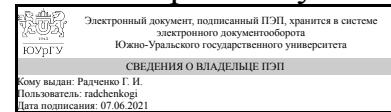


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



Г. И. Радченко

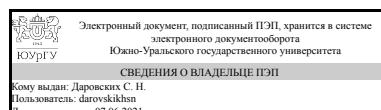
## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.11 Основы компьютерного проектирования и моделирования  
радиоэлектронных средств  
**для специальности** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
**уровень** Специалитет  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Инфокоммуникационные технологии

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

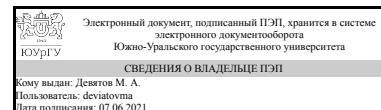
Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.

С. Н. Даровских



Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент

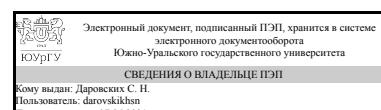
М. А. Девятов



СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности  
д.техн.н., доц.

С. Н. Даровских



Челябинск

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является ознакомление с основами теории проектирования РЭС с применением ЭВМ, а также получение навыков работы с современным программным обеспечением для автоматизированного проектирования.

## **Краткое содержание дисциплины**

Задачей дисциплины является изучение принципов и методов автоматизированного проектирования РЭС, современных языков описания технических систем, основных характеристик алгоритмов численного решения дифференциальных уравнений, современных тенденций развития теории моделирования, особенностей и характеристик существующего программного обеспечения с целью проведения сравнительного анализа современного состояния рынка данных программных продуктов и выбора конкретного варианта, удовлетворяющего требованиям решаемой задачи.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|---|--|
| УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла  | Знает: методы разработки и управления проектами, особенности и функциональные возможности современного программного обеспечения для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, Умеет: Создавать работоспособные модели радиоэлектронных устройств и систем для существующего программного обеспечения, отлаживать такие модели, правильно выбирать и настраивать алгоритмы численного решения при наличии такой возможности, анализировать работу моделей, производить их оптимизацию. Имеет практический опыт: методиками разработки и управления проектом; навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, а также применяемой в таких системах терминологией. |
| ПК-2 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ | Знает: особенности и функциональные возможности современного программного обеспечения для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, используемые в таком ПО языки для описания структурных, функциональных и принципиальных схем, схемы замещения и модели основных электронных приборов. Умеет: создавать работоспособные модели радиоэлектронных устройств и систем для существующего программного обеспечения,   |

|  |   |
|--|---|
|  | отлаживать такие модели, правильно выбирать и настраивать алгоритмы численного решения при наличии такой возможности, анализировать работу моделей, производить их оптимизацию. Имеет практический опыт: владения навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств. |
|--|---|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ   |
|---|---|
| 1.O.26 Экономика,<br>1.O.27 Правоведение                      | 1.Ф.12 Многоуровневые радиосистемы и комплексы управления,<br>1.Ф.14 Радиотехнические системы,<br>1.Ф.16 Многопозиционные и многофункциональные радиоэлектронные системы и комплексы управления,<br>1.O.06 Экология,<br>1.Ф.22 Основы теории радиолокационных систем и комплексов,<br>1.Ф.10 Основы теории радиосистем передачи информации,<br>1.Ф.13 Основы построения устройств радиосистем и комплексов управления,<br>1.Ф.21 Основы теории радионавигационных систем и комплексов |

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

| Дисциплина       | Требования  |
|------------------|---|
| 1.O.26 Экономика | Знает: основы построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микроуровне; основы планирования., основы построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микроуровне; основы планирования. Умеет: осуществлять сбор информации для принятия решений; формулировать управленческие решения по результатам анализа информации., Осуществлять сбор информации для принятия решений; формулировать управленческие решения по результатам анализа информации. Имеет практический опыт: оценки экономической эффективности результатов хозяйственной деятельности различных субъектов экономической системы., оценки экономической эффективности результатов хозяйственной |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | деятельности различных субъектов экономической системы.   |
| 1.О.27 Правоведение | <p>Знает: основные нормативные правовые акты, методику толкования правовых норм, с учетом социально-исторического развития, основные отрасли системы законодательства Российской Федерации., основные закономерности взаимодействия человека и общества, международные нормы и нормативные правовые акты Российской Федерации, позволяющие выстраивать единый подход к изучаемым отношениям/, Понятие и принципы правового государства. Понятие и признаки права, его структуру и действие. Конституционные права и свободы человека и гражданина, основы конституционного строя России. Основные нормы гражданского, экологического, трудового, административного и уголовного права. Умеет: применять понятийно-категориальный аппарат, основные законы гуманитарных и социальных наук в профессиональной деятельности; ориентироваться в мировом историческом процессе, использовать правовые нормы в сфере профессиональной и общественной деятельности., оценивать значимость и релевантность данных, адекватность процедур, методов, теорий и методологий решаемым задачам самостоятельно мыслить, вырабатывать и отстаивать свою позицию в дискуссии, аргументировать ее ссылками на нормативно-правовые акты/, Квалифицировать политические и правовые ситуации в России и мире. Объяснять наиболее важные изменения, происходящие в российском обществе, государстве и праве. Использовать предоставленные Конституцией права и свободы. Имеет практический опыт: навыками анализировать процессы и явления, происходящие в обществе; ориентироваться в системе законодательства и нормативных правовых актов, регламентирующих сферу профессиональной деятельности., владение навыками ставить перед собой правовые задачи, находить пути их решения навыками опоры на нормативно-правовые акты при решении жизненно важных проблем., Навыками оценивать государственно- правовые явления общественной жизни, понимать их назначение. Навыками анализировать текущее законодательство. Навыками применять нормативные правовые акты при разрешении конкретных ситуаций.</p> |

