

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. №6

Рабочая программа дисциплины

Теоретические основы электро- и радиотехники

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

профиль "Теоретическая физика"

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала обучения

2022

(для обучающихся какого года начала обучения разработана Рабочая программа)

Нижний Новгород

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы электро- и радиотехники» относится к вариативной части Б1.В блока Б1 «Дисциплины (модули)», является обязательной для освоения, преподается на третьем году обучения, в пятом семестре. Освоению дисциплины предшествует освоение дисциплин (модулей) «Математика», «Электродинамика».

Целями освоения дисциплины «Теоретические основы электро- и радиотехники» являются:

- формирование у студентов комплекса теоретических знаний и практических навыков, необходимых для понимания основных закономерностей в исследовании радиотехнических цепей, обеспечивающих создание, передачу и обработку информации;
- овладение основными принципами построения структурных блоков радиотехнических устройств с учетом функциональных особенностей при аналоговом и цифровом преобразовании сигналов;
- освоение студентами основ теоретических методов анализа прохождения радиосигналов через линейные и нелинейные радиотехнические цепи, знание процессов, происходящих при передаче сигналов различной сложности;
- изучение элементной базы электронных приборов и их основных характеристик;
- выработка у студентов практических навыков сборки электрических цепей, от простых до более сложных.

2. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины «Теоретические основы электро- и радиотехники» составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых 82 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (2 часа – мероприятия промежуточной аттестации; 48 часов занятия лекционного типа, 32 часа занятия лабораторного типа (лабораторные практикумы), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 134 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (98 часов самостоятельная работа в течение семестра, 36 часов самостоятельная работа при подготовке к промежуточной аттестации).

Содержание дисциплины «Теоретические основы электро- и радиотехники»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Введение в дисциплину. Радиоэлектроника как наука о передаче, преобразовании и приеме информации с помощью электрических и электромагнитных процессов. Процессы, протекающие в радиоэлектронных устройствах и в пространстве – задачи радиоэлектроники. Радиотехнический канал связи, преобразования сигналов в каналах проводной и радиосвязи. Диапазоны радиоволн и особенности их распространения.	18	5	—	3	8	10
2. Электрические и радиотехнические цепи. Понятие детерминированного, случайного, дискретного сигналов. Периодический и непериодический сигналы. Примеры радиотехнических сигналов: гармонический, прямоугольный, ступенчатый (единичная функция включения), короткий импульс – δ -функция Дирака. Динамическое описание непрерывного сигнала с помощью δ -функции и $1(t)$ -единичной ступенчатой функции. Понятие радио и видеоимпульса.	18	5	—	3	8	10
3. Спектральное представление сигналов. Периодические сигналы. Интеграл Дюамеля и метод интегрального преобразования Фурье. Распределение энергии в спектре сигнала, практическая ширина спектра. Непериодические сигналы. Свойства преобразований Фурье.	18	5	—	3	8	10

4. Классификация, основные свойства и методы расчета электрических цепей. Уравнения связи между входными и выходными токами и напряжениями. Воздействие и реакция цепи. Методы анализа линейных цепей. Энергетические процессы в цепи при гармоническом воздействии.	18	5	—	3	8	10
5. Магнитные цепи, электромагнитная индукция. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Построение вебер-амперных характеристик. Расчет разветвленной магнитной цепи методом двух узлов. Явление самоиндукции и ЭДС самоиндукции.	18	5	—	3	8	10
6. Четырехполюсники и линейные фильтры. Понятие четырехполюсника, уравнения, матричная форма, системы параметров: классические и волновые. Понятие комплексного коэффициента передачи в общем случае, его амплитудно-частотная (АЧХ) и фазово-частотная (ФЧХ) характеристики. Частотные свойства последовательного и параллельного колебательного контура, резонансная и фазовая кривые (АЧХ и ФЧХ), резонансная частота.	18	5	—	3	8	10
7. Анализ электрических цепей с распределенными параметрами. Понятие цепей с распределенными параметрами, телеграфное уравнение, волновое уравнение, падающая и отраженная волны, скорость распространения и длина волны в линии, волновое сопротивление, входное сопротивление линии, условие отсутствия отраженных волн. Свойства и применения короткозамкнутой и разомкнутой линий без потерь. Измерения с помощью длинной линии.	18	5	—	3	8	10
8. Нелинейные цепи и методы их анализа. Полупроводниковые диоды: вольтамперные характеристики диода, стабилитрона; варикап; эквивалентная схема диода, диод с барьером Шоттки.	18	5	—	3	8	10

