

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

Основы теории цепей

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.02 Основы теории цепей 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
ПКР-4: Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности	ПКР-4.1: Показывает способности участвовать в проектных работах ПКР-4.2: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации ПКР-4.3: Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования	ПКР-4.1: Знает основы теории электрорадиотехнических цепей. Умеет проводить оптимизацию параметров радиотехнических систем (устройств) с использованием различных методов исследований. Владеет методами решения задач анализа и расчёта характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники. ПКР-4.2: Знает основы теории электрорадиотехнических цепей. Умеет проводить оптимизацию параметров радиотехнических систем (устройств) с использованием различных методов исследований. Владеет методами решения задач анализа и расчёта характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов	Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>современной электроники.</p> <p>ПКР-4.3:</p> <p>Владеет современными компьютерными технологиями проектирования и моделирования радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники.</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
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	10
- КСР	1	1
самостоятельная работа	59	81
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			
	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО
ТВведенВведение в теорию радиотехнических сигналов.ема 1	2	2	1	1	0	0	1	1	1	1
Спектральное представление периодических сигналов	5	5	2	1	1	1	3	2	2	3
Спектральное представление непериодических сигналов.	14	14	6	2	3	2	9	4	5	10

Модулированные радиосигналы	8	8	2	1	1	1	3	2	5	6
Аналитический сигнал	6	6	2	1	1	0.5	3	1.5	3	4.5
Энергетический спектр	8	8	2	1	1	1	3	2	5	6
Дискретизация непрерывных сигналов	7	7	3	1	1	0.5	4	1.5	3	5.5
Введение в теорию линейных цепей с сосредоточенными параметрами	6	6	1	1	1	0	2	1	4	5
Описание линейных цепей обыкновенными дифференциальными уравнениями	6	6	2	1	1	1	3	2	3	4
Операторный метод анализа линейных цепей	8	8	2	1	1	0.5	3	1.5	5	6.5
Спектральный метод анализа линейных цепей	8	8	2	1	1	0.5	3	1.5	5	6.5
Интеграл Дюамеля	7	7	2	1	1	0.5	3	1.5	4	5.5
Колебательные контуры	8	8	2	1	1	0.5	3	1.5	5	6.5
Четырехполосники	8	8	2	1	1	0.5	3	1.5	5	6.5
Пассивные линейные фильтры	6	6	1	1	1	0.5	2	1.5	4	4.5
Аттестация	0	0								
КСР	1	1					1	1		
Итого	108	108	32	16	16	10	49	27	59	81

Содержание разделов и тем дисциплины

- 1) Цели и задачи курса. Введение в теорию радиотехнических сигналов.
- 2) Спектральное представление периодических сигналов.
- 3) Спектральное представление непериодических сигналов.
- 4) Модулированные радиосигналы.
- 5) Преобразование Гильберта.
- 6) Аналитический сигнал.
- 7) Энергетический спектр.
- 8) Корреляционный анализ детерминированных сигналов.
- 9) Дискретизация непрерывных сигналов.
- 10) Информационная ёмкость и база сигналов.
- 11) Введение в теорию линейных цепей с сосредоточенными параметрами.
- 12) Описание линейных цепей обыкновенными дифференциальными уравнениями.
- 13) Операторный метод анализа линейных цепей.
- 14) Спектральный метод анализа линейных цепей.
- 15) Интеграл Дюамеля.
- 16) Колебательные контуры.
- 17) Четырёхполосники.
- 18) Пассивные линейные фильтры.

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.

Односецев В.А., Орлов И.Я., Пархачёв В.В., Савельев Д.В., Фитасов Е.С., Кудряшова О.Е.
Методическое пособие по решению задач теории линейных электрических цепей.

Учебное пособие. – Н.Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2021. 78 с.

<https://rf.unn.ru/wp-content/uploads/sites/21/2022/02/Posobie-linei-nye-tsepi-2021.11.18.pdf>

Кривошеев В.И. Спектральные представления сигналов.

Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород, 2005. 34 с.

http://old.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/SpectrSignal.pdf

Прохождение радиосигналов через линейные цепи/ Составитель С.М. Рыжаков

Н.Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 1996.- 36 с.

http://old.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/LinearC.pdf

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

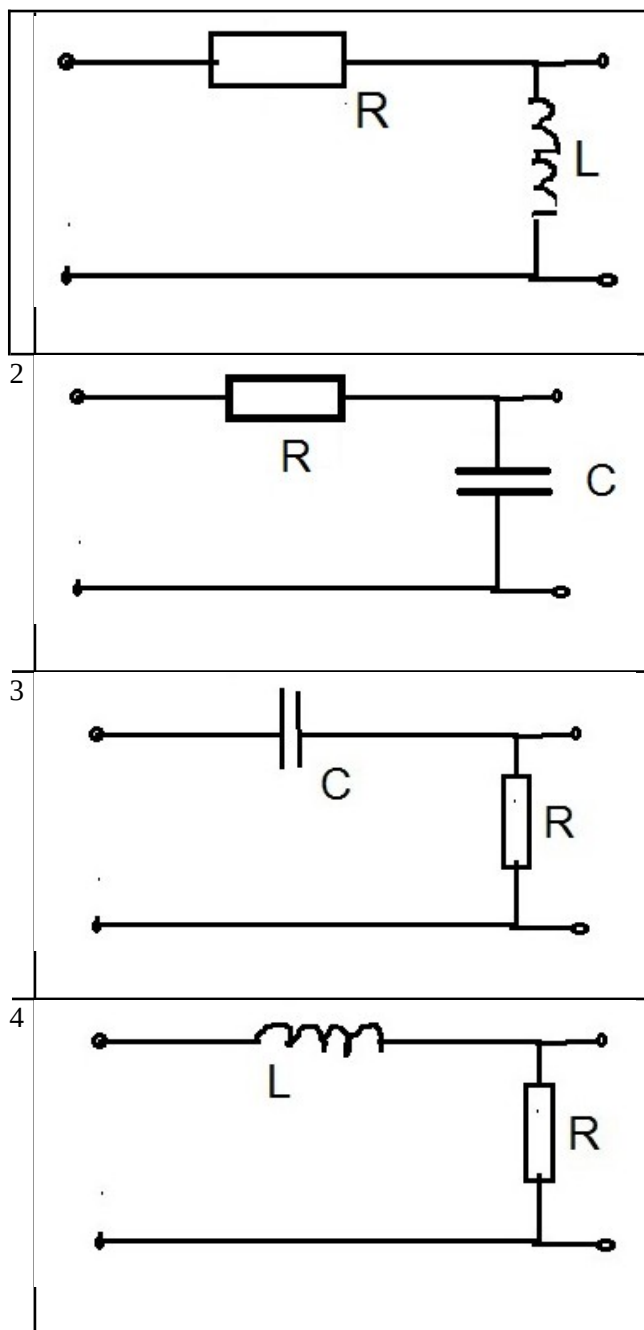
При сдаче зачёта студент должен вместе с теоретическими вопросами выбирает случайным образом билет с задачей: билет с описанием структуры входного сигнала, с описанием схемы электрической цепи и вычислить форму и спектр выходного сигнала. Необходимо решить задачу на прохождение сигнала через линейную цепь с постоянными параметрами.

При решении задачи студент может использовать прилагаемую таблицу преобразований Лапласа.

Задания (билеты) с описанием входных сигналов

	$A_1 \sin \omega_1 t + A_2 \sin \omega_2 t$
2	$(A_1 \sin \omega_1 t)' (A_2 \sin \omega_2 t)$
3	$A_1(1+m \cos \omega_1 t)' \cos \omega_2 t, \omega_2 \gg \omega_1.$
4	$A_0 \exp(-t/t_0) 1(t), t_0 > 0.$
5	$A_0 [1 - \exp(-t/t_0)] 1(t), t_0 > 0.$

Примеры схем электрической цепи



При решении задачи студент может использовать прилагаемую таблицу преобразований Лапласа.

Таблица преобразований Лапласа

$F(p)$	$f(t), t \geq 0$
1	$\delta(t)$
$1/p$	1
$1/p^2$	t
$1/p^n \ (n=1,2,3,\dots)$	$(t^{n-1})/(n-1)!$

$1/p^{1/2}$	$1/(t)^{1/2}$
$p^{-3/2}$	$2(t)^{1/2}$
$1/(p-a)$	$\exp(at)$
$1/(p-a)^2$	$t \exp(at)$
$1/(p-a)^n \ (n=1,2,3,\dots)$	$\exp(at) \ (t^{n-1})/(n-1)!$
$1/[(p-a)(p-b)]$	$[\exp(at) - \exp(bt)]/(a-b)$
$p/[(p-a)(p-b)]$	$[a \exp(at) - b \exp(bt)]/(a-b)$
$1/[(p-a)(p-b)(p-c)]$	$-\frac{[(b-c) \exp(at) + (c-a) \exp(bt) + (a-b) \exp(ct)]}{(a-b)(b-c)(c-a)}$
$1/(p^2+a^2)$	$\sin(at)/a$
$p/(p^2+a^2)$	$\cos(at)$
$1/(p^2-a^2)$	$\operatorname{sh}(at)/a$
$p/(p^2-a^2)$	$\operatorname{ch}(at)$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