#### **4. Объем и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 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)   | 16          | 16                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (CPC)</i>  | 53,75       | 53,75                              |  |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                                    |  |
| Семестровая работа   | 53,75       | 53,75                              |  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 6,25        | 6,25                               |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              |  |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|---|---|---|----|----|
|           |   | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Общие параметры и задачи проектирования   | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Основные положения теории линейных графов                                       | 1   | 1 | 0  | 0  |
| 3         | Языки описания систем   | 1   | 1 | 0  | 0  |
| 4         | Энергетический подход к системному моделированию.                               | 12  | 2 | 10 | 0  |
| 5         | Вычислительная структура модели. Основные особенности и способы определения.    | 6   | 2 | 4  | 0  |
| 6         | Численное моделирование. Основные методы численного решения ОДУ.                | 16  | 4 | 12 | 0  |
| 7         | Системы с переменной структурой. Особенности моделирования.                     | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 8         | Современные программные средства моделирования РЭС и других технических систем. | 8   | 2 | 6  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1        | 1         | Математические основы моделирования компонентов РЭС различного уровня сложности. Схемотехническое проектирование. Общие параметры и задачи проектирования (задачи расчета, анализа, синтеза и оптимизации). Иерархия уровней проектирования. Виды моделей систем. Понятие и определение математической модели. Основные подходы к получению математической модели (метод пространства состояний и метод передаточных функций). Основные требования, предъявляемые к функциональному и схемотехническому моделированию. Отличия основных | 2            |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   | понятий, используемых в отечественной и зарубежной литературе. Способы представления систем и методы схемного анализа (блок-схемы, топологические графы, сигнальные графы).   |   |
| 2 | 2 | Алгоритмы анализа аналоговых и цифровых устройств. Основы топологии цепей. Основные понятия и определения теории линейных графов (матрицы инциденций и сечений, максимальное дерево графа, собственное дерево графа, хорды и ребра графа, нормальное дерево графа, схемы с вырождением). Получение уравнений на основе линейных графов.   | 1 |
| 2 | 3 | Основные направления в развитии теории автоматизированного системного проектирования. Характеристики создаваемых технических объектов (функциональность, производительность, надежность и экономическая эффективность, инновационное время). Выбор языка описания системной (схемной) модели. Общие требования к языкам описания систем (наглядность, выразительность, целостность и полнота представления, иерархичность, качественное описание системы). Современные языки описания систем (при функциональном и схемотехническом подходах).  | 1 |
| 3 | 4 | Бонд-графы (графы связей) как удобный и эффективный способ описания технических систем. Основы теории бонд-графов. Основные элементы бонд-графов (элементы связи, переходы, компоненты и преобразователи). Компоненты и топологические преобразования. Получение уравнений в бонд-графах. Матричная форма представления уравнений. Типы систем уравнений: явная и неявная форма представления. Пример анализа заданной схемной модели. Имитационное моделирование. Основные сложности, возникающие в процессе моделирования (наличие уравнений в неявной форме, наличие разрывов (переключений структуры) и жесткость). Специальные приложения теории бонд-графов. Тепловые элементы и учет тепловых потерь (тепловых обратных связей) при моделировании электронных устройств. Получение упрощенных моделей с использованием понятия активности элемента. Качественный анализ характеристик системы в бонд-графах. | 2 |
| 4 | 5 | Понятие вычислительной структуры модели и причинно-следственные связи. Анализ причинно-следственных связей. Виды причинно-следственных связей. Определение вычислительной структуры модели в бонд-графах (последовательная процедура назначения причинно-следственных отношений). Причинно-следственные конфликты. Качественный анализ характеристик полученных моделей (порядок системы).  | 2 |
| 5 | 6 | Особенности численного решения систем дифференциальных уравнений. Нормальная форма Коши и предпочтительность данной формы представления моделей. Организация вычислений при расчете динамических процессов численными методами. Дискретные схемные модели. Основные численные методы решения системы ОДУ. Параметры алгоритмов. Тестовое уравнение. Сравнение точного аналитического и численного решений. Описание ошибок. Понятие устойчивости численного метода. Два основных подхода к решению задачи Коши: разложение в ряд Тейлора (методы Рунге-Кутта) и полиномиальная аппроксимация (методы численного интегрирования). Одношаговые и многошаговые алгоритмы. Явные и неявные алгоритмы численного решения ОДУ. Особенности машинной реализации алгоритмов.  | 4 |
| 6 | 7 | Системы с переменной структурой (системы с разрывами). Способы описания. Особенности моделирования. Изучение подходов к моделированию СПС на примере бонд-графов. Методы введения структурных изменений в бонд-графах: метод коммутируемых связей, метод идеальных ключей, управляемые переходы, модулируемые трансформаторы. Неявная коммутация структуры. Достоинства и недостатки данных методов. Проблема сходимости во времени. