

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 заочного образования

канд. пед. наук, доцент  С.Е. Спесивцева
« 28 » _____ 2019 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов
« 28 » _____ 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

направление подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки:

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород 2019

Программа дисциплины составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом № 144 Министерства образования и науки Российской Федерации 28 февраля 2018 г.

▪ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2019 году.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 18 » мая 2019 г., протокол № 12

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)

« 18 » мая 2019 г.

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

« 28 » мая 2019 г., протокол № 9

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|--|---|--|
| ПК-1. Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов | ПК-1.2. Применяет знания математических моделей объектов и систем управления при построении функциональных и структурных схем, оценивает показатели качества, критерии устойчивости, решает задачи синтеза линейных систем автоматического 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: исследования, анализа и синтеза систем автоматического управления |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 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 | Инженерная экология |
| 2 | Математические основы теории управления |
| 3 | Экономика энергетики |
| 4 | Электроснабжение |
| 5 | Электроснабжение цеховых электроприемников |
| 6 | Электроснабжение промышленных предприятий |
| 7 | Экономика энергетики |
| 8 | Проектирование систем электроснабжения административных и общественных зданий |
| 9 | Электрические станции и подстанции |
| 10 | Электроэнергетические системы и сети |
| 11 | Автоматизированные системы диспетчерского управления |
| 12 | Производственная преддипломная практика |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 6 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 108 | 108 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе: | 6 | 6 |
| лекции | 4 | 4 |
| лабораторные | - | - |
| практические | 2 | 2 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации | - | - |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 102 | 102 |
| курсовой проект | - | - |
| курсовая работа | - | - |
| расчетно-графическое задание | 18 | 18 |
| индивидуальное домашнее задание | - | - |
| самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 84 | 84 |
| Дифференцированный зачет | - | - |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2. Семестр 6

| № 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 | | | | |
| | 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 построения систем автоматического управления. | | | | 8 |
| 2. | Виды математических моделей объектов и систем управления | | | | |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|
| | 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. Типовые входные воздействия. Переходная и импульсная переходная (весовая) временные характеристики систем и их показатели качества. Частотные характеристики систем объектов и систем управления | 4 | 2 | | 12 |
| 3. Элементарные динамические звенья и их характеристики | | | | | |
| | Временные и частотные динамические характеристики элементарных динамических звеньев, описываемых дифференциальными уравнениями не выше второго порядка (усилительное (безынерционное) звено; интегрирующее звено; идеальное дифференцирующее звено; форсирующее звено 1-го порядка; инерционное (апериодическое) звено; форсирующее звено 2-го порядка; колебательное звено; звено с запаздыванием) | | | - | 12 |
| 4. Структурные схемы объектов и систем управления | | | | | |
| | Передаточные функции последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения элементов в системе. Правила преобразования структурных схем. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем автоматического управления. Частотные характеристики последовательного и параллельного соединений звеньев. Векторно-матричные модели систем управления. | | | - | 12 |
| 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. | | | - | 10 |
| 6. Математические модели нелинейных элементов систем | | | | | |
| | Общие свойства статических характеристик нелинейных элементов. Типовые статические характеристики нелинейных элементов. | | | - | 10 |
| 7. Методы анализа и синтеза линейных систем | | | | | |
| | Анализ основных свойств линейных систем управления. Устойчивость линейных автоматических систем. Критерии устойчивости Михайлова и Найквиста | | | | 10 |
| | Качество переходных процессов в линейных системах управления. Методы анализа качества линейных автоматических систем | | | | 10 |
| | ВСЕГО | 4 | 2 | | 84 |

а. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического (семинарского) занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|------------|--|--|------------|----------------|
| семестр №5 | | | | |
| 1 | Виды математических моделей объектов и систем управления | Математические модели элементов и систем автоматического управления. Классификация моделей. Математический аппарат описания моделей. | 2 | 2 |
| | ВСЕГО | | 2 | 2 |

4.2. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.4. 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.

