

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(МИ ВлГУ)

Кафедра РТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
Д.Е. Андрианов
_____ 23.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Устройства генерирования и формирования сигналов

Направление подготовки

11.04.01 Радиотехника

Профиль подготовки

*Системы и устройства передачи, приема и
обработки сигналов*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
1	108 / 3	16		16	3,6	0,35	35,95	45,4	Экз.(26,65)
Итого	108 / 3	16		16	3,6	0,35	35,95	45,4	26,65

Муром, 2023 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: освоение основ теории работы, методов анализа и проектирования основных узлов и устройств, предназначенных для генерирования и формирования электромагнитных колебаний радио- и оптического диапазонов частот, а также знакомство с параметрами и характеристиками таких устройств, с основными техническими требованиями к ним.

Задачи дисциплины:

- изучение основ теории генерирования и формирования сигналов;
- изучение методов управления устройствами генерирования и формирования сигналов;
- формирование навыков расчета каскадов и блоков устройств генерирования и формирования сигналов;
- изучение методов повышения качества формируемых колебаний и передаваемых сигналов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина "Устройства генерирования и формирования сигналов" опирается на знания, умения и навыки, приобретённые и сформированные в результате изучения дисциплин образовательной программы подготовки бакалавра. Она является базовой для дисциплин "Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем", "Теория и техника радиолокации и радионавигации", "Радиотехнические системы передачи информации" и дисциплин по выбору студента образовательной программы подготовки магистров. Освоение дисциплины также необходимо для успешного выполнения научно-исследовательских работ и прохождения государственной итоговой аттестации.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Анализирует тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники	знать достижения и тенденции развития науки и техники в стране и за рубежом в области генераторных, усилительных и модуляционных устройств различных диапазонов волн (ОПК-1.1) уметь формулировать цели и задачи проектирования устройств генерирования и формирования сигналов (ОПК-1.1)	Вопросы для устного опроса. Вопросы для защиты лабораторных работ
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем	уметь применять методы повышения энергетических и качественных показателей устройств генерирования и формирования сигналов (ОПК-2.1)	Вопросы для устного опроса. Вопросы для защиты лабораторных работ

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Высокочастотные устройства генерирования радиосигналов	1	6		4					24	Устный опрос, выполнение и защита лабораторной работы
2	Высокочастотные устройства формирования радиосигналов	1	6		8					15	Устный опрос, выполнение и защита лабораторной работы
3	Генераторные, усилительные и модуляционные устройства различного назначения.	1	4		4					6,4	Устный опрос, выполнение и защита лабораторной работы
Всего за семестр		108	16		16			3,6	0,35	45,4	Экз.(26,65)
Итого		108	16		16			3,6	0,35	45,4	26,65

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 1

Раздел 1. Высокочастотные устройства генерирования радиосигналов

Лекция 1.

Введение. Международные рекомендации, общероссийские нормы и ГОСТы. Принципы функционирования и методы расчета режимов работы генератора с внешним возбуждением (ГВВ) (2 часа).

Лекция 2.

Умножители частоты: принципиальные схемы и области применения. Умножители частоты с безынерционными усилительными элементами (2 часа).

Лекция 3.

Сложение мощностей усилительных элементов и ГВВ. Широкополосные усилители мощности. Ключевые режимы работы ГВВ (2 часа).

Раздел 2. Высокочастотные устройства формирования радиосигналов

Лекция 4.

Генерация колебаний. Схемы автогенераторов. Синтез частот. Методы синтеза дискретной сетки частот. Цифровые синтезаторы частот (2 часа).

Лекция 5.

Аналоговые виды. Основные методы и схемы осуществления фазовой модуляции. Методы формирования сложных ФМ и ЧМ сигналов (2 часа).

Лекция 6.

Дискретные виды модуляции. Формирование сигналов с дискретной модуляцией. Квадратурный модулятор (2 часа).

Раздел 3. Генераторные, усилительные и модуляционные устройства различного назначения.

Лекция 7.

Радиопередающие устройства систем радиосвязи и передачи информации. Радиопередающие комплексы систем связи (2 часа).

Лекция 8.

Особенности формирования сигналов в диапазоне высоких и сверхвысоких частот. Побочные излучения радиопередающих устройств (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 1

Раздел 1. Высокочастотные устройства генерирования радиосигналов

Лабораторная 1.

Изучение методов синтеза частот и исследование цифровых синтезаторов частот (4 часа).

Раздел 2. Высокочастотные устройства формирования радиосигналов

Лабораторная 2.

Изучение методов цифровой модуляции (4 часа).

Лабораторная 3.

Исследование устройств цифровой модуляции (4 часа).

Раздел 3. Генераторные, усилительные и модуляционные устройства различного назначения.

Лабораторная 4.

Расчет, моделирование и анализ работы устройств генерирования и формирования сигналов с помощью программы ADIsimRF (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Назначение и области применения устройств генерирования и формирования радиосигналов; основные этапы развития; основные требования, предъявляемые к устройствам формирования радиосигналов (энергетические показатели, характеристики электромагнитной совместимости, качественные показатели).

2. Структурная схема ГВВ. Баланс мощностей в ГВВ. Типы и области применения различных усилительных элементов; статистические характеристики усилительных элементов и их аппроксимация.

3. Режимы работы усилительных элементов. Нагрузочные характеристики ГВВ. Цепи согласования с нагрузкой. Особенности работы на комплексную нагрузку.

4. Основы инженерного расчета и автоматизации проектирования ГВВ.

5. Эквивалентная схема биполярного и полевого транзистора; зависимость и энергетических показателей транзисторного генератора от частоты.

6. Влияние питающих напряжений на режим ГВВ; основы инженерного расчета транзисторных ГВВ с учетом инерционных явлений; особенности использования ЭВМ при проектировании транзисторных ГВВ.

7. Выходные цепи ГВВ, согласование генератора с нагрузкой.

8. Фильтрация высших гармоник. Коэффициент фильтрации. Схемы входных цепей ГВВ.

9. Сложение мощностей усилительных элементов и ГВВ. Параллельное включение усилительных элементов и двухтактные схемы; мостовые схемы сложения мощностей; блочно-модульный принцип мощных широкополосных транзисторных усилителей; схемы сложения мощностей генераторов в пространстве.

10. Широкополосные усилители мощности: основные ограничения на широкополосные свойства ламповых и транзисторных усилителей; схемы широкополосных усилителей: скорректированные усилители, усилители с распределенным усилением, усилители с раздельным усилением в смежных полосах диапазона.

11. Широкополосные усилители мощности на ферритовых трансформаторах; особенности работы широкополосных усилителей на комплексную нагрузку; фильтрация высших гармоник в широкополосных усилителях.

12. Ключевые режимы работы ГВВ: энергетические показатели генераторов в ключевых режимах.

13. Схемы автогенераторов. Одноконтурные и многоконтурные схемы автогенераторов.

14. Схемы кварцевых автогенераторов и особенности их расчета.

15. Синтезаторы частоты с прямым и косвенным методом синтеза.

16. Схемы для модуляции смещением, анодная и коллекторная модуляции. Статические модуляционные характеристики.

17. Усиление модулированных колебаний. Искажения при амплитудной модуляции.

18. Основные методы и схемы осуществления фазовой модуляции; прямые и косвенные методы частотной модуляции, схемы осуществления и их сравнительные характеристики.

19. Методы формирования сложных ФМ и ЧМ сигналов (линейная частотная модуляция, шумоподобные сигналы).

20. Однополосная модуляция. Методы формирования однополосного сигнала.

21. Основные элементы устройств формирования однополосного сигнала; усиление сигналов с одной боковой полосой (ОБП).

22. Передача дискретной модуляции: амплитудная манипуляция; частотная и фазовая манипуляции, относительная фазовая телеграфия, основные характеристики, методы осуществления; преобразование сигналов при дискретных видах модуляции.

23. Возбудители радиопередатчиков: основные требования к возбудителям радиопередатчиков; особенности формирования радиосигналов в возбудителях; возбудители с синтезаторами частоты.

24. Классификация связанных и телеметрических радиопередатчиков. Модуляционные устройства передатчиков. Автоматическое управление радиопередающими устройствам.

25. Радиопередающие комплексы систем связи.

26. Телевизионные радиопередатчики, ретрансляторы: структурные схемы телевизионных передатчиков изображения и звукового сопровождения; особенности осуществления модуляции; наземные и космические ретрансляторы.

27. Устройства формирования радиолокационных и радионавигационных систем.

28. Паразитные колебания в передатчиках (виды и причины возникновения паразитных колебаний; паразитное самовозбуждение за счет обратной связи; возникновение паразитных колебаний за счет параметрических эффектов).

29. Особенности ламповых и транзисторных генераторов СВЧ: особенности колебательных систем генераторов СВЧ; конструкция и особенности расчета генераторов на коаксиальных, полосковых и микрополосковых линиях.

30. Широкополосные усилители СВЧ.

