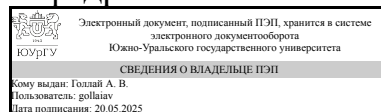


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



А. В. Голлай

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П0.08.02 Электромагнитная совместимость электронных средств  
**для направления** 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств  
**уровень** Бакалавриат

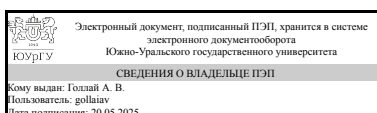
**профиль подготовки** Информационные технологии проектирования  
радиоэлектронных средств

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Радиоэлектроника и системы связи

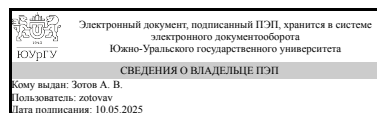
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 928

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



А. В. Голлай

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. В. Зотов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Изучение принципов и методов обеспечения электромагнитной совместимости при проектировании электронных средств.

## Краткое содержание дисциплины

Изучение основ электромагнитной совместимости электронных средств блоков, устройств и систем. Термины и определения. Стандарты в области электромагнитной совместимости электронных средств. Требования к уровню электромагнитных помех (ограничение радиочастотного излучения, помехоэмиссия), излучаемым электронными средствами. Требования устойчивости электронных средств к электромагнитным помехам (помехоустойчивость). Принципы обеспечения электромагнитной совместимости. Методы и средства измерения характеристик совместимости электронных средств. Экранирование электронных средств. Классификация помех и излучений радиопередатчиков. Описание рецепторов помех.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                                     | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5 Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения | Знает: основы измерения характеристик электромагнитной совместимости электронных средств<br>Умеет: интерпретировать результаты измерения характеристик электромагнитной совместимости<br>Имеет практический опыт: работы с нормативной и методической документацией по электромагнитной совместимости электронных средств |
| ПК-6 Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам                                                                                | Знает: основы обеспечения электромагнитной совместимости электронных средств<br>Умеет: осуществлять базовую диагностику совместимости электронных средств<br>Имеет практический опыт: оценки электромагнитной совместимости электронных средств                                                                           |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                             | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Проектирование микроволновых устройств, Управление качеством электронных средств, Производственная практика (конструкторская) (4 семестр) | Не предусмотрены                            |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                               | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Управление качеством электронных средств | <p>Знает: основные нормативные документы и стандарты в области управления качеством; методы анализа, моделирования и контроля на этапах жизненного цикла изделий электронной техники; - методы статистического контроля и анализа в управлении качеством электронных средств. Умеет: применять основные инструменты контроля качества и устанавливать их последовательность в зависимости от специфики продукции; анализировать технологический процесс, проводить выбор и обоснование контрольных точек при операционном контроле технологического процесса. Имеет практический опыт: широкого применения статистических методов контроля и анализа качества во всех сферах человеческой деятельности.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Проектирование микроволновых устройств   | <p>Знает: линии передачи СВЧ диапазона. Особенности конструкций элементов и узлов трактов СВЧ. Основные характеристики антенн. Вибраторные и щелевые антенны. Линейные антенны и решетки. Излучающие раскрывы и решетки. , методы экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы расчета и обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ. Умеет: использовать профессионально ориентированные системы автоматизированного проектирования для исследования базовых математических моделей СВЧ устройств и антенн , осуществлять расчеты основных характеристик волноводных трактов, резонаторов и антенн; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование вновь разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы анализа и синтеза; выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при проектировании требования стандартизации и метрологического обеспечения; Имеет практический опыт: анализа и проектирования математических моделей радиоэлектронных средств СВЧ диапазона различного назначения и областей применения; использования систем автоматизированного проектирования антенн и устройств СВЧ , владения методами анализа и</p> |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | расчета устройств СВЧ и антенн различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров антенных систем и трактов СВЧ; методами расчета параметров антенн по результатам обработки экспериментальных исследований с применением ЭВМ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Производственная практика (конструкторская) (4 семестр) | Знает: современные средства выполнения и редактирования чертежей и организационно-технической документации, методы проведения электрических измерений и принципы работы измерительных приборов, основные методы сбора и обработки информации. Умеет: применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и организационно-технической документации, пользоваться измерительными приборами, проводить эксперименты по заданной методике, выполнять технические эксперименты, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить анализ опытных данных. Имеет практический опыт: владения современными программными средствами подготовки организационно-технической документации, проведения электрических измерений с помощью основных измерительных приборов и обработке экспериментальных результатов, проведение инженерных расчетов, использование стандартных пакетов прикладных программ для решения практических задач, оформление и представление результатов практической деятельности. |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 68,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 8                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 60          | 60                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 36          | 36                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 24          | 24                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 39,5        | 39,5                               |
| Подготовка к практическим работам                                          | 20          | 20                                 |
| Самостоятельная работа студента по темам вынесенным преподавателем         | 19,5        | 19.5                               |

|                                          |     |         |
|------------------------------------------|-----|---------|
| Консультации и промежуточная аттестация  | 8,5 | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -   | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                 | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение. Термины и определения                                                 | 4                                         | 4 | 0  | 0  |
| 2         | Проблема электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств                | 14                                        | 8 | 6  | 0  |
| 3         | Факторы, влияющие на электромагнитную совместимость радиоэлектронных средств    | 14                                        | 8 | 6  | 0  |
| 4         | Анализ электромагнитной обстановки и показателей электромагнитной совместимости | 14                                        | 8 | 6  | 0  |
| 5         | Обеспечение электромагнитной совместимости                                      | 14                                        | 8 | 6  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                   | Кол-во часов |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение. Термины и определения                                                                                                           | 4            |
| 2        | 2         | Проблема электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. Требования нормативной документации                                     | 4            |
| 3        | 2         | Внутрисистемная электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств                                                                   | 4            |
| 4        | 3         | Факторы, влияющие на электромагнитную совместимость радиоэлектронных средств. Электромагнитные помехи                                     | 4            |
| 5        | 3         | Излучения радиопередающих устройств. Индустриальные помехи. Пути распространения помех. Воздействие помех на электронные средства         | 4            |
| 6        | 4         | Анализ электромагнитной обстановки и показателей электромагнитной совместимости. Основные задачи и принципы анализа                       | 4            |
| 7        | 4         | Инструментарий моделирования электромагнитной совместимости электронных средств                                                           | 4            |
| 8        | 5         | Обеспечение электромагнитной совместимости. Задачи и средства. Организационно-технические меры обеспечения электромагнитной совместимости | 4            |
| 9        | 5         | Системотехнические, схемотехнические, конструкторско-технологические меры обеспечения электромагнитной совместимости электронных средств  | 4            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                         | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Электрические помехи. Магнитные помехи. Электромагнитные помехи                             | 6            |
| 2         | 3         | Понятие линии передачи. Целостность сигнала                                                 | 6            |
| 3         | 4         | Защита от электростатического разряда и испытания и измерения в области ЭМС                 | 6            |
| 4         | 5         | Экранирование и заземление в обеспечении электромагнитной совместимости электронных средств | 6            |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                                     |                                                                            |         |              |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                                         | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к практическим работам                                  | Электронный ЮУрГУ                                                          | 8       | 20           |
| Самостоятельная работа студента по темам вынесенным преподавателем | Электронный ЮУрГУ                                                          | 8       | 19,5         |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля             | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов    | Учитывается в ПА |
|------|----------|--------------------------|-----------------------------------|-----|------------|------------------------------|------------------|
| 1    | 8        | Текущий контроль         | Задание № 1                       | 1   | 1          | За полное выполнение задания | экзамен          |
| 2    | 8        | Текущий контроль         | Задание № 2                       | 1   | 1          | За полное выполнение задания | экзамен          |
| 3    | 8        | Текущий контроль         | Задание № 3                       | 1   | 1          | За полное выполнение задания | экзамен          |
| 4    | 8        | Промежуточная аттестация | Задание (экзамен)                 | -   | 1          | За полное выполнение задания | экзамен          |

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                              | № КМ |   |   |   |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|
|             |                                                                                                                                  | 1    | 2 | 3 | 4 |
| ПК-5        | Знает: основы измерения характеристик электромагнитной совместимости электронных средств                                         | +    | + | + | + |
| ПК-5        | Умеет: интерпретировать результаты измерения характеристик электромагнитной совместимости                                        | +    | + | + | + |
| ПК-5        | Имеет практический опыт: работы с нормативной и методической документацией по электромагнитной совместимости электронных средств | +    | + | + | + |

|      |                                                                                    |   |   |   |   |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| ПК-6 | Знает: основы обеспечения электромагнитной совместимости электронных средств       | + | + | + | + |
| ПК-6 | Умеет: осуществлять базовую диагностику совместимости электронных средств          | + | + | + | + |
| ПК-6 | Имеет практический опыт: оценки электромагнитной совместимости электронных средств | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Гоноровский, И. С. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Радиотехника". - 5-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2006. - 719 с. ил.
2. Метрология и радиоизмерения Учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" В. И. Нефедов, А. С. Сигов, В. К. Битюков, В. И. Хахин; Под ред. В. И. Нефедова. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 2006. - 525 с.
3. Кугушев А. М. Основы радиоэлектроники: Электродинамика и распространение радиоволн : Учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" / А. М. Кугушев, Н. С. Голубева, В. Н. Митрохин. - М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 367 с. : ил.
4. Матвеев А. Н. Электродинамика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Высшая школа, 1980. - 383 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Радиотехника и электроника ежемес. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние общ. физики и астрономии, Ин-т радиотехники и электроники РАН, Науч.-техн. центр "Форум-НТ" журнал. - М.: Наука, 1957-
2. Современная электроника Изд-во "СТА-ПРЕСС" журнал. - М., 2006-
3. Электронные компоненты ежемес. журн.: 16+ ЗАО "КОМПЭЛ" журнал. - М., 2012-2016
4. Компоненты и технологии ООО "ИД Скимен"; ООО "Файнстрит" изд-во журнал. - М.: Файнстрит, 2011-

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Основная литература | Образовательная платформа Юрайт          | Седельников, Ю. Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Седельников, Д. А. Веденькин ; под редакцией Ю. Е. Седельникова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 318 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13826-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/515886">https://urait.ru/bcode/515886</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
3. GNU Octave-Octave (бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
5. -Multisim(бессрочно)
6. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(31.12.2022)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
3. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)
4. -Техэксперт(04.02.2024)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.    | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 1015 (36) | 1. Векторный анализатор Обзор TR1300/1, ИККПО Обзор-103 2. Частотомер ЧЗ-71, частотомер ЧЗ-54 3. Осциллограф-мультиметр Fluke 123, осциллограф C1-75 4. Источник питания GW Instek GPR-3060D 5. Измеритель добротности BM-560, измеритель RLC Motech MT4080A 6. Частотомер Agilent 53131A 7. Мультиметр APPA 109N 8. Генератор импульсов г5-54, генератор сигналов Г4-107, генератор сигналов свч Agilent N9310A RF Signal Generator, генератор ГЗ-118 9. Измерительная линия p1-17 |
| Лекции                          | 1008 (36) | Компьютерный зал, проектор                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |