

**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 ученого совета ННГУ
«16» июня 2021 г.
протокол № 8

**Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНАЯ, ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2020

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.04.02), ориентирована на подготовку выпускников к решению конструкторского и технологического типов задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПКР-5, определяемое индикаторами ПКР-5.1, 5.2, формирование компетенции ПКР-7, определяемое индикаторами ПКР-7.1, 7.2 и формирование компетенции ПКР-8, определяемое индикатором ПКР-8.1.

Формирование компетенции ПКР-5 начато в ходе освоения дисциплины Сети и системы передачи информации, будет продолжено в ходе освоения данной дисциплины и завершено в ходе выполнения Преддипломной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

Формирование компетенции ПКР-7 начато в ходе освоения дисциплины Сети и системы передачи информации, будет продолжено в ходе освоения данной дисциплины и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

Формирование компетенции ПКР-8 начато в ходе освоения данной дисциплины и дисциплин: Прием, анализ и обработка сигналов, Электрические станции и подстанции, и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.ДВ.04.02, Теория автоматического управления</i> относится к части ООП направления подготовки 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника, формируемой участниками образовательных отношений.

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые 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	
ПКР-5. Способен собирать, обобщать и анализировать информацию для проведения конструкторских работ с объектами профессиональной деятельности.	ПКР-5.1. Выполняет сбор и анализ данных для выполнения конструкторских работ. ПКР-5.2. Подготавливает разделы конструкторской	Знает достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии при эксплуатации, техническом обслуживании, защите и надёжности радиоэлектронных систем. Умеет собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать информацию в области эксплуатации, технического обслужи-	Вопросы к зачёту, Тематика практических занятий, Вопросы практических занятий

	документации.	вания, обеспечения ремонта, защиты и надёжности радиоэлектронных систем. Владеет навыками анализа и оценки качества эксплуатации, технического обслуживания, обеспечения ремонта, защиты и надёжности радиоэлектронных систем.	
ПКР-7 Способен собирать, обобщать и анализировать информацию для проведения технологических работ на объектах профессиональной деятельности.	ПКР-7.1. Выполняет сбор и анализ данных для решения технологических задач. ПКР-7.2. Подготавливает разделы технической документации, обеспечивающих выполнение технологических работ.	Знать: базовые положения теории автоматического управления, технологии производства и эксплуатации радиотехнических систем, сети и системы передачи информации. Уметь: собирать, обобщать и анализировать информацию для проведения технологических работ на объектах профессиональной деятельности. Владеть: опытом участия в проведении технологических работ на объектах профессиональной деятельности.	Вопросы к зачёту, Тематика практических занятий, Вопросы практических занятий
ПКР-8. Способен участвовать в работах по созданию технологии производства, технического обслуживания и контроля эксплуатации объектов профессиональной деятельности.	ПКР-8.1. Использует знания и показывает способности участвовать в технологических работах при производстве, техническом обслуживании и контроле эксплуатации объектов профессиональной деятельности.	Знать: базовые положения технологий производства и эксплуатации радиотехнических систем, теории автоматического управления, приёма, анализа и обработки сигналов, устройство электрических станций и подстанций. Уметь: применять полученные знания при работах по созданию технологии производства, технического обслуживания и контроля эксплуатации объектов профессиональной деятельности. Владеть: опытом участия в работах по созданию технологии производства, технического обслуживания и контроля эксплуатации объектов профессиональной деятельности.	Вопросы к зачёту, Тематика практических занятий, Вопросы практических занятий

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	49
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	16
- КСР	1
самостоятельная работа	59
Промежуточная аттестация – зачёт	

	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация – зачёт	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе в очной форме				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Введение. Предмет. Основные понятия.	7	2			2	5
2. Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция.	10	4	1		5	5
3. Динамика линейных САР, их характеристики.	18	4	3		7	11
4. Устойчивость линейных САР. Критерии.	24	6	4		10	14
5. Качество линейных САР. Синтез.	24	8	4		12	12

6. Нелинейные САР. Динамика. Критерии устойчивости.	24	8	4		12	12
СР	1				1	
Промежуточная аттестация – зачёт						
Итого	108	32	16		33	59

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе в очно-заочной форме				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Введение. Предмет. Основные понятия.	7	1			1	6
2. Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция.	10	2	1		3	7
3. Динамика линейных САР, их характеристики.	18	2	3		5	13
4. Устойчивость линейных САР. Критерии.	24	3	4		7	17
5. Качество линейных САР. Синтез.	24	4	4		8	16
6. Нелинейные САР. Динамика. Критерии устойчивости.	24	4	4		8	16
СР	1				1	
Промежуточная аттестация – зачёт						
Итого	108	16	16		33	75

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.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачёт).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к практическим и лекционным занятиям. Подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации (зачёт).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»

	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1. Вопросы к зачёту.

