

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Теория автоматического управления

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы

Электрорадиотехника

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Теория автоматического управления относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
<i>ПКР-5: Способен собирать, обобщать и анализировать информацию для проведения конструкторских работ с объектами профессиональной деятельности</i>	<i>ПКР-5.1: Выполняет сбор и анализ данных для выполнения конструкторских работ ПКР-5.2: Подготавливает разделы конструкторской документации</i>	<i>ПКР-5.1: Знает достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии при эксплуатации, техническом обслуживании, защите и надёжности систем автоматического регулирования. Умеет собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать информацию в области систем автоматического управления и регулирования. Владеет навыками использования систем автоматического управления и регулирования. ПКР-5.2: Знает порядок и технологии подготовки конструкторской документации. Умеет подготавливать разделы конструкторской документации. Владеет навыками подготовки разделов конструкторской документации.</i>	<i>Задания</i>	<i>Зачёт: Контрольные вопросы</i>

<p><i>ПКР-7: Способен собирать, обобщать и анализировать информацию для проведения технологических работ на объектах профессиональной деятельности</i></p>	<p><i>ПКР-7 .1: Выполняет сбор и анализ данных для решения технологических задач</i> <i>ПКР-7 .2: Подготавливает разделы технической документации, обеспечивающих выполнение технологических работ</i></p>	<p><i>ПКР-7 .1:</i> Знает базовые положения теории автоматического управления, сети и системы передачи информации. Умеет собирать, обобщать и анализировать информацию для проведения технологических работ на объектах профессиональной деятельности. Владеет опытом участия в проведении технологических работ на объектах профессиональной деятельности.</p> <p><i>ПКР-7 .2:</i> Знает порядок подготовки технологической документации. Умеет подготавливать разделы технологической документации. Владеет навыками подготовки разделов технологической документации.</p>	<p><i>Задания</i></p>	<p><i>Зачёт:</i> <i>Контрольные вопросы</i></p>
<p><i>ПКР-8: Способен участвовать в работах по созданию технологии производства, технического обслуживания и контроля эксплуатации объектов профессиональной деятельности</i></p>	<p><i>ПКР-8.1: Использует знания и показывает способности участвовать в технологических работах при производстве, техническом обслуживании и контроле эксплуатации объектов профессиональной деятельности</i></p>	<p><i>ПКР-8.1:</i> Знает базовые положения теории автоматического управления. Умеет применять полученные знания при работах по созданию технологии производства в сфере профессиональной деятельности. Владеет опытом участия в работах по созданию технологии использования систем автоматического управления и регулирования.</p>	<p><i>Задания</i></p>	<p><i>Зачёт:</i> <i>Контрольные вопросы</i></p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	<p>очная</p>	<p>очно-заочная</p>
--	---------------------	----------------------------

Общая трудоемкость, з.е.	3	3
Часов по учебному плану	108	108
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16	16
- КСР	1	1
самостоятельная работа	59	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего					
									0	0
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
1. Введение. Предмет. Основные понятия.	7	7	2	1			2	1	5	6
2. Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция.	10	10	4	2	1	1	5	3	5	7
3. Динамика линейных САР, их характеристики.	18	18	4	2	3	3	7	5	11	13
4. Устойчивость линейных САР. Критерии.	24	24	6	3	4	4	10	7	14	17
5. Качество линейных САР. Синтез.	24	24	8	4	4	4	12	8	12	16
6. Нелинейные САР. Динамика. Критерии устойчивости.	24	24	8	4	4	4	12	8	12	16
Аттестация	0	0								
КСР	1	1					1	1		
Итого	108	108	32	16	16	16	49	33	59	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение. Предмет. Основные понятия. Система автоматического регулирования (САР). Основные определения. Классификация САР по характеру изменения уставки. Принципы регулирования. Общая функциональная схема САР.
2. Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция. Статические режимы САР. Статическая характеристика САР. Виды соединения звеньев САР. Определение коэффициента передачи для последовательно и параллельно соединённых звеньев.

Зависимость выходного сигнала САР от величины входного сигнала и возмущающего воздействия в установившемся режиме. Статическая САР. Определение статизма системы. Астатическая САР. Уравнение движения линейной системы. Принцип линеаризации. Пример линеаризации уравнения движения генератора постоянного тока. Передаточная функция. Определение. Связь между уравнением движения и передаточной функцией. Способы определения передаточной функции. Структурный метод анализа САР. Звено направленного действия. Правила преобразования структурных схем. Передаточная функция параллельно и последовательно соединённых звеньев направленного действия. Передаточная функция для соединения звеньев типа «обратная связь».

3. Динамика линейных САР, их характеристики. Обобщённая структурная схема системы в динамике. Связь между передаточной функцией замкнутой и разомкнутой системы. Комплексный коэффициент передачи (ККП). Связь между ККП и передаточной функцией. Амплитудно-частотные характеристики. Фазо-частотные характеристики. Определение. Амплитудно-фазовые частотные характеристик. Логарифмические характеристики.

4. Построение асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ). Переходная характеристика. Связь между переходной характеристикой и передаточной функцией. Частный случай теоремы разложения. Отсутствуют кратные и нулевые корни. Частный случай теоремы разложения. Существует один нулевой корень. Типовые звенья линейных САР. Инерционное звено, его характеристики. Интегрирующее звено, его характеристики. Реальное дифференцирующее звено, его характеристики. Упругое дифференцирующее звено, его характеристики. Упругое интегрирующее звено, его характеристики. Минимально-фазовые системы, их свойства. Теорема Боде. Применение теоремы для построения полу бесконечной ЛАЧХ. Построение логарифмической фазо-частотной характеристики (ЛФЧХ) по известной ЛАЧХ минимально- фазовой системы.

4. Устойчивость линейных САР. Критерии. Устойчивость линейной САР. Необходимое условие устойчивости. Критерий Гурвица. Пример. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Пример. Способы построения годографа Михайлова. Следствия из критерия Михайлова.

Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии устойчива.

Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии неустойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии нейтральна. Общая

формулировка критерия Найквиста. Применение критерия Найквиста для логарифмических характеристик.

5. Качество линейных САР. Синтез. Точность САР. Передаточная функция по ошибке. Статическая ошибка САР. Кинетическая ошибка в астатической САР (астатизм первого порядка). Динамическая ошибка. Максимальное значение динамической ошибки.

Метод коэффициентов ошибки. Оценка качества системы по переходной характеристике. Интегральные оценки качества системы. Оценка качества системы по АЧХ замкнутой системы. Метод трапеций.

Оценка качества САР по ЛАЧХ и ЛФЧХ. Последовательная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик. Параллельная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик.

6. Нелинейные САР. Динамика. Критерии устойчивости. Нелинейная система. Определение. Пример. Основные виды нелинейных характеристик. Принцип гармонической линеаризации. Гипотеза фильтра. Уравнение гармонического баланса. Эквивалентный комплексный коэффициент передачи. Метод Гольдфарба для систем с однозначными нелинейностями. Метод Гольдфарба для систем с неоднозначными нелинейностями. Фазовая плоскость. Определение. Свойства фазовых траекторий. Способы построения фазовых траекторий (исключая метод изоклин). Метод изоклин. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости. Нелинейность – трёхпозиционное реле без гистерезиса. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости. Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом (пассивное и активное звено). Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости при введении отрицательной обратной связи по производной регулируемой величины. Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:
Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

-, -.

Открытые онлайн-курсы MOOC:

-, -.

Иные учебно-методические материалы:

-

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПКР-5:

1) Какие элементы САР из типичного их набора включены в состав блоков комплекса АВК-31М?
2) Какова методика настройки коэффициентов операционных усилителей (ОУ)?
3) В чём заключается особенность настройки ОУ в зависимости от типа реализуемого элемента САР?
4) Что такое статизм САР и от чего он зависит?
5) Как рассчитывается коэффициент усиления ОУ, какие допущения при этом делаются?
6) Почему усилитель назван операционным?
7) Как поставить в соответствие передаточную функцию элемента САР

схеме включения ОУ?

8) Какие преимущества в моделировании структур САР даёт масштабирование независимой переменной (времени)?

9) Какой ценой в ПИД регуляторе САР на ОУ можно выделить все составляющие закона регулирования?

10) Какие типовые звенья при реализации на АВК-31М не требуют использования навесных элементов, подключаемых на плате пользователя, а какие требуют?

11) Перечислите типовые нелинейности САР.

12) Как работает элементарный нелинейный узел: опорное напряжение – диод?

13) В чём заключается отличие «однозначной» нелинейности от «неоднозначной»?

14) Какова полная формулировка критерия устойчивости Найквиста?

15) Каков полный сдвиг фазы в разомкнутой САР, состоящей из трёх инерционных звеньев?

16) Как влияет соотношение величин постоянных времени трёх инерционных звеньев, составляющих САР, на её устойчивость?

17) Как влияет соотношение коэффициентов усиления трёх инерционных звеньев, составляющих САР, на её устойчивость?

18) Как проверить на АВК-31М величину кинетической ошибки САР?

19) Как проверить на АВК-31М величину статической ошибки САР?

20) Как проверить на АВК-31М величину динамической ошибки САР?

