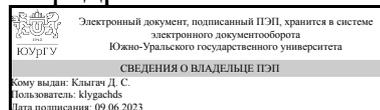


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



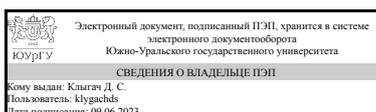
Д. С. Клыгач

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.07.02 Радиопередающие и радиоприемные устройства
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

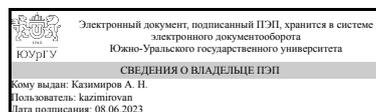
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 928

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



Д. С. Клыгач

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. Н. Казимиров

1. Цели и задачи дисциплины

Подготовка студента к решению типовых задач, связанных с применением технологии программно-конфигурируемого радио (ПКР или SDR, от англ. Software Defined Radio), в частности, архитектура приёмного и передающего оборудования SDR, интеграция программных и аппаратных комплексов, которые широко используются или только внедряются в современных инфокоммуникационных системах. Задача освоения дисциплины – подготовка профессионалов, способных решать задачи, связанные с разработкой, внедрением и эксплуатацией перспективных устройств и систем связи на основе технологии программно-определяемого радио.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина посвящена основам построения радиоканала на основе технологии программно-конфигурируемого радио. Рассмотрены варианты функциональных схем трансивера, которые потенциально обеспечивают выполнение основных требований программно-конфигурируемого радио – работа в сверхширокой полосе частот вне зависимости от ширины канала, типа модулированного сигнала и скорости передачи информации при условии выполнения требований стандартов электромагнитной совместимости. Представлены основы работы компонентов аппаратной части трансивера для программно-конфигурируемого радио, таких как широкополосный линейаризованный усилитель мощности, модулятор/демодулятор, фильтры, элементы антенно-фидерного тракта. Приведены базовые алгоритмы программной поддержки основных функциональных элементов радиоканала. Показаны результаты аналитических расчетов и цифрового моделирования приемника RTL-SDR с однократным преобразованием частоты и нулевой промежуточной частотой, который в наибольшей степени удовлетворяет требованиям технологии программно-конфигурируемого радио.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает: - структурные схемы радиоприемных и радиопередающих устройств, их параметры и методы оценки; - принципы построения и работы функциональных узлов радиоприемных и радиопередающих устройств. Умеет: - выполнять оценку параметров радиоприемных и радиопередающих устройств; - моделировать работу функциональных узлов радиоприемных и радиопередающих устройств. Имеет практический опыт: - работы с программами схемотехнического проектирования для моделирования работы радиоприемных и радиопередающих устройств.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Радиотехнические системы

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

Дисциплина	Требования
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Знает: основы теории физических явлений, основы теории электрических цепей, основные программные средства., базовые методы информационных технологий, основные приемы работы с компьютером. Умеет: проводить расчеты с использованием вычислительной техники и основных стандартных программных средств, математически описывать изучаемые физические процессы., работать с компьютером с применением необходимого программного обеспечения в области профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: первичными профессиональными умениями и навыками построения простейших физических и математических моделей, первичными навыками использования стандартных программных средств расчета параметров и характеристик моделей и компьютерного моделирования., методами информационных технологий, навыками работы с компьютером.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5
Подготовка к практическим занятиям.	19,5	19,5
1. Подготовка к лабораторному исследованию: изучение теоретических сведений. 2. Выполнение отчетов по лабораторным	32	32

