МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Радиофизический факультет |

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ

Декан\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Матросов В.В.

«30» августа 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

|  |
| --- |
| **Устройства генерирования и формирования сигналов** |

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Специалитет** |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **11.05.02 «Специальные радиотехнические системы»** |

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **«Радиотехнические системы и комплексы специального назначения»** |

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **Специалист** |

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021

* **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина относится к базовой части ОПОП и обязательна для освоения в 6 семестре 3 года обучения.

**Целями освоения дисциплины являются**:

- теоретическое знакомство с основными принципами генерирования и формирования сигналов в радиопередающих устройствах различного назначения, входящих в состав радиотехнических систем различного назначения;

- изучение принципов построения и методов проектирования радиопередающих устройств, методов их расчёта и повышения эффективности;

- получение практических навыков оценки основных характеристик радиопередающих устройств.

* **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)«Устройства генерирования и формирования сигналов», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции**(код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-2* Способен проводить математическое и компьютерное моделирования, моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений*Этап освоения: базовый* | З1(ПК-2) Знать основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.З2(ПК-2) Знать математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средствУ1(ПК-2) Уметь применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.У2(ПК-2) Уметь проводить экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений |

* **Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Объём дисциплины (модуля) составляет 4 зачётные единицы, всего 144 часа, из которых 50 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часов занятия лекционного типа, 16 часов лабораторные занятия, 2 часа текущего контроля успеваемости), 40 часов составляет самостоятельная работа обучающегося. На подготовку к экзамену и экзамен по учебному плану отводится 54 академических часа.

**Содержание дисциплины (модуля) «Устройства генерирования и формирования сигналов»**

| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего (часы)** | В том числе | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы** из них |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Занятия лабораторного типа** | **Всего** |
| Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная |
| **Тема 1. Функции и параметры радиопередающих устройств (РПДУ).** | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | 1 |
| Основные определения. Частотные диапазоны. Аналоговые и цифровые сообщения. Классификация, структурная схема и параметры РПДУ. |
| **Тема 2. Общие принципы генерирования и усиления ВЧ и СВЧ колебаний.**Общие сведения о генераторах ВЧ и СВЧ колебаний. Классификация генераторов и области их применения. Взаимодействие носителей заряда с электромагнитным полем. Принцип синхронизма. | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | 1 |
| **Тема 3. Активные усилительные элементы РПДУ.** Основные типы СВЧ генераторных диодов. Области применения полупроводников, электронно-вакуумных и усилительных СВЧ-компонентов. | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | 1 |
| **Тема 4. Генераторы с внешним возбуждением.** Структурная схема генератора с внешним возбуждением. Баланс мощностей в генераторе. Режимы работы генераторов  | 4 |  | 3 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  | 3 |
| с внешним возбуждением. Баланс амплитуд и фаз. Ламповые ВЧ генераторы с внешним возбуждением. Полупроводниковые ВЧ генераторы с внешним возбуждением. СВЧ генераторы с внешним возбуждением. |
| **Тема 5. Автогенераторы и стабилизация частоты колебаний.** Обобщённая схема автогенератора. Условия самовозбуждения и устойчивости автогенератора. Стационарный режим автогенератора. RC-генератор. Генераторы негармонических сигналов. Блокинг-генераторы. Мультивибраторы. | 4 |  | 1 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  | 1 |
| **Тема 6. Типы и классификация электрических цепей генераторов ВЧ и СВЧ колебаний.** | 4 |  | 2 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  | 2 |
| Назначение и классификация электрических цепей ВЧ генераторов. Согласование генератора с нагрузкой. Резонансные цепи. Последовательный колебательный контур. Параллельный колебательный контур. |
| **Тема 7. Возбудители диапазонных радиопередающих устройств и синтезаторы частот.**  | 4 |  | 1 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  | 1 |
| Пассивные синтезаторы частот. Метод компенсации. Синтезаторы с петлей фазовой автоподстройки. Стабильность частоты. Плавная и дискретная перестройка частоты. Умножение частоты. Выбор оптимального угла отсечки. Методы синтеза сетки дискретных частот. |
| **Тема 8. Усиление ВЧ и СВЧ колебаний.**  | 4 |  | 3 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  | 3 |
| Классификация усилителей. Регенеративный усилитель. Построение УМ с использованием ОУ. Линейные усилители. Усилители-ограничители. Специальные усилители. Выходные каскады усиления радиопередатчиков. |
| **Тема 9. Согласование нагрузки в РПДУ.** | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | 1 |
| Совместная работа нескольких активных элементов на общую нагрузку. Параллельное и последовательное включение активных элементов ВЧ и СВЧ диапазона. Мостовые схемы включения. |
| **Тема 10. Принципы формирования модулированных сигналов.** | 36 |  | 18 | 18 |  |  | 1 |  | 1 | 18 |  |  | 36 |  |  |  |  | 18 |
| Способы и методы модуляции. Виды модуляции, применяемые в РПДУ. Структурная схема радиопередающих устройств с модуляцией. Амплитудная модуляция в радиопередающих устройствах. Методы формирования сигналов с однополосной модуляцией. Частотная и фазовая модуляции. Спектр частотно-модулированного колебания. Балансные модуляторы. Импульсная модуляция. Спектр колебаний при импульсной модуляции. Структурная схема радиопередающего устройства с импульсной модуляцией. Передача цифровых сообщений по линиям связи. Уплотнение каналов связи. Методы модуляции для цифровой связи. |  |  |  |  |  |
| **Тема 11. Схемы питания активных элементов РПДУ.**Цепи питания, смещения и согласования в усилителях мощности. Схемотехника источников питания РПДУ. | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | 1 |
| **Тема 12. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи.**Системы связи малого радиуса действия. Системы с диспетчером и ретранслятором. Дальняя радиосвязь. Ограничения на дальность и плотность передачи информации. | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | 1 |
| **Тема 13. Радиопередающие устройства СВЧ и оптического диапазона.** Устройства формирования радиолокационных и радио-навигационных систем. Космическая радиосвязь. | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | 1 |
| **Тема 14. Измерение параметров и эксплуатация РПДУ.**  | 2 |  | 1 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | 1 |
| Методы повышения надежности радиопередающих устройств. Системы диагностики и обнаружения неисправностей. Основные направления развития радиопередающих устройств систем радиосвязи и радиодоступа. |
| В т.ч текущий контроль | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация:** экзамен |

* **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме практических занятий по выполнению лабораторных работ.

**Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций.**

***A. Используемые на занятиях лекционного типа:***

- лекции с проблемным изложением учебного материала.

***Б. Используемые на занятиях практического типа:***

- регламентированная самостоятельная деятельность студентов;

- решение проблемных ситуаций для реализации технологии коллективной мыслительной деятельности.

В аудиторных и лекционных занятиях возможно использование мультимедийного проектора, разбор конкретных практических ситуаций, демонстрация образцов элементной базы и макетов радиотехнического оборудования.

* **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа проводиться обучающимися с помощью учебной литературы и контролируется на отчётах по лабораторному практикуму и экзамене.

Рекомендуемая литература

* Основы радиотехники/ Харкевич А.А. – М.: Физматлит, 2007. – 512 с.
* Введение в специальность «Радиоэлектронные системы» / И.В. Вознесенский, А.В. Галев, Д.Д. Дмитриев, В.А. Петров. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.– 64 c.[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html>.
* Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.:Высшая школа, 2000. – 462 с.
* Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.: Мир, 2010. – 704 с.
* Частотный модем. Методические указания к лабораторной работе / Составитель В.А. Канаков. Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2006.– 24 c. [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/Modem.pdf>.
* Супергетеродинный радиоприёмник. Методические указания к лабораторной работе / Составитель В.Ф. Клюев – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 29 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.unn.ru/books/met_files/Receiver.pdf>.
* **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**
* Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, навыков), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ПК-2. Способен проводить математическое и компьютерное моделирования, моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений

| **Индикаторы****компетенции** | **Критерии оценивания (дескрипторы)** |
| --- | --- |
| **«плохо»** | **«неудовлетворительно»** | **«удовлетворительно»** | **«хорошо»** | **«очень хорошо»** | **«отлично»** | **«превосходно»** |
| ЗнанияЗнание принципов действия, методов расчёта и методологии проектирования устройств генерированияи формирования сигналов для радиопередающих систем (устройств) различного назначения  | Отсутствие знаний материала | Наличие грубых ошибок в основном материале  | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок | Знание основного материалом с рядом заметных погрешно-стей | Знание основного материала с незначительными погреш-ностями | Знание основного материала без ошибок и погреш-ностей | Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей |
| УменияУмение выбирать рациональные решения на всех этапах проектирования (от технического задания до производства) радиопередающих устройств, отвечающих целям функциони-рования, технологии производства и обеспечения характеристик, определяющих качество радиопередающих систем (устройств) | Отсутс-твует способ-ность решения стандарт-ных задач | Наличие грубых ошибок при решении стандартных задач | Способность решения основных стандартных задач с существенными ошибками | Способ-ность решения всех стандарт-ных задач с незначительными погрешностями | Способ-ность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей | Способ-ность решения стандартных и некоторых нестандартных задач | Способ-ность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач |
| НавыкиНавык согласовывания условий на проектируемую систему (устройство) и расчёта её основных показателей  | Полное отсут-ствие навыка | Отсутствие навыка | Владение навыком в минимальном объёме | Посредствен-ноевладение навыком | Доста-точное владение навыком | Хорошее владение навыком | Всестороннее владение навыком |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

* .Описание шкал оценивания *(при использовании традиционных форм)*

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала;
* уровень понимания студентами изученного материала;
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопроса курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает решение задачи.

|  |  |
| --- | --- |
| **Превосходно** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса, а также на дополнительно задаваемый экзаменатором вопрос из списка контрольных вопросов.Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 100 % |
| **Отлично** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса.Выполнение контрольных экзаменационных заданий не менее 90% |
| **Очень хорошо** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт ответ на два контрольных вопроса с рядом заметных ошибок.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%. |
| **Хорошо** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт ответ на два контрольных вопроса не более, чем с двумя значительными ошибками.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%. |
| **Удовлетворительно** | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на один контрольный вопрос с небольшими ошибками, либо даёт ответ на один или два контрольных вопроса с 3-4 значительными ошибками, либо хорошо ориентируется в темах контрольных вопросов с номерами 1-10.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%. |
| **Неудовлетворительно** | Ставится, если есть слабые знания по вопросам 1-10, а знания по всем остальным вопросам отсутствуют.Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%. |
| **Плохо** | Ставится, если отсутствуют знания по всем вопросам.Выполнение контрольных экзаменационных заданийменее 20 %. |

* Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

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

*- письменные ответы на вопросы;*

*- устные ответы на вопросы.*

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

*- практические контрольные задания;*

* Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

**Контрольные вопросы на экзамен**

* Назначение радиопередающих устройств и параметры (РПДУ).
* Диапазоны волн, сетка частот. Выделенная полоса частот.
* Классификация, каскады РПДУ. Структурная схема систем передачи информации.
* Различие транзисторных и ламповых радиопередатчиков. Выходная мощность радиопередатчика.
* Аналоговые и цифровые сообщения. Способы кодирования информации.
* Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры. Побочные излучения РПДУ.
* Взаимодействие носителей заряда с электромагнитным полем. Принцип синхронизма.
* Активные усилительные элементы РПДУ. Основные типы СВЧ генераторных диодов.
* Принципы возбуждения ВЧ колебаний. Генераторы с внешним возбуждением и автогенераторы.
* Эквивалентная схема генератора.
* Генераторы с внешним возбуждением на полупроводниковых, электровакуумных и СВЧ приборах.
* Структурная схема генератора с внешним возбуждением. Баланс мощностей в генераторе.
* Нагрузочные характеристики, АЧХ и КПД генератора.
* Режимы работы генератора с внешним возбуждением. Угол отсечки.
* Классификация усилителей. Линейные усилители. Усилители-ограничители.
* Специальные усилители. Использование операционных усилителей для усиления ВЧ колебаний.
* Типы и классификация электрических цепей УМ и ГВВ.
* Работа полупроводниковых приборов на повышенных частотах. Схемы включения биполярного транзистора.
* Особенности работы мощных транзисторов и построения схем генераторов на таких транзисторах.
* Назначение автогенераторов и требования к ним в радиопередающих устройствах.
* Автогенераторы на триодах. Обобщённая схема автогенератора. Стационарный режим автогенератора.
* Условия самовозбуждения и устойчивости автогенератора. Коэффициент обратной связи и режимы самовозбуждения автогенератора.
* Одноконтурный автогенератор на безынерционном транзисторе.
* Принципы стабилизации частоты в автогенераторах.
* Кварцевая стабилизация частоты. Параметры кварцевых резонаторов. Схемы кварцевых автогенераторов.
* Виды модуляции, применяемые в РПДУ.
* Амплитудная модуляция (AM) в радиопередающих устройствах. Осциллограмма, спектр AM-сигнала.
* Однополосная модуляция (форма колебаний и спектр). Преимущества и недостатки этого вида модуляции.
* Методы формирования однополосных сигналов. Балансные модуляторы. Схема диодного балансного модулятора.
* Частотная и фазовая модуляции. Достоинства и недостатки этих видов модуляции. Спектр частотно-модулированного колебания.
* Методы осуществления частотной модуляции в радиопередающих устройствах. Стабилизация несущей частоты автогенератора с ЧМ.
* Импульсная модуляция. Спектр колебаний при импульсной модуляции. Структурная схема радиопередающего устройства с импульсной модуляцией.
* Передача цифровых сообщений по каналам связи. Уплотнение каналов связи. Методы модуляции для цифровой связи.
* Возбудители диапазонных радиопередающих устройств. Плавная и дискретная перестройка частоты. Структурные схемы построения возбудителей в радиопередающих устройствах.
* Плавная и дискретная перестройка частоты. Синтезаторы частот. Методы синтеза сетки частот. Достоинства и недостатки прямого синтеза. Перестройка частоты в цифровом синтезаторе.
* Типы устройств АПЧ. Структурная схема частотной АПЧ. Остаточная расcтройка.
* Согласование нагрузки в РПДУ. Совместная работа нескольких активных элементов на общую нагрузку.
* Параллельное и последовательное включение активных элементов. Мостовые схемы включения.
* Системы связи малого радиуса действия. Принципы работы систем с диспетчером, ретранслятором и телефонным интерфейсом. Сотовая и транковая радиосвязь.
* Дальняя радиосвязь. Космическая радиосвязь. Ограничения на дальность и плотность передачи информации.
* Тестирование, измерение параметров, обнаружение неисправностей и ремонт РПДУ.
* Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания, включают:

- паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов»;

- критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций;

- вопросы к экзамену по дисциплине;

- задания и задачи, выносимые на экзамен;

и приведены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов».

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Устройства генерирования и формирования сигналов»**

Основная литература

* Беспроводные коммуникации. Основы теории и технологии беспроводной связи /Голдсмит А. – М.:Техносфера, 2011. – 904 с. (3 экз.)
* Основы радиотехники, Харкевич А.А. М.: Физматлит, 2007. – 512 с. (5 экз.), электронный ресурс Лань <https://e.lanbook.com/>
* Введение в специальность "Радиоэлектронные системы" / И.В. Вознесенский, А.В. Галев, Д.Д. Дмитриев, В.А. Петров; – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009." – [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html).

Дополнительная литература

1. <http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/fund_radio_el.pdf> Основы радиоэлектроники / Орлов И.Я., Односевцев В.А., Ивлев Д.Н., Лупов С.Ю.// Электронное учебное пособие. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. – 169 с. <http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/fund_radio_el.pdf>

Программное обеспечение и интернет-ресурсы

* Сайт электронно-библиотечной системы [http://znanium.com](http://znanium.com/).
* Устройства генерирования и формирования сигналов. Раздаточный материал для конспекта лекций / П.Г. Тамаров. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 61 с. –[Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/582/74582>.
* Сайт "Радиопередающие устройства" [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://radio-device.ru/index.php>.
* Программа моделирования анализатора импедансных спектров EIS (freeware);
* Программа структурного моделирования радиопередающих устройств "ADIsimRF" (freeware).
* [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/)  window.edu.ru.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

–мультимедийный проектор;

– лабораторные установки «Частотный модем», «Супергетеродинный приёмник».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению «Специальные радиотехнические системы», специальности (специализации) «Радиотехнические системы и комплексы специального назначения».

Автор (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Бритенков А.К.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Горбунов А.А\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_Фитасов Е.С

**Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета**

**Протокол 4/17 от 30.08.2021 года.**