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Система автоматического регулирования (САР). Основные определения.	ПКР-5
2. Классификация САР по характеру изменения уставки.	ПКР-5
3. Принципы регулирования.	ПКР-7
4. Общая функциональная схема САР.	ПКР-7
5. Статические режимы САР. Статическая характеристика САР.	ПКР-8
6. Виды соединения звеньев САР. Определение коэффициента передачи для последовательно и параллельно соединённых звеньев.	ПКР-7
7. Зависимость выходного сигнала САР от величины входного сигнала и возмущающего воздействия в установившемся режиме.	ПКР-7
8. Зависимость изображения выходного сигнала САР от изображения входного сигнала и возмущающего воздействия.	ПКР-7
9. Статическая САР. Определение статизма системы.	ПКР-7
10. Астатическая САР. Пример.	ПКР-7
11. Уравнение движения линейной системы. Принцип линеаризации.	ПКР-5
12. Пример линеаризации уравнения движения генератора постоянного тока.	ПКР-5
13. Передаточная функция. Связь между уравнением движения и передаточной функцией.	ПКР-7
14. Способы определения передаточной функции.	ПКР-5
15. Структурный метод анализа САР. Звено направленного действия.	ПКР-5
16. Правила преобразования структурных схем.	ПКР-7
17. Передаточная функция параллельно и последовательно соединённых звеньев направленного действия.	ПКР-7
18. Передаточная функция для соединения звеньев типа «обратная связь».	ПКР-7
19. Обобщённая структурная схема системы в динамике.	ПКР-7
20. Связь между передаточной функцией замкнутой и разомкнутой системы.	ПКР-7
21. Комплексный коэффициент передачи (ККП).	ПКР-7
22. Связь между ККП и передаточной функцией.	ПКР-7

23. Амплитудно-частотные характеристики. Пример.	ПКР-5
24. Фазо-частотные характеристики. Пример.	ПКР-5
25. Амплитудно-фазовые частотные характеристик. Пример.	ПКР-5
26. Логарифмические характеристики. Пример.	ПКР-5
27. Построение асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ). Пример.	ПКР-5
28. Переходная характеристика. Пример.	ПКР-5
29. Связь между переходной характеристикой и передаточной функцией.	ПКР-5
30. Частный случай теоремы разложения. Отсутствуют кратные и нулевые корни. Пример.	ПКР-5
31. Частный случай теоремы разложения. Существует один нулевой корень. Пример.	ПКР-5
32. Типовые звенья линейных САР.	ПКР-5
33. Инерционное звено, его характеристики.	ПКР-5
34. Интегрирующее звено, его характеристики.	ПКР-5
35. Реальное дифференцирующее звено, его характеристики	ПКР-5
36. Упругое дифференцирующее звено, его характеристики.	ПКР-5
37. Упругое интегрирующее звено, его характеристики.	ПКР-5
38. Минимально-фазовые системы, их свойства.	ПКР-5
39. Теорема Боде. Применение теоремы для построения полубесконечной ЛАЧХ.	ПКР-5
40. Построение логарифмической фазо-частотной характеристики (ЛФЧХ) по известной ЛАЧХ минимально-фазовой системы.	ПКР-5
41. Устойчивость линейной САР. Необходимое условие устойчивости.	ПКР-5
42. Критерий Гурвица. Пример.	ПКР-5
43. Принцип аргумента.	ПКР-5
44. Критерий Михайлова. Пример.	ПКР-5
45. Способы построения годографа Михайлова.	ПКР-5
46. Следствия из критерия Михайлова.	ПКР-5
47. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии устойчива.	ПКР-5
48. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии неустойчива.	ПКР-5
49. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии нейтральна.	ПКР-5
50. Общая формулировка критерия Найквиста.	ПКР-5
51. Применение критерия Найквиста для логарифмических характеристик.	ПКР-5
52. Точность САР. Передаточная функция по ошибке.	ПКР-5
53. Статическая ошибка САР.	ПКР-5
54. Кинетическая ошибка в астатической САР (астатизм первого порядка).	ПКР-5
55. Динамическая ошибка. Максимальное значение динамической ошибки.	ПКР-5
56. Метод коэффициентов ошибки.	ПКР-5
57. Оценка качества системы по переходной характеристике.	ПКР-8
58. Интегральные оценки качества системы.	ПКР-8
59. Оценка качества системы по АЧХ замкнутой системы.	ПКР-8
60. Метод трапеций.	ПКР-5
61. Оценка качества САР по ЛАЧХ и ЛФЧХ.	ПКР-8
62. Последовательная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик.	ПКР-5
63. Параллельная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик.	ПКР-5