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

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	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 и 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 базовых навыков. 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 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-4

1. Гармонический анализ периодических сигналов
2. Разложение в ряд Фурье периодической последовательности импульсов
3. Преобразование Фурье и его свойства. Спектральный анализ непериодических сигналов
4. Виды модуляции, модулированные радиосигналы и их спектры
5. Амплитудная, балансная и однополосная модуляция: представление сигналов во временной и частотной областях
6. Угловая модуляция, отличие ЧМ и ФМ
7. Амплитудно-фазовая модуляция для передачи дискретных сообщений
8. Преобразование Гильберта, огибающая, фаза и мгновенная частота узкополосного сигнала
9. Аналитический сигнал и его свойства
10. Энергетический спектр и автокорреляционная функция импульсных сигналов
11. Спектр дискретизированного сигнала, теорема отсчетов (Котельникова)
12. Представление сигнала с ограниченным спектром равноотстоящими отсчетами
13. Представление сигнала ограниченной длительности равноотстоящими отсчетами его спектра
14. Информационная база сигнала с заданной длительностью и заданной полосой занимаемых частот
15. Линейные электрические цепи с сосредоточенными параметрами и их эквивалентные схемы: определения и методы описания
16. Идеализированные модели элементов линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами
17. Эквивалентность источников тока и источников э.д.с.
18. Линейные электрические цепи с сосредоточенными параметрами и их эквивалентные схемы: определения и методы описания
19. Идеализированные модели элементов линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами
20. Эквивалентность источников тока и источников э.д.с.

- 21.Схемы замещения комбинаций пассивных элементов
- 22.Теорема компенсации (эквивалентность ветви цепи источнику тока или э.д.с.)
- 23.Законы Кирхгофа для линейных электрических цепей, методы уменьшения числа уравнений в системе, описывающей эквивалентную схему
- 24.Описание линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами системой обыкновенных дифференциальных уравнений
- 25.Преобразование Лапласа и его свойства
- 26.Эквивалентные схемы линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами в области комплексных частот (переменных Лапласа)
- 27.Операторный метод анализа линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами
- 28.Коэффициент передачи в частотной области линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами, определения и свойства АЧХ и ФЧХ для физически реализуемых цепей
- 29.Спектральный метод анализа линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами
- 30.Импульсная характеристика линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами, ее свойства для физически реализуемых цепей
- 31.Метод интеграла Дюамеля (интеграл наложения) для анализа линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами
- 32.Связь импульсной характеристики и коэффициента передачи линейной цепи
- 33.Последовательный колебательный контур и его свойства
34. Параллельный колебательный контур и его свойства

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

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

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

Основная литература:

1. Теория электрических цепей. Сборник задач / под ред. Попова В.П. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 285 с. - (Профессиональное образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492994> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-05468-2 : 729.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=784523&idb=0>.
2. Литвинов Борис Викторович. Основы теории цепей. Практический курс : Учебное пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2011. - 347 с. - Профессиональное образование. - ISBN 978-5-7782-1738-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=619778&idb=0>.
3. Основы радиоэлектроники : учебное пособие / И. Я. Орлов, В. А. Односеццев, Д. Н. Ивлев, С. Ю. Лупов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Учебно-научный и инновационный комплекс «Физические основы информационно-телекоммуникационных систем». - Нижний Новгород : Изд-

во ННГУ, 2011. - 169 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=892019&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Пилипенко Александр Михайлович. Основы анализа частотных характеристик электрических цепей : Учебное пособие / Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2017. - 98 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9275-2583-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=627255&idb=0>.
2. Основы анализа цепей / Бакалов В.П., Журавлева О.Б., Крук Б.И. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2014., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=646280&idb=0>.
3. Основы синтеза цепей / Бакалов В.П., Воробийченко П.П., Крук Б.И., Субботин Е.А. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2015., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=646289&idb=0>.

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

Операционная система Microsoft Windows

Пакет прикладных программ Microsoft Office

Правовая система «Консультант плюс»

Micro-Cap – SPICE программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором

KTechLab программа для проектирования и симуляции электрических схем

Браузер Google Chrome

г) Интернет-ресурсы

Сайт Министерства энергетики РФ. - www.minenergo.gov.ru

Сайт Новости энергетики <http://novostienergetiki.ru>

Известия вузов «Электромеханика» научно-технический журнал,
<http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/>.

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): Ястребов Игорь Павлович, кандидат физико-математических наук.

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