исследованиям. Расчеты на основе результатов исследований. Представление результатов исследований в виде таблиц, графиков, схем. 3. Подготовка к защите отчета о лабораторных исследованиях после его проверки преподавателем.		
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	Понятие программно-конфигурируемого радио (ПКР)	6	4	2	0
2	Архитектура радиостанции ПКР	4	2	2	0
3	Базовые компоненты программно-конфигурируемого радио. Приемник программно-конфигурируемого радио.	8	6	2	0
4	Базовые компоненты программно-конфигурируемого радио. Передатчик программно-конфигурируемого радио	8	6	2	0
5	Модулированные сигналы и спектры	12	8	4	0
6	Системы синтеза частот	10	6	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Понятие программно-конфигурируемого радио (ПКР). Обоснована практически реализуемая передача, прием и обработка сигналов в программном виде на нулевой/промежуточной (04 или Base-band/ПЧ или IF, InterMediate Frequency) частоте с последующим аппаратным переносом на промежуточную и/или радиочастоту (РЧ или RF, Radio Frequency). На сегодняшний день развитие программно-аппаратных средств ПКР позволяет говорить о возможностях программной обработки сигналов непосредственно на несущей частоте радиосигнала за счет высокоскоростных АЦП, но это пока единичные приложения, где стоимость и энергопотребление не являются препятствием.	4
2	2	Параметры радиостанции ПКР. Идеальная радиостанция ПКР.	2
3	3	Базовые компоненты программно-конфигурируемого радио.	2
4	3	Приемник с ненулевой промежуточной частотой. Приемник с нулевой промежуточной частотой	2
9	3	Реализация SDR приемника на RTL-SDR.	2
5	4	Передатчик с ненулевой промежуточной частотой. Передатчик с нулевой промежуточной частотой.	2
6	4	Радиочастотные модули программно-конфигурируемого радио.	4
7	5	Вещественные сигналы и спектры. Квадратурная модуляция и демодуляция.	2
8	5	Комплексные сигналы и спектры. Квадратурная модуляция и демодуляция.	2
9	5	Методы формирования модулированных сигналов	4
10	6	Системы пассивного синтеза частот.	2
11	6	Системы активного синтеза частот.	2
12	6	Системы прямого цифрового синтеза частот.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Программная реализация функций по обработке сигналов и программное управление обеспечивают кардинальное повышение функциональных возможностей радиостанции путем поддержки работы в различных диапазонах и стандартах связи, что реализуется посредством так называемого модельно-ориентированного проектирования (МОП).	2
2	2	Современные тенденции применения ПКР. Эволюция радиостанций ПКР . Анализ структуры радиоприемника RTL-SDR	2
4	3	Параметры блока RTL-SDR Receiver	2
5	4	Базовые компоненты программно-конфигурируемого радио. Радиочастотные модули программно-конфигурируемого радио.	2
7	5	Квадратурный модулятор.	2
8	5	Квадратурный демодулятор.	2
9	6	Пассивные синтезаторы частот.	2
10	6	Активные синтезаторы частот. Прямой цифровой синтез частот.	2

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 занятиям.	Software Defined Radio using MATLAB & Simulink and the RTL-SDR (https://www.desktopsdr.com)	6	19,5
1. Подготовка к лабораторному исследованию: изучение теоретических сведений. 2. Выполнение отчетов по лабораторным исследованиям. Расчеты на основе результатов исследований. Представление результатов исследований в виде таблиц, графиков, схем. 3. Подготовка к защите отчета о лабораторных исследованиях после его проверки преподавателем.	1. Software Defined Radio using MATLAB & Simulink and the RTL-SDR (https://www.desktopsdr.com) 2. УСТРОЙСТВА ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ.PDF 3. УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ.PDF	6	32

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)

№	Се-	Вид	Название	Вес	Макс.	Порядок начисления баллов	Учи-
---	-----	-----	----------	-----	-------	---------------------------	------

