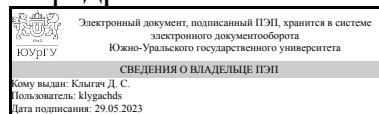


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



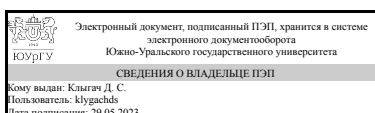
Д. С. Клыгач

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.С0.03 Структурный синтез радиосистем  
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
уровень Специалитет  
специализация Цифровые радиосистемы и комплексы управления  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи**

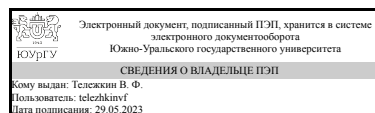
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.02.2018 № 94

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



Д. С. Клыгач

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



В. Ф. Тележкин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: Обучение студентов основным понятиям, моделям и методам анализа и синтеза структур радиосистем управления. По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов: - обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цель и выбирать пути её достижения; - стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; - самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности; - понимать сущность и значение системного и структурного подходов при принятии решений в различных областях знаний; - анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику; - собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии; - проводить расчеты с использованием стандартных программных средств с целью получения оптимальных решений для моделей интегрированных систем; использование математических методов и математических основ структурного синтеза; исследование задач, критериев и методов теории композиционного проектирования; изучение новых подходов качественной теории синтеза радиосистем, базирующейся на системном анализе состояния прикладных информационных технологий, закономерностей функционирования и развития систем, методов и моделей теории систем и др. и, как результат, выработка навыков системного мышления у студентов и подготовка их к решению практических задач анализа и синтеза систем. Задачи дисциплины: овладение основными методами математического программирования; выработка умения самостоятельного математического анализа технико-экономических задач; развитие логического и алгоритмического мышления; знание основных задач композиционного проектирования и методов их решения; представление о развитии теории и методов структурного синтеза и о проблемах применения ПЭВМ для решения задач структурного синтеза; умение оптимизировать типовые радиосистемы и комплексы управления с различными функционалами качества. воспитание высокой математической культуры; привитие навыков современных видов математического мышления; использование математических методов и математических основ оптимизации технических решений практической деятельности; исследование задач, критериев и методов теории оптимального проектирования. Кроме того, целью дисциплины является изучение новых подходов качественной теории оптимальных радиосистем, базирующейся на системном анализе состояния прикладных информационных технологий, закономерностей функционирования и развития систем, методов и моделей теории систем и др. и, как результат, выработать навыки системного мышления у студентов и подготовить их к решению практических задач анализа и синтеза систем. По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов: стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной

науки, техники и технологии; изучать и использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области создания оптимальных средств радиотехники. Задачами дисциплины являются -овладение основными методами математического программирования; -выработка умения самостоятельного математического анализа технико-экономических задач; -развитие логического и алгоритмического мышления; -знать основные задачи оптимизации и методы их решения; -иметь представление о развитии теории и методов оптимизации и о проблемах применения ПЭВМ для решения задач оптимизации; -уметь оптимизировать типовые радиосистемы и комплексы управления с различными функционалами качества.

## **Краткое содержание дисциплины**

Содержание дисциплины соответствует Государственному образовательному стандарту специальности в части выполнения требований, предъявляемым к уровню профессиональной квалификации выпускников, их знаний, умений и навыков по соответствующему циклу дисциплин. Содержание дисциплины соответствует междисциплинарной логике, а соотношение объемов основных разделов программы соответствует учебному плану. Бюджет времени, отводимого на различные виды аудиторных занятий (лекционные, лабораторные), согласован с бюджетом самостоятельной работы студентов различной формы (индивидуальные занятия, подготовка к лабораторным работам). Программа обучения ориентированна на применение компьютерной техники и различного программного обеспечения. Предмет курса и его задачи: Краткий исторический обзор. Значение и роль методов структурного синтеза (СС) в задачах построения сложных технических систем. Классификация задач, методов СС. Постановка задач СС. Математические модели основных классов задач СС. Примеры задач СС. Общие вопросы теории СС: Понятия системы, структуры, структурного элемента, функции и параметров системы. Классификация параметров и глобальная функция системы. Методы повышения качества системы. Методы инженерного анализа и синтеза систем. Натурные испытания, физическое моделирование, аналитическое, численное и имитационное моделирование. Аналогия и подобие в теории моделирования. Разновидности методов проектирования систем. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Методы оценки точности моделей. Классификация математических моделей. Распределенные, сосредоточенные и информационные модели. Полные модели и макромодели. Способы построения макромodelей. Понятие функциональной и структурной моделей, сравнительный анализ. Многоуровневые модели. Имитационное моделирование. Синтез оптимальных систем автоматического управления: Структурная схема оптимальной системы с наблюдателем полного порядка. Программа обучения ориентированна на применение компьютерной техники и различного программного обеспечения.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осуществлять анализ состояния	Знает: основные принципы оптимального

научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	проектирования радиоэлектронных систем и комплексов управления (РЭСиКУ) Умеет: применять современные методы моделирования и оптимизации РЭСиКУ Имеет практический опыт: применения методов моделирования и оптимизации РЭСиКУ на ЭВМ
ПК-6 Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ	Знает: методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности, области применения современных методов структурного синтеза сложных радиосистем Умеет: применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации, решать задач анализа и структурного синтеза сложных радиосистем с помощью математических методов Имеет практический опыт: владения методами оптимизации проектируемых радио-электронных систем и комплексов.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы проектирования нелинейных радиосистем и комплексов управления, Основы радиофотоники, Методы вторичной обработки в радиолокационных системах и комплексах, Основы квантовой радиоэлектроники, Основы теории радиосистем и комплексов управления	Основы построения непрерывно дискретных радиосистем и комплексов управления, Многоуровневые радиосистемы и комплексы управления, Синтез алгоритмов оценивания и управления в радиосистемах

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

Дисциплина	Требования
Основы теории радиосистем и комплексов управления	Знает: современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в области радиоуправления., методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. понимает роль информации в современном мире. Умеет: использовать современную элементную базу, измерительную и вычислительную технику, информационные технологии при проектировании систем радиоуправления., применять системный подход для решения поставленных задач Имеет практический опыт: владения методами системного подхода к анализу и синтезу систем радиоуправления., владения навыками критического восприятия,

	поиска, анализа и синтеза информации.
Основы радиофотоники	<p>Знает: классификацию оборудования для построения сетей оптической связи; основные физические и математические модели квантовых приборов и компонентов систем, используемых на этапах расчета и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов; основные научно-технические проблемы и перспективы развития квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств, математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; основные принципы построения и расчета оптических сетей; Умеет: рассчитывать основные параметры ВОЛС; использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники; применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации, использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники; применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации</p> <p>Имеет практический опыт: методологией измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона., навыками расчета оптоволоконных линий связи; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона</p>
Методы вторичной обработки в радиолокационных системах и комплексах	<p>Знает: основные проблемы и перспективы развития алгоритмов вторичной обработки, методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности, алгоритмы вторичной обработки в радиосистемах и комплексах при сопровождении подвижных объектов Умеет: сформулировать цели и задачи по заданной проблеме, применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации, осуществлять обоснованный выбор структурных схем реализации алгоритмов моделирования</p> <p>Имеет практический опыт: владения методами оптимизации проектируемых радиолокационных систем и комплексов, методами анализа и синтеза для решения данной проблемы, использования методов оптимизации алгоритмов в радиоэлектронных системах и комплексах.</p>
Основы квантовой радиоэлектроники	Знает: математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики

	<p>сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные закономерности, содержание и сущность процессов и явлений, устройство, принципы действия квантовых приборов и систем. основные законы естественнонаучных дисциплин; методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов квантовой и оптической электроники., основные научно-технические проблемы и перспективы развития квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств, а также основные области их применения и степени экологической опасности; основные физические и математические модели кванто-вых приборов и компонентов систем, используемых на этапах расчета и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>Умеет: использовать математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик приборов квантовой электроники; использовать возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники в современных радиосистемах, использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники и применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации; ориентироваться в технической документации, делать оптимальный выбор оборудования. Имеет практический опыт: навыками привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарат; навыками использования устройств квантовой и оптической электроники в радиоэлектронных системах; , методиками расчета основных характеристик систем связи, локационных и навигационных систем и комплексов, использующих оптический диапазон; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона; методами использования физических и математических моделей компонентов и устройств оптического диапазона, используемых на этапах расчета и проектирования систем и комплексов</p>
<p>Основы проектирования нелинейных радиосистем и комплексов управления</p>	<p>Знает: современные нелинейные радиосистемы управления, направления развития, современные методы расчета, анализа и проектирования нелинейных радиосистем управления. Умеет: рассчитывать характеристики линейных и</p>