21) Как обеспечивается на АВК-31М выполнение условий применения гипотеза «фильтра» для анализа нелинейных САР?

22) Какой режим возможен в нелинейной САР и невозможен в линейной?

23) Какова классификация САР по задачам регулирования?
24) Чем отличается объект регулирования от регулятора? Привести пример.
25) Какие операторы позволяют получить переходные и импульсные характеристики элементов САР в среде MAPLE?

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПКР-7:

26) Как влияют параметры инерционного звена (или любого другого типового звена САР) на вид переходной и импульсной характеристики?
27) В чём состоит особенность построения частотных (фазовых) характеристик в среде MAPLE? (Как программно устранить разрывы в фазовых характеристиках?)
28) Есть ли средства поиска определителей Гурвица в среде MAPLE и какие они?
29) Зачем при анализе частотных свойств САР и построении годографов необходимо формировать на графике поля с натуральным и логарифмическим масштабам?
30) Какой алгоритм программы построения асимптотической ЛАЧХ в среде MAPLE?
31) Какой алгоритм поиска передаточной функции звена последовательной коррекции?
32) Какой алгоритм поиска передаточной функции звена параллельной коррекции?
33) Есть ли преимущества у параллельной коррекции перед последовательной?
34) Как повысить наглядность результатов анализа работы нелинейной системы с помощью построения фазовых портретов в среде MAPLE?
35) Почему ресурсы MAPLE построения фазовых портретов не работают для САР с неоднозначными нелинейностями?

36) В чём состоят правила преобразования структурных схем и какова цель их применения?

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПКР-8:

37) Как формулируется алгебраический критерий устойчивости?

38) Какие необходимые и достаточные условия устойчивости по алгебраическому критерию для САР с характеристическим уравнением передаточной функции замкнутой системы третьего порядка?

39) Как формулируется критерий устойчивости Михайлова?

40) Какую передаточную функцию САР используют для анализа в критерии Михайлова?

41) Какие критерии устойчивости называются частотными?

42) В чём состоит принцип аргументов, положенный в основу частотных критериев устойчивости САР?

43) Чем отличаются критерии устойчивости Михайлова и Найквиста?

44) Что такое ЛАЧХ и какую ЛАЧХ называют «асимптотической»?

45) Какие имеются следствия из полной формулировки критерия Найквиста?

46) Как показатели качества регулирования связаны с ЛАЧХ?

47) В чём заключается различие между статической, кинетической и динамической ошибками работы САР?

48) Как найти параметры автоколебаний нелинейной САР?

49) Как связан при анализе нелинейных САР принцип гармонической линеаризации с методом Гольдфарба?

50) Какова цель использования фазовой плоскости при анализе нелинейных САР?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продемонстрированы навыки при решении нестандарт	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартны

	вследствие отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	стандартны х задач с некоторым и недочетами	х задач с некоторым и недочетами	х задач без ошибок и недочетов	ных задач без ошибок и недочетов	х задач
--	--	---------------------	---	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-5

1. Система автоматического регулирования (САР). Основные определения.
2. Классификация САР по характеру изменения уставки.
3. Принципы регулирования.
4. Общая функциональная схема САР.
5. Статические режимы САР. Статическая характеристика САР.
6. Виды соединения звеньев САР. Определение коэффициента передачи

для последовательно и параллельно соединённых звеньев.

7. Зависимость выходного сигнала САР от величины входного сигнала и возмущающего воздействия в установившемся режиме.

8. Зависимость изображения выходного сигнала САР от изображения входного сигнала и возмущающего воздействия.

9. Статическая САР. Определение статизма системы.

10. Астатическая САР. Пример.

11. Уравнение движения линейной системы. Принцип линеаризации.

12. Пример линеаризации уравнения движения генератора постоянного ток.

13. Передаточная функция. Связь между уравнением движения и передаточной функцией.

14. Способы определения передаточной функции.

15. Структурный метод анализа САР. Звено направленного действия.

16. Правила преобразования структурных схем.

17. Передаточная функция параллельно и последовательно соединённых звеньев направленного действия.

18. Передаточная функция для соединения звеньев типа «обратная связь».

19. Обобщённая структурная схема системы в динамике.

20. Связь между передаточной функцией замкнутой и разомкнутой системы.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-7

21. Комплексный коэффициент передачи (ККП).

22. Связь между ККП и передаточной функцией.

23. Амплитудно-частотные характеристики. Пример.
24. Фазо-частотные характеристики. Пример.
25. Амплитудно-фазовые частотные характеристик. Пример.
26. Логарифмические характеристики. Пример.
27. Построение асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ). Пример.
28. Переходная характеристика. Пример.
29. Связь между переходной характеристикой и передаточной функцией.
30. Частный случай теоремы разложения. Отсутствуют кратные и нулевые корни. Пример.
31. Частный случай теоремы разложения. Существует один нулевой корень. Пример.
32. Типовые звенья линейных САР.
33. Инерционное звено, его характеристики.
34. Интегрирующее звено, его характеристики.
35. Реальное дифференцирующее звено, его характеристики
36. Упругое дифференцирующее звено, его характеристики.
37. Упругое интегрирующее звено, его характеристики.
38. Минимально-фазовые системы, их свойства.
39. Теорема Боде. Применение теоремы для построения полубесконечной ЛАЧХ.
40. Построение логарифмической фазо-частотной характеристики (ЛФЧХ) по известной ЛАЧХ минимально-фазовой системы.
41. Устойчивость линейной САР. Необходимое условие устойчивости.
42. Критерий Гурвица. Пример.

43. Принцип аргумента.
44. Критерий Михайлова. Пример.
45. Способы построения годографа Михайлова.
46. Следствия из критерия Михайлова.
47. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии устойчива.
48. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии неустойчива.
49. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии нейтральна.
50. Общая формулировка критерия Найквиста.
51. Применение критерия Найквиста для логарифмических характеристик.
52. Точность САР. Передаточная функция по ошибке.
53. Статическая ошибка САР.
54. Кинетическая ошибка в астатической САР (астатизм первого порядка).
55. Динамическая ошибка. Максимальное значение динамической ошибки.
56. Метод коэффициентов ошибки.
57. Оценка качества системы по переходной характеристике.
58. Интегральные оценки качества системы.
59. Оценка качества системы по АЧХ замкнутой системы.
60. Метод трапеций.
61. Оценка качества САР по ЛАЧХ и ЛФЧХ.
62. Последовательная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-8

63. Параллельная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик.

64. Нелинейная система. Пример.

65. Основные виды нелинейных характеристик.

66. Принцип гармонической линеаризации. Гипотеза фильтра.

67. Уравнение гармонического баланса.

68. Эквивалентный комплексный коэффициент передачи.

69. Метод Гольдфарба для систем с однозначными нелинейностями.

70. Метод Гольдфарба для систем с неоднозначными нелинейностями.

71. Фазовая плоскость. Свойства фазовых траекторий.

72. Способы построения фазовых траекторий (исключая метод изоклин).

73. Метод изоклин.

74. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости.

Нелинейность – трёхпозиционное реле без гистерезиса.

75. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости.

Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом (пассивное и активное звено).

76. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости при

введении отрицательной обратной связи по производной регулируемой величины. Нелинейность – трёхпозиционная с гистерезисом.

77. Понятие устойчивости нелинейных САР в малом, в большом и в целом.

78. Критерий абсолютной устойчивости Попова В.М. Формулировка.

79. Критерий абсолютной устойчивости Попова В.М. Геометрическая интерпретация. Прямая Попова.

80. Упругое дифференцирующее звено, его характеристики.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ягодкина Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. - Москва : Юрайт, 2023. - 470 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-06483-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842715&idb=0>.
2. Афонькина В. А. Теория автоматического управления электрооборудованием и электротехнологиями в сельском хозяйстве : учебное пособие / Афонькина В. А., Попов В. М., Рычкова Н. М. - Челябинск : ЮУрГАУ, 2021. - 140 с. - Книга из коллекции ЮУрГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-88156-881-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=886197&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Руководство к лабораторным работам в пакетах Electronics Workbench и VisSim : методические указания для проведения лабораторных работ по курсу теория автоматического управления. - Белгород : БелГАУ им.В.Я.Горина, 2020. - 35 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции БелГАУ им.В.Я.Горина - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=751782&idb=0>.
2. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие для вузов / Гайдук А. Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А.; Беляев В. Е., Пьявченко Т. А. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 464 с. - Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)» (направление подготовки дипломированных специалистов «Автоматизированные технологии и производства»). - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-507-45506-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829191&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

Операционная система Microsoft Windows
Пакет прикладных программ Microsoft Office
Правовая система «Консультант плюс»
Браузер Google Chrome

Интернет-ресурсы

<http://электротехнический-портал.рф/kniga.html>
Силовая электроника, <http://www.multikonelectronics.com>
Радиотехнический сайт, https://radiottract.ru/link_sprav.html
ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>
ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
ЭБС «Znaniium.com». Режим доступа: www.znaniium.com

профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com>
Научная электронная библиотека www.elibrary.ru
База данных ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru/>
База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com>
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>
ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>
Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Богатырева Анна Валерьевна, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Белянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.