64. Нелинейная система. Пример.	ПКР-5
65. Основные виды нелинейных характеристик.	ПКР-5
66. Принцип гармонической линеаризации. Гипотеза фильтра.	ПКР-5
67. Уравнение гармонического баланса.	ПКР-5
68. Эквивалентный комплексный коэффициент передачи.	ПКР-5
69. Метод Гольдфарба для систем с однозначными нелинейностями.	ПКР-5
70. Метод Гольдфарба для систем с неоднозначными нелинейностями.	ПКР-5
71. Фазовая плоскость. Свойства фазовых траекторий.	ПКР-5
72. Способы построения фазовых траекторий (исключая метод изоклин).	ПКР-5
73. Метод изоклин.	ПКР-5
74. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости. Нелинейность – трёхпозиционное реле без гистерезиса.	ПКР-5
75. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости. Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом (пассивное и активное звено).	ПКР-5
76. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости при введении отрицательной обратной связи по производной регулируемой величины. Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом.	ПКР-5
77. Понятие устойчивости нелинейных САР в малом, в большом и в целом.	ПКР-5
78. Критерий абсолютной устойчивости Попова В.М. Формулировка.	ПКР-5
79. Критерий абсолютной устойчивости Попова В.М. Геометрическая интерпретация. Прямая Попова.	ПКР-5
80. Упругое дифференцирующее звено, его характеристики.	ПКР-5

5.2.2 Тематика практических занятий

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Расчёт переходных и импульсных характеристик для типовых звеньев, выполнение с заданием отладки программного обеспечения (пакет MAPLE)	ПКР-5
2) Расчёт частотных характеристик для типовых звеньев, выполнение с заданием отладки программного обеспечения (пакет MAPLE)	ПКР-5
3) Программное обеспечение к применению алгебраического критерия устойчивости САР, выполнение с заданием отладки программного обеспечения (пакет MAPLE)	ПКР-8
4) Частотный критерий анализа устойчивости САР. Критерий Михайлова, выполнение с заданием отладки программного обеспечения (пакет MAPLE)	ПКР-8
5) Частотный критерий анализа устойчивости САР. Критерий Найквиста, выполнение с заданием отладки программного обеспечения (пакет MAPLE)	ПКР-8
6) Реализация коррекции параллельного и последовательного типа в замкнутых САР стабилизации для обеспечения заданного качества. Построение переходных процессов – для контроля результата синтеза. Примеры по отладке программного обеспечения (пакет MAPLE)	ПКР-8
7) Реализация коррекции следящей САР для обеспечения заданного качества. Построение переходных процессов – для контроля результата синтеза. Примеры по отладке программного обеспечения (пакет MAPLE)	ПКР-8
8) Отладка программы анализа работы нелинейной САР с однозначной нелинейностью (пакет MAPLE). Отладка программы анализа рабо-	ПКР-7

ты нелинейной САР с неоднозначной нелинейностью	
---	--

5.2.3 Вопросы практических занятий

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Какие элементы САР из типичного их набора включены в состав блоков комплекса АВК-31М?	ПКР-5
2) Какова методика настройки коэффициентов операционных усилителей (ОУ)?	ПКР-7
3) В чём заключается особенность настройки ОУ в зависимости от типа реализуемого элемента САР?	ПКР-7
4) Что такое статизм САР и от чего он зависит?	ПКР-5
5) Как рассчитывается коэффициент усиления ОУ, какие допущения при этом делаются?	ПКР-5
6) Почему усилитель назван операционным?	ПКР-5
7) Как поставить в соответствие передаточную функцию элемента САР схеме включения ОУ?	ПКР-7
8) Какие преимущества в моделировании структур САР даёт масштабирование независимой переменной (времени)?	ПКР-7
9) Какой ценой в ПИД регуляторе САР на ОУ можно выделить все составляющие закона регулирования?	ПКР-7
10) Какие типовые звенья при реализации на АВК-31М не требуют использования навесных элементов, подключаемых на плате пользователя, а какие требуют?	ПКР-8
11) Перечислите типовые нелинейности САР.	ПКР-5
12) Как работает элементарный нелинейный узел: опорное напряжение – диод?	ПКР-8
13) В чём заключается отличие «однозначной» нелинейности от «неоднозначной»?	ПКР-7
14) Какова полная формулировка критерия устойчивости Найквиста?	ПКР-5
15) Каков полный сдвиг фазы в разомкнутой САР, состоящей из трёх инерционных звеньев?	ПКР-5
16) Как влияет соотношение величин постоянных времени трёх инерционных звеньев, составляющих САР, на её устойчивость?	ПКР-5
17) Как влияет соотношение коэффициентов усиления трёх инерционных звеньев, составляющих САР, на её устойчивость?	ПКР-5
18) Как проверить на АВК-31М величину кинетической ошибки САР?	ПКР-7
19) Как проверить на АВК-31М величину статической ошибки САР?	ПКР-7
20) Как проверить на АВК-31М величину динамической ошибки САР?	ПКР-7
21) Как обеспечивается на АВК-31М выполнение условий применения гипотеза «фильтра» для анализа нелинейных САР?	ПКР-7
22) Какой режим возможен в нелинейной САР и невозможен в линейной?	ПКР-7
23) Какова классификация САР по задачам регулирования?	ПКР-5
24) Чем отличается объект регулирования от регулятора? Привести пример.	ПКР-5
25) Какие операторы позволяют получить переходные и импульсные характеристики элементов САР в среде MAPLE?	ПКР-5
26) Как влияют параметры инерционного звена (или любого другого типового звена САР) на вид переходной и импульсной характеристики?	ПКР-7
27) В чём состоит особенность построения частотных (фазовых) характе-	ПКР-5

