фазоотстающих звеньев?</p> <p>43. Как получить переходную и весовую характеристики звеньев?</p> <p>44. Как получить логарифмические характеристики звеньев?</p>
6	Математические модели нелинейных элементов систем	<p>45. Назовите элементы, обладающие нелинейными статическими характеристиками</p> <p>46. Что такое релейная статическая характеристика?</p> <p>47. Что такое нелинейность типа «зона нечувствительности»? Приведите пример</p> <p>48. Что такое насыщение? Приведите статическую характеристику элемента с насыщением</p> <p>49. Что такое магнитный гистерезис? Приведите статическую характеристику с таким видом нелинейности</p>
7	Устойчивость систем управления	<p>50. Дайте определение понятия устойчивости системы.</p> <p>51. Что определяет свободное движение системы в её математической модели?</p> <p>52. Как связаны значения коэффициентов характеристического уравнения с устойчивостью системы?</p> <p>53. Как связано расположение корней характеристического уравнения в плоскости корней с устойчивостью системы?</p> <p>54. В каких случаях система находится на границе устойчивости?</p> <p>55. Поясните принцип составления таблицы Гурвица.</p> <p>56. Сформулируйте условия устойчивости по критерию Гурвица для уравнений первого, второго, третьего и четвертого порядков .</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

Перечень контрольных вопросов и заданий для защиты расчетно-графического задания.

1. Поясните алгоритм получения передаточных функций отдельно взятых элементов системы управления.
2. Поясните алгоритм получения передаточной функции разомкнутой системы.
3. Поясните алгоритм получения передаточной функции замкнутой системы.
4. Поясните алгоритм частотных характеристик отдельных элементов системы управления
5. Поясните алгоритм построения частотной характеристики разомкнутой системы
6. Поясните алгоритм построения логарифмических частотных характеристик
7. Что такое частота среза?
8. Что такое полоса пропускания?
9. Как определить частоту среза?
10. Для каких целей требуется построить логарифмические частотные характеристики?

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
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Применение математического аппарата для оценки качества и решения задач синтеза систем управления
	Анализ результатов расчета
	Самостоятельность выполнения задания
	Качество оформления задания
Навыки	Применение систем компьютерной алгебры для оценки качества систем управления

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачтено	зачтено
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части содержательной части разделов дисциплины	Имеет достаточные знания содержательной части разделов дисциплины
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно излагает и интерпретирует знания	Излагает знания без нарушений в логической последовательности; выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно; грамотно и по существу излагает знания

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачтено	зачтено
Применение математического аппарата для оценки качества систем управления	Не знает математических основ теории управления и методов анализа систем автоматического управления	Применяет математические метод анализа систем автоматического управления
Анализ результатов расчета	Не умеет анализировать полученные результаты расчета	Выполняет анализ результатов расчета, определяет алгоритм дальнейших действий
Самостоятельность выполнения задания	Задание выполнено не самостоятельно. Студент не может пояснить приведенные расчеты и результаты	Задание выполняет самостоятельно, поясняет приведенные расчеты и результаты
Качество оформления задания	Результаты работы оформлены без соблюдения требований к оформлению текстовых документов	Результаты работы оформлены с соблюдением требований к оформлению текстовых документов, возможны единичные замечания

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачтено	зачтено
Применение систем компьютерной алгебры для оценки	В принципе не понимает назначения и функциональных возможностей современных систем компьютерной алгебры для оценки качества и	Решает большинство задач анализа и оценки качества систем автоматического управления с применением систем компьютерной алгебры

качества и решения задач синтеза систем управления	решения задач синтеза систем управления	
--	---	--

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	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель

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	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Scilab	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения (для личного использования)

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Бесекерский, В.А. «Теория систем автоматического управления»/ В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп.. – СПб.: Профессия, 2003. – 747 с. – (Специалист)
2. Рубанов В.Г. Теория линейных систем автоматического управления, учебное пособие. Белгород, изд-во БГТУ, 2015. – 207с.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015092312173558600000659472>
3. Рубанов В.Г. Теория нелинейных систем автоматического управления, учебное пособие. Белгород, изд-во БГТУ, 2015. – 226с.
4. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем): учебное пособие: часть 1, Белгород, Изд-во БГТУ, 2005. – 199с.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017011214473408900000653002>
5. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления, учебное пособие: часть 2 (нелинейные, оптимальные и цифровые системы), Белгород, изд-во БГТУ, 2006. – 256с.
6. Рубанов В.Г. Математические модели элементов и систем автоматического управления, учебное пособие. Белгород, изд-во БГТУ, 2014. – 156с.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014082812561127900000655899>
7. Ротач, В.Я. «Теория автоматического управления: учебник для студ. вузов/ В.Я. Ротач.- 2-е изд., перераб. и доп.. – М.: МЭИ, 2004. – 398 с.
8. «Теория автоматического управления: учебник для вузов»/ под ред. В. Б. Яковлева.- М.: Высшая школа, 2003. – 566 с.
9. Филлипс, Ч. «Системы управления с обратной связью»: Пер. с англ./ Ч. Филлипс, Р. Харбор. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 615 с. – (Технический университет)
10. Подлесный Н.И., Рубанов В.Г. «Элементы систем автоматического управления и контроля»- Высшая школа, 1991г. – 464с.
11. Методы классической и современной теории автоматического управления: в 5 т.: учебник/ под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова/- 2-е изд., перераб. и доп.. – МГТУ им. Н.Э. БауманаТ.1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. – 2004. – 654 с.

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

1. Курс лекций. Теория автоматического управления:
<http://www.toehelp.ru/theory/tau/contents.html>
2. Клиначёв Н. В. Теория автоматического регулирования. Учебно-методический комплекс: <http://model.exponenta.ru/lectures/index.htm>
3. Облачная версия математического пакета SMath Studio
<https://ru.smath.com/cloud/>
4. Официальный сайт Scilab <https://www.scilab.org/>

Утверждение рабочей программы

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

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

Заведующий кафедрой

подпись

А.В. Белоусов
ФИО

Директор института

подпись

А. В. Белоусов
ФИО