Биполярные транзисторы: структура, токи, вольтамперные характеристики (ВАХ) в схеме с общей базой (ОБ) и общим эмиттером (ОЭ). Режимы работы транзистора: активный, насыщения и отсечки тока, инверсный. Полевые транзисторы. Аппроксимация вольт-амперных характеристик.						
9. Усилители электрических сигналов. Классификация усилителей по типу усиливаемого сигнала. Усилители на биполярных транзисторах (БПТ). Понятия амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик усилителей, полосы пропускания, коэффициента частотных (линейных) искажений, влияние цепей связи, входных проводимостей транзисторов, частотных свойств коэффициентов передачи тока (для БПТ) на частотные характеристики схемы в целом.	17	4	—	4	8	9
10. Обратная связь в усилителях, генераторы. Положительная и отрицательная обратная связь, стабильность и устойчивость усилителей с обратной связью, критерий Найквиста. Дифференциальный усилительный каскад. Операционные усилители, (коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление).	17	4	—	4	8	9
В т.ч. текущий контроль	2	2				—
Промежуточная аттестация — экзамен						

3. Образовательные технологии

- 1) Чтение лекций;
- 2) сопровождение лекций написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) методика «вопросы и ответы»;
- 4) выполнение лабораторных работ в парах;
- 5) методика «мозговой штурм».

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, выполнение практических заданий, отвечающих изучаемым разделам дисциплины, написание отчетов по результатам выполненных лабораторных работ, подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примеры практических заданий, список лабораторных работ приведены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3: Способен проводить научные исследования с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Демонстрация способности проводить научные исследования с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Теоретические основы электро- и радиотехники» является **экзамен**.

По итогам экзамена выставляется оценка по семибалльной шкале: оценки «Плохо» и «Неудовлетворительно» означают отсутствие аттестации, оценки «Удовлетворительно», «Хорошо», «Очень хорошо», «Отлично» и «Превосходно» выставляются при успешном прохождении аттестации.

Необходимым (но не достаточным) условием успешного прохождения аттестации является выполнение лабораторных работ, список которых приведен в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины, и предоставление по ним письменных отчетов. В случае невыполнения лабораторных работ в течение семестра и/или непредставления по ним письменных отчетов до экзамена или на экзамене, обучающийся считается не прошедшим промежуточную аттестацию (оценка «Неудовлетворительно»).

6.2. Процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование (промежуточная аттестация).

Контрольные вопросы для индивидуального собеседования представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии:

- выполнение практических заданий и лабораторных работ (текущий контроль, промежуточная аттестация).

Примеры практических заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Критериями оценивания являются полнота знаний, наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины.

«Плохо» – обучающийся не продемонстрировал никаких знаний об основных теоретических разделах курса, не показал никаких умений и навыков выполнения практических заданий;

«Неудовлетворительно» – обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

«Удовлетворительно» – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

«Хорошо» – обучающийся продемонстрировал связное изложение основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

«Очень хорошо» – обучающийся продемонстрировал связное изложение практически всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

«Отлично» – обучающийся продемонстрировал связное изложение всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий повышенного уровня сложности;

«Превосходно» – обучающийся продемонстрировал уровень знаний в объеме, превышающем стандартную программу подготовки, и продемонстрировал творческий подход к выполнению практических заданий повышенного уровня сложности.

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

6.3.1. При проведении промежуточной аттестации обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие программу дисциплины «Теоретические основы электро- и радиотехники»:

1. Излучение и распространение радиоволн. Радиотехнический канал связи.
2. Классификация радиотехнических сигналов. Помехи в радиоэлектронных устройствах.
3. Спектральное представление сигналов. Свойства преобразования Фурье.
4. Спектры единичного и периодического П-образного видео- и радиоимпульсов, единичной ступеньки, гармонического сигналов.
5. Энергетический спектр и спектр мощности.
6. Основные понятия теории электрических цепей. Линейные (в том числе параметрические) и нелинейные электрические цепи (ЭЦ). Алгебраический критерий устойчивости ЭЦ.
7. Многофазные цепи. Методы расчета симметричных и несимметричных трехфазных цепей.
8. Магнитные цепи. Индуктивно-связанные контуры. Трансформаторы.
9. Понятие электромагнитной индукции. Закон полного тока.
10. Роль ферромагнитных материалов в магнитной цепи.
11. Принцип суперпозиции в радиоэлектронике. Эквивалентные преобразования в пассивных ЭЦ.
12. Эквивалентные преобразования идеальных и линейных активных элементов ЭЦ.
13. Энергетические процессы в линейных двухполюсниках при гармоническом воздействии.
14. Согласование линейного источника энергии с нагрузкой.
15. Метод интеграла наложения (Дюамеля). Спектральный метод. Преобразование Лапласа и его использование для анализа ЭЦ.
16. Линейные четырехполюсники. Системы параметров линейных четырехполюсников.
17. Эквивалентные схемы линейных четырехполюсников. Составные четырехполюсники.
18. Частотные и переходные характеристики RC, CR, RL и LR цепей. Области применения.
19. Частотные и переходные характеристики последовательного и параллельного колебательных контуров. Понятие добротности и полосы пропускания. Области применения.
20. Пассивные электрические фильтры. Характеристические сопротивления линейных четырехполюсников.
21. Линии с распределенными параметрами. Телеграфное уравнение для токов и напряжений.