31. Генераторы СВЧ колебаний на лавинно-пролетных диодах (ЛПД) и диодах Ганна.
 32. Клистронные генераторы.
 33. Генераторы на лампах бегущей волны (ЛБВ): конструкции, области применения и основные характеристики ЛБВ.
 34. Генераторы на приборах магнетронного типа.
 35. Элементы устройств формирования оптического диапазона волн.
- Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины "Устройства генерирования и формирования сигналов" применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении лабораторных работ применяется имитационный или симуляционный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация, приводятся варианты решения ситуации, особенности их схемотехнической реализации. Затем студенты самостоятельно выполняют работу.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Шахгильдян, В. В. Проектирование устройств генерирования и формирования сигналов в системах подвижной радиосвязи: учебное пособие для вузов / В. В. Шахгильдян, В. Л. Карякин; под редакцией В. В. Шахгильдяна. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2016. – 400 с. – ISBN 978-5-91359-088-6. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/90338.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Лузин, В. И. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации : учебное пособие / В. И. Лузин, Н. П. Никитин, В. И. Гадзиковский ; под редакцией В. И. Гадзиковского. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. – 320 с. – ISBN 978-5-321-01961-0. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/90325.html>
3. Устройства генерирования и формирования сигналов: практикум для студентов образовательной программы 11.04.01 Радиотехника / сост. Храмов К.К. [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. (6,25 Мб). – Муром: МИ ВлГУ, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: процессор X86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM. – Загл. с экрана. – № госрегистрации 0322200099 – <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=16179>
4. Вовченко, П. С. Устройства генерирования и формирования сигналов (радиопередающие устройства): практикум для студентов / П. С. Вовченко, Г. А. Дегтярь. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 108 с. – ISBN 978-5-7782-2229-8. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR

BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/45183.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Белов Л.А. Формирование стабильных частот и сигналов: уч. пособие для вузов. – М.: Академия, 2005. – 224 с.: ил. - 10 экз.
2. Радиопередающие устройства: учебник для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – 3-е изд. – М.: Радио и связь, 2003. – 560 с. - 5 экз.
3. Романюк, В. А. Аналоговые устройства приемопередатчиков / В. А. Романюк. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2018. – 144 с. – ISBN 978-5-91359-323-8. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/94944.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Сайт "Радиосхемы" [Электронный ресурс]: Имеется разнообразная информация, касающаяся устройств генерирования, формирования и усиления радиосигналов. – Режим доступа: <https://radioskot.ru/publ/peredatchiki/11>. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

Форум по электронике. КВ и УКВ радиосвязь [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://forum.cxem.net/index.php?/forum/16-%D0%BA%D0%B2-%D0%B8-%D1%83%D0%BA%D0%B2-%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C/>. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru
mivlgu.ru
mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория приемно-передающих устройств и радиосистем

Стенды по исследованию радиопередающих устройств; стенды по исследованию радиоприемных устройств;; осциллограф НМО 1012 – 1 шт.; мультиметр НМ 8112; мультиметр UT803; генератор НМФ 2550; селективный вольтметр STV 401;; учебная система разделения каналов ЭЛБ-ИРК; учебная стойка УРПС (3 блока); учебная система ЭЛБ-ИТУ (8 блоков); учебная система ЭЛБ-ИРС (4 блока); рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19” 3 шт.; коммутатор 3 COM; проектор NEC; экран настенный.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и рекомендуемыми учебниками и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории. Обучающиеся выполняют индивидуальное задание по исследованию каскадов и блоков устройств генерирования и формирования сигналов в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в аудитории на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от степени его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *11.04.01 Радиотехника* и профилю подготовки *Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов*

Рабочую программу составил *Храмов Константин Константинович* _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ*

протокол № 18 от 10.05.2023 года.

Заведующий кафедрой *РТ* _____ *Ромашов В.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 9 от 19.05.2023 года.

Председатель комиссии ФИТР _____ *Рыжкова М.Н.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Устройства генерирования и формирования сигналов

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Оценочные средства для текущего контроля знаний приведены в <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=94>.

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос 23 вопроса, 1 лабораторное задание, защита 1 лабораторной работы, выполнение 2 практических работ	До 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос 23 вопроса, 1 лабораторное задание, защита 1 лабораторной работы, выполнение 2 практических работ	До 10 баллов
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос 23 вопроса, 1 лабораторное задание, защита 1 лабораторной работы, выполнение 2 практических работ	До 20 баллов
Посещение занятий студентом		5 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		5 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		10 баллов

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/quiz/view.php?id=16187>.

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

На основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для студентов. Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов. С учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется итоговая оценка.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Высокий уровень
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	Продвинутый уровень
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	Пороговый уровень
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

1. При проектировании широкополосных устройств генерирования и формирования сигналов могут быть использованы следующие методы расширения спектра:

2. В преобразователях частот, при тактировании АЦП и ЦАП и других вариантах применения часто используются синтезаторы с двумя и более каналами, как независимыми, так и работающими на одной частоте. Такие синтезаторы называются ...

3. Укажите порядок выполнения операций при формировании радиосигнала методом мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM-сигнала).

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=94&category=10473%2C752&qshowtext=0&qshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0&showhidden=1>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.