ристик в среде MAPLE? (Как программно устранить разрывы в фазовых характеристиках?)	
28) Есть ли средства поиска определителей Гурвица в среде MAPLE и какие они?	ПКР-5
29) Зачем при анализе частотных свойств САР и построении годографов необходимо формировать на графике поля с натуральным и логарифмическим масштабом?	ПКР-5
30) Какой алгоритм программы построения асимптотической ЛАЧХ в среде MAPLE?	ПКР-8
31) Какой алгоритм поиска передаточной функции звена последовательной коррекции?	ПКР-7
32) Какой алгоритм поиска передаточной функции звена параллельной коррекции?	ПКР-7
33) Есть ли преимущества у параллельной коррекции перед последовательной?	ПКР-7
34) Как повысить наглядность результатов анализа работы нелинейной системы с помощью построения фазовых портретов в среде MAPLE?	ПКР-8
35) Почему ресурсы MAPLE построения фазовых портретов не работают для САР с неоднозначными нелинейностями?	ПКР-8
36) В чём состоят правила преобразования структурных схем и какова цель их применения?	ПКР-7
37) Как формулируется алгебраический критерий устойчивости?	ПКР-5
38) Какие необходимые и достаточные условия устойчивости по алгебраическому критерию для САР с характеристическим уравнением передаточной функции замкнутой системы третьего порядка?	ПКР-5
39) Как формулируется критерий устойчивости Михайлова?	ПКР-5
40) Какую передаточную функцию САР используют для анализа в критерии Михайлова?	ПКР-5
41) Какие критерии устойчивости называются частотными?	ПКР-5
42) В чём состоит принцип аргументов, положенный в основу частотных критериев устойчивости САР?	ПКР-5
43) Чем отличаются критерии устойчивости Михайлова и Найквиста?	ПКР-5
44) Что такое ЛАЧХ и какую ЛАЧХ называют «асимптотической»?	ПКР-5
45) Какие имеются следствия из полной формулировки критерия Найквиста?	ПКР-5
46) Как показатели качества регулирования связаны с ЛАЧХ?	ПКР-5
47) В чём заключается различие между статической, кинетической и динамической ошибками работы САР?	ПКР-7
48) Как найти параметры автоколебаний нелинейной САР?	ПКР-7
49) Как связан при анализе нелинейных САР принцип гармонической линеаризации с методом Гольдфарба?	ПКР-5
50) Какова цель использования фазовой плоскости при анализе нелинейных САР?	ПКР-5

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов / 4-е изд., стереот. – М.: МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01417-2
– Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014172.html> (дата обращения: 12.10.2020).

б) дополнительная литература

1. Певзнер Л.Д., Дмитриева В.В. Лабораторный практикум по дисциплине "Теория автоматического управления": Учебное пособие для вузов / 2-е изд. – М.: Горная книга, 2010. – 125 с. - ISBN 978-5-98672-190-3 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986721903.html> (дата обращения: 12.10.2020).

в) Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

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

г) 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 «Znaniy.com». Режим доступа: www.znaniy.com

д) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com> [26.10.19]
- Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]
- База данных ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru/> [26.10.19]
- База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com> [26.10.19]
- База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com> [26.10.19]
- ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>
- Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием (мультимедиа-проектор, экран, компьютеры).

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ
по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор:

к.т.н., доцент И.В. Беянин

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии Балахнинского филиала
от «3» июня 2021 года, протокол № 6.