КМ	местр	контроля	контрольного мероприятия		балл		тыва- ется в ПА
1	6	Текущий контроль	Практические занятия	1	10	<p>1. не правильно выполнен ответ и расчет на практическое задание, не четко и не убедительно дан ответ на задание, неверные формулировки, отсутствует представление о вопросе - 0 баллов (неудовлетворительно);</p> <p>2. не полностью дан ответ или неточности в расчетах на практическое задание, слабо аргументирован и не убедительно дан ответ на задание, хотя и имеется какое-то представление о вопросе – 6 баллов (удовлетворительно);</p> <p>3. в ответе и расчете на практическое задание имеются недочеты; не достаточно логично и убедительно дан ответ на задание, в расчетах имеются погрешности, но в целом задача решена правильно – 7 - 8 баллов (хорошо);</p> <p>4. ответ и расчет на практическое задание дан правильно, полно и аргументировано, продемонстрированы знание вопроса и сделаны правильные выводы – 9 - 10 баллов (отлично).</p>	экзамен
3	6	Промежуточная аттестация	Экзамен.	-	40	<p>Отлично: Подробный и правильный ответ с комментариями, схемами, графиками, необходимыми формулами – 30-40 баллов.</p> <p>Хорошо: Правильный ответ с комментариями, но недостаточны схемы, графики, необходимые формулы – 20-29 баллов.</p> <p>Удовлетворительно: Правильный ответ с недостаточными комментариями, схемами, графиками, необходимыми формулами – 10-19 баллов.</p> <p>Неудовлетворительно: Ошибочный ответ с неверными или отсутствующими комментариями, схемами, графиками, необходимыми формулами – 0-9 баллов.</p>	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в соответствии с регламентом промежуточной аттестации. Студент отвечает на вопросы билета. В дистанционном режиме: Регламент промежуточной аттестации с использованием электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в соответствии с приказом ректора от 21.04. 2020 №80. Экзамен проводятся согласно расписанию экзаменационной сессии. Допуском к экзамену является выполнение мероприятий текущего	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	контроля. Экзамен проводится по билетам, в каждом из которых теоретический и практический вопросы. Оценка носит комплексный характер: учитывает результаты текущего контроля и ответа на билет. Преподаватель вправе повысить значение с учетом результатов текущего контроля знаний и рейтинговой оценки деятельности студента (бонус) в течение периода изучения дисциплины.	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	3
ПК-1	Знает: - структурные схемы радиоприемных и радиопередающих устройств, их параметры и методы оценки; - принципы построения и работы функциональных узлов радиоприемных и радиопередающих устройств.	+	+
ПК-1	Умеет: - выполнять оценку параметров радиоприемных и радиопередающих устройств; - моделировать работу функциональных узлов радиоприемных и радиопередающих устройств.	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: - работы с программами схемотехнического проектирования для моделирования работы радиоприемных и радиопередающих устройств.	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Колосовский, Е. А. Устройства приема и обработки сигналов [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 200700 "Радиотехника" направления 654200 "Радиотехника" Е. А. Колосовский. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007
2. Радиопередающие устройства Учеб. для вузов по специальности 2011 "Радиосвязь, радиовещание, телевидение" В. В. Шахгильдян, В. Б. Козырев, А. А. Ляховкин и др.; Под ред. В. В. Шахгильдяна. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2003. - 559,[1] с. ил.
3. Радиосвязь О. В. Головин, Н. И. Чистяков, В. Шварц, И. Хардон Агиляр; Под ред. О. В. Головина. - М.: Горячая линия - Телеком, 2001. - 285 с. ил.
4. Телекоммуникационные системы и сети Т. 2 Радиосвязь, радиовещание, телевидение/ Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев, В. Н. Попантопуло, В. П. Шувалов Учеб. пособие для вузов связи и колледжей: В 2 т. Под ред. В. П. Шувалова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004

б) дополнительная литература:

1. Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника науч. техн. журн. М-во обр. и науки Украины, Киев. политехн. ин-т журнал. - Киев, 1967-

2. Успехи современной радиоэлектроники междунар. науч.-техн. журн. Рос. НТО радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова журнал. - М., 1947-
3. Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ) Челябинск Вестник Южно-Уральского государственного университета Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-
4. Буга, Н. Н. Радиоприемные устройства Учебник Н. Н. Буга, А. И. Фалько, Н. И. Чистяков; Под общ. ред. Н. И. Чистякова. - М.: Радио и связь, 1986. - 320 с. ил.

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. Реферативный журнал. Электросвязь. 64. [Текст] предм. указ. Акад. наук СССР, Всесоюз. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) реферативный журнал. - М.: ВИНИТИ, 1967-1987

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Software-Defined Radio for Engineers

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Software-Defined Radio for Engineers

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дворников, С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебник / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-4243-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133898
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гарматюк, С. С. Задачник по устройствам генерирования и формирования радиосигналов : учебное пособие / С. С. Гарматюк. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 672 с. — ISBN 978-5-94074-796-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4146
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Галкин, В. А. Основы программно-конфигурируемого радио : монография / В. А. Галкин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 372 с. — ISBN 978-5-9912-0305-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/111042
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Пуговкин, А. В. Основы построения инфокоммуникационных сетей и систем : учебное пособие для вузов / А. В. Пуговкин, Д. А. Покаместов, Я. В. Крюков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань,

	Лань	2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-5905-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156402
--	------	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
3. -Multisim(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	405 (ПЛК)	Компьютер, проектор, экран.
Практические занятия и семинары	407 (ПЛК)	Компьютеры. Электронная интерактивная доска.