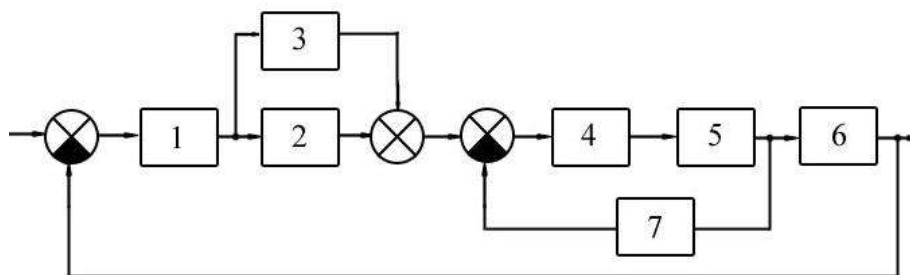


Рис. 1. Обобщенная структурная схема системы

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 ПК-1 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 |
|--|---|
| ПК-1.2 Применяет знания математических моделей объектов и систем управления при построении функциональных и структурных схем, оценивает показатели качества, критерии устойчивости, решает задачи синтеза линейных систем автоматического управления | дифференцированный зачет, защита РГЗ, собеседование |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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 | <ol style="list-style-type: none">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 | <ol style="list-style-type: none">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 | <p>10. Проиллюстрируйте на примере реализацию автоматического управления различными объектами.</p> <p>11. Приведите уравнение динамики, передаточную функцию, временные и частотные характеристики звена первого порядка</p> <p>12. Приведите уравнение динамики, передаточную функцию, временные и частотные характеристики звена второго порядка</p> |
| 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> |
| 7 | Методы анализа и синтеза линейных систем | <p>47. Дайте определение понятия устойчивости системы.</p> <p>48. Что определяет свободное движение системы в её математической модели?</p> <p>49. Дайте определение устойчивости систем по критерию Михайлова.</p> <p>50. Как можно оценить запас устойчивости системы по критерию Михайлова?</p> <p>51. В чем состоит следствие из критерия Михайлова?</p> <p>52. Как найти критический коэффициент усиления системы по критерию Михайлова?</p> <p>53. С помощью какой частотной характеристики судят об устойчивости системы по критерию Найквиста?</p> <p>54. Сформулируйте критерий Найквиста для случая, когда разомкнутая система устойчива.</p> <p>55. Как определить запасы устойчивости по амплитуде и фазе по</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>критерию Найквиста?</p> <p>56. Сформулируйте критерий Найквиста для случая, когда разомкнутая система неустойчива.</p> <p>57. Проиллюстрируйте связь между критерием Найквиста и логарифмическим критерием устойчивости.</p> |
|--|--|---|

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

Не предусмотрено учебным планом.

5.4. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Не предусмотрено учебным планом.

5.5. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|--|
| Знания | Знание терминов, классификаций, основных принципов |
| | Объем освоенного материала |
| | Полнота ответов на вопросы |
| | Четкость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | 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 и решения задач синтеза систем управления |

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 содержательной части разделов дисциплины | Имеет поверхностные знания содержательной части разделов дисциплины | Имеет достаточные знания содержательной части разделов дисциплины | Имеет глубокие знания содержательной части разделов дисциплины |
| 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; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно излагает и интерпретирует знания | Излагает знания с нарушениями в логической последовательности; выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками; допускает неточности в изложении и интерпретации знаний | Излагает знания без нарушений в логической последовательности; выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно; грамотно и по существу излагает знания | Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя; выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний; грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|---|---|--|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Применение математического аппарата для оценки качества и решения задач | Не знает математических основ теории управления, методов анализа и синтеза систем | Испытывает затруднения при решении задач анализа и синтеза систем | Применяет минимум один математический метод анализа и синтеза систем | Применяет все изученные математические методы анализа и синтеза систем |

| | | | | |
|--------------------------------------|---|---|--|---|
| синтеза систем управления | автоматического управления | автоматического управления | автоматического управления | автоматического управления |
| Анализ результатов расчета | Не умеет анализировать полученные результаты расчета | Затрудняется выполнять анализ результатов расчета | Выполняет поверхностный анализ результатов расчета, не вникая глубоко в суть полученных результатов | Выполняет анализ результатов расчета, определяет алгоритм дальнейших действий |
| Самостоятельность выполнения задания | Задание выполнено не самостоятельно. Студент не может пояснить приведенные расчеты и результаты | Задание выполнено самостоятельно частично. Студент поясняет большую часть приведенных расчетов и результаты | Задание выполнено самостоятельно. Студент поясняет приведенные расчеты и результаты | Задание выполнено самостоятельно. Студент 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 лишь частично | Результаты работы оформлены с соблюдением требований к оформлению текстовых документов, но имеются единичные замечания | Результаты работы полностью оформлены с соблюдением требований к оформлению текстовых документов. |

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|---|---|--|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Применение систем компьютерной алгебры для оценки качества и решения задач синтеза систем управления | В принципе не понимает назначения и функциональных возможностей современных систем компьютерной алгебры для оценки качества и решения задач синтеза систем управления | Испытывает затруднения при применении систем компьютерной алгебры для оценки качества и решения задач синтеза систем управления | Решает большинство задач оценки качества и синтеза систем автоматического управления с применением систем компьютерной алгебры | Решает любые задачи, связанные с оценкой качества и синтезом систем автоматического управления с применением систем компьютерной алгебры |

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 |
|---|--|--|
| | Учебная аудитория для проведения лекционных занятий | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук |
| | Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук |
| | 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 |
|---|---|---|
| | 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 |
| | Microsoft Office Professional Plus 2016 | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023 |
| | 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. |
| | MathWorks | Лицензия №1145851 бессрочная |
| | Google Chrome | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| | Mozilla Firefox | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

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)

Рубанов В.Г. Теория линейных систем автоматического управления, учебное пособие. Белгород, изд-во БГТУ, 2015. – 207с.

Рубанов В.Г. Теория нелинейных систем автоматического управления, учебное пособие. Белгород, изд-во БГТУ, 2015. – 226с.

Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем): учебное пособие : часть 1, Белгород, Изд-во БГТУ, 2005. – 199с.

Рубанов В.Г. Теория автоматического управления, учебное пособие: часть 2 (нелинейные, оптимальные и цифровые системы), Белгород, изд-во БГТУ, 2006. – 256с.

Рубанов В.Г. Математические модели элементов и систем автоматического управления, учебное пособие. Белгород, изд-во БГТУ, 2014. – 156с.

Ротач, В.Я . «Теория автоматического управления: учебник для студ. вузов/ В.Я. Ротач.- 2-е изд., перераб. и доп.. – М.: МЭИ, 2004. – 398 с.

«Теория автоматического управления: учебник для вузов»/ под ред. В. Б. Яковлева.- М.: Высшая школа, 2003. – 566 с.

Филлипс, Ч. «Системы управления с обратной связью»: Пер. с англ./ Ч. Филлипс, Р. Харбор. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 615 с. – (Технический университет)

Подлесный Н.И., Рубанов В.Г. «Элементы систем автоматического управления и контроля»- Высшая школа, 1991г. – 464с.

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>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

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

Заведующий кафедрой _____ А.В. Белоусов
подпись ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись ФИО