	нелинейных радиосистем управления, разрабатывать алгоритмы управления для реализации требуемых законов управления, реализовывать разработанные алгоритмы, разрабатывать техническое задание на проектирование. Имеет практический опыт: владения современным программным обеспечением для моделирования радиосистем управления, навыками построения моделей нелинейных систем и работы с ними.
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	32	32	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Композиционное проектирование	30	30	
Нейросетевые технологии	39,5	39,5	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
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.	4	4	0	0
2	Общие вопросы теории моделирования.	10	4	0	6
3	Общие вопросы теории оптимизации.	12	6	0	6
4	Синтез оптимальных радиосистем управления.	14	6	0	8
5	Решение задач управления для стационарных нестационарных систем	24	12	0	12

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет курса и его задачи. Краткий исторический обзор. Значение и роль	4

		методов моделирования и оптимизации в задачах построения сложных технических систем. Классификация задач, методов моделирования и оптимизации. Постановка задач моделирования и оптимизации. Математические модели основных классов оптимизационных задач. Примеры задач моделирования и оптимизации.	
2	2	Системный подход к моделированию. Понятия системы, структуры, структурного элемента, функции и параметров системы. Классификация параметров и глобальная функция системы. Методы повышения качества системы. Методы инженерного анализа и синтеза систем.	4
3	3	Натурные испытания, физическое моделирование, аналитическое, численное и имитационное моделирование. Аналогия и подобие в теории моделирования. Разновидности методов проектирования систем. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Методы оценки точности моделей. Классификация математических моделей. Распределенные, сосредоточенные и информационные модели.	6
4	4	Синтез оптимальных систем автоматического управления. Классификация вариационных задач на условный экстремум. Методы решения. Решение задачи Лагранжа на условный экстремум. Синтез линейной системы, оптимальной по квадратичному функционалу, на основе уравнения Эйлера-Пуассона.	2
5	4	Основная теорема принципа максимума Понтрягина. Принцип максимума Понтрягина для линейных систем управления. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Рекуррентное соотношение Беллмана для решения дискретных задач управления.	4
6	5	Структура системы управления с оптимальным регулятором. Структура оптимальной системы.	6
7	5	Решение задачи оптимальной стабилизации для линейных стационарных систем: регулирование состояния системы, регулирование выхода системы. Структурная схема оптимальной системы с наблюдателем полного порядка.	6

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Составление математических моделей.	2
2	2	Множественная регрессия, дисперсный анализ.	2
3	2	Линейный и нелинейный метод наименьших квадратов	1
4	2	Системы массового обслуживания	1
5	3	Метод покоординатного спуска	2
6	3	одномерная оптимизация	2
7	3	поиск экстремума с использованием методов: деления интервала пополам, дихотомии, «золотого сечения», чисел Фибоначчи	2
8	4	Решение задач линейного программирования	6
9	4	Решение задач линейного программирования	2
10	5	Решение задач линейного и нелинейного программирования в системе MATLAB	4
11	5	Синтез оптимального линейного регулятора.	4



12	5	Решение задачи быстродействия для линейных стационарных систем.	4
----	---	---	---

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Композиционное проектирование		9	30
Нейросетевые технологии	Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. Главы 23,4, стр.45-143	9	39,5