22. Режимы длинных линий. Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны.
23. Нелинейные идеализированные двухполюсники. Примеры, характеристики.
24. Биполярные транзисторы (БП). Схемы включения БП с общим эмиттером (ОЭ), общей базой (ОБ), общим коллектором (ОК).
25. h –параметры биполярных транзисторов.
26. Полевые транзисторы (ПТ). ПТ с изолированным затвором.
27. Методы анализа ЭЦ с нелинейными двухполюсниками. (Графический, метод линеаризации, метод квадратичной и линейно-кусочной аппроксимации).
28. Усилители электрических сигналов. Структурная схема, классификация.
29. Линейный широкополосный усилительный каскад на биполярном транзисторе (БТ), включенном по схеме с общим эмиттером (ОЭ). Принципиальная схема, основные характеристики.
30. Выбор рабочей точки транзистора. Термостабилизация рабочей точки в линейном широкополосном усилительном каскаде на БТ.
31. Обратные связи (ОС) в усилителях. Влияние ОС на основные характеристики усилительного каскада. Критерий устойчивости Найквиста.
32. Составные транзисторы. Дифференциальный усилительный каскад.
33. Операционный усилитель (ОУ). Широкополосный инвертирующий усилитель на ОУ. Активный фильтр на ОУ.
34. Резонансные и нерезонансные усилители мощности. Использование режимов с отсечкой в усилителях мощности. Выбор рабочей точки, КПД.
35. Трансформаторный и бестрансформаторный двухтактный усилитель мощности.
36. Автоколебательные системы. Генераторы гармонических колебаний. RC-генератор. Генератор гармонических колебаний на туннельном диоде.
37. Виды модуляции радиотехнических сигналов. Амплитудная модуляция.
38. Амплитудное детектирование. Простейшие схемы амплитудных детекторов.

6.3.2. Примеры практических заданий для самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

1. Общие представления о методах описания состояния (расчета) электрической цепи. Метод комплексных амплитуд.
2. RC-, RL-цепи как фильтры нижних и верхних частот. Переходные характеристики.
3. Амплитудно- и фазочастотные характеристики фильтров высоких и низких частот. Определение граничной частоты полосы пропускания.
4. Определение постоянной времени зарядки конденсатора по виду временных переходных характеристик.
5. Входные и выходные вольт-амперные характеристики биполярного транзистора в схеме с общей базой и с общим эмиттером.
6. Определение h -параметров биполярного транзистора по виду вольт-амперных характеристик.
7. Расчет рабочей точки биполярного транзистора по постоянному току в усилительном каскаде в схеме с общим эмиттером.

8. Сток-затворная характеристика полевого МДП транзистора со встроенным каналом.
9. Понятие обратной связи в усилителях. Типы обратной связи.
10. RC-генератор с внешней обратной связью, схема. Генератор на туннельном диоде.
11. Режимы работы длинных линий. Волновое сопротивление длинной линии.
12. Определение коэффициента стоячей волны длинной линии в режиме холостого хода и короткого замыкания.
13. Амплитудная модуляция, основные параметры, глубина модуляции.
14. Схема простейшего амплитудного детектора.

6.3.3. Список лабораторных работ:

1. Реакция простых цепей на гармоническое и импульсное воздействия.
2. Исследование реакции колебательного контура на ступенчатое и гармоническое воздействия.
3. Амплитудный детектор.
4. Однокаскадный усилитель на биполярном транзисторе с резистивной нагрузкой.
5. RC-генератор низкочастотного гармонического колебания.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 №55-ОД.

2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Баскаков С.И. – Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 1988. – 448 с.
Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 15 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=329563>.
2. Манаев Е.И. – Основы радиоэлектроники: [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов]. – М.: Радио и связь, 1985. – 504 с.
Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 15 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=314071>.
3. Молчанов А.П., Занадворов П.Н. – Курс электротехники и радиотехники : Главная редакция физико-математической лит-ры изд-ва «Наука», 1976. – 480 с.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 15 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=302082>.

4. Ушаков В.Н. – Основы радиоэлектроники и радиотехнические устройства. – М.: Высшая школа, 1976. – 424 с.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 15 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=314077>.

б) дополнительная литература:

1. Бессонов Л.А. – Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: Высшая школа, 1984. – 559 с.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 10 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=302040>.

2. Гоноровский И.С. – Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1986. – 512 с.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 10 экз.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=376860>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- 1) Среда программирования LabView для управления лабораторными макетами.

- 2) Интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ
<http://www.lib.unn.ru/>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется.

Лабораторный практикум проводится в специализированной аудитории, оснащенной измерительным оборудованием, средствами вычислительной техники, источниками питания и макетами лабораторных устройств. ННГУ обеспечен всем необходимым программным обеспечением для проведения лабораторных практикумов.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Автор:

доцент кафедры
электроники твердого тела
физического факультета,
к. ф.-м. н.

_____ / Хазанова С.В. /

Рецензент:

Заведующий кафедрой ФПЭН
физического факультета,
д. ф.-м. н., профессор

_____ / Павлов Д.А. /

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ от « » _____ 2021 года,
протокол № б/н.

Председатель
Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ

_____ / Перов А.А. /