#### 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	9	Текущий контроль	Концептуальный синтез структуры радиоэлектронных систем и комплексов управления	10	10	85% - 100% (отлично) – 7 – 10 баллов – Более 84% ответов правильные. 75% - 84% (хорошо) – 5 – 6 баллов – От 75 до 84% ответов правильные, допущены незначительные неточности. 60% - 74% (удовлетворительно) – 2 – 4 балла – От 60 до 74% ответов правильные, допущены значительные неточности, часть ответов отсутствует. 1% - 59% (неудовлетворительно) – 1 балл – Менее 60% правильные, допущены грубые неточности, часть ответов отсутствует. 0 баллов студент получает в случае невыполнения задания.	экзамен
2	9	Текущий контроль	Проектирование унифицированных технических систем и больших систем	10	10	85% - 100% (отлично) – 7 – 10 баллов – Более 84% ответов правильные. 75% - 84% (хорошо) – 5 – 6 баллов – От 75 до 84% ответов правильные, допущены незначительные неточности. 60% - 74% (удовлетворительно) – 2 – 4 балла – От 60 до 74% ответов правильные, допущены значительные неточности, часть ответов отсутствует.	экзамен

						1% - 59% (неудовлетворительно) – 1 балл – Менее 60% правильные, допущены грубые неточности, часть ответов отсутствует. 0 баллов студент получает в случае невыполнения задания.	
3	9	Промежуточная аттестация	Структурный синтез	-	10	85% - 100% (отлично) – 7 – 10 баллов – Более 84% ответов правильные. 75% - 84% (хорошо) – 5 – 6 баллов – От 75 до 84% ответов правильные, допущены незначительные неточности. 60% - 74% (удовлетворительно) – 2 – 4 балла – От 60 до 74% ответов правильные, допущены значительные неточности, часть ответов отсутствует. 1% - 59% (неудовлетворительно) – 1 балл – Менее 60% правильные, допущены грубые неточности, часть ответов отсутствует. 0 баллов студент получает в случае невыполнения задания.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзаменационный билет суммарно содержит 40 баллов. Баллы за семестр (60 баллов максимум) и баллы за экзамен (40 баллов максимум) суммируются и в зависимости от суммы баллов получаем: оценка "отлично", если в сумме набрано не менее 84 баллов; оценка "хорошо", если в сумме набрано от 74 до 83 баллов; оценка "Удовлетворительно", если в сумме набрано от 60 до 73 баллов; оценка "неудовлетворительно", если в сумме набрано менее 60 баллов	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-1	Знает: основные принципы оптимального проектирования радиоэлектронных систем и комплексов управления (РЭСиКУ)	+		
ПК-1	Умеет: применять современные методы моделирования и оптимизации РЭСиКУ	+		
ПК-1	Имеет практический опыт: применения методов моделирования и оптимизации РЭСиКУ на ЭВМ	+		
ПК-6	Знает: методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности, области применения современных методов структурного синтеза сложных радиосистем		+	+
ПК-6	Умеет: применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации, решать задач анализа и структурного синтеза сложных		+	+

	радиосистем с помощью математических методов			
ПК-6	Имеет практический опыт: владения методами оптимизации проектируемых радио-электронных систем и комплексов.		+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Васин, Г. Г. Анализ и синтез плоских механизмов с низшими кинематическими парами [Текст] Ч. 1 конспект лекций по курсу ТММ для студ.-заоч. Г. Г. Васин, А. И. Варанкин, В. А. Пермяков ; под ред. Г. Г. Васина ; ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Теория механизмов и машин ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1982. - 67 с. ил.
2. Тихонов, В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов. - М.: Радио и связь, 1991. - 608 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Ахметшин, Н. И. Синтез и анализ механизмов с низшими кинематическими парами Ч. 2 Учеб. пособие ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Теория механизмов и машин; Н. И. Ахметшин, А. И. Варанкин, П. Г. Виноцкий и др.; Под ред. А. И. Варанкина; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 84 с.
2. Синтез и анализ плоских рычажных механизмов Ч. 2 Учеб. пособие ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Теория механизмов и машин; Н. И. Ахметшин, П. Г. Виноцкий, В. А. Лившиц и др.; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1987. - 43 с. ил.

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

Не предусмотрены

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

1. методические указания
2. лекции по структурному синтезу радиосистем
3. Методическое пособие

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

1. методические указания
2. лекции по структурному синтезу радиосистем
3. Методическое пособие

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы	Электронный каталог ЮУрГУ	лекции по структурному синтезу радиосистем <a href="https://lib.susu.ru/">https://lib.susu.ru/</a>

студента		
----------	--	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -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	502 (ПЛК)	мультимедийное оборудование
Лабораторные занятия	502 (ПЛК)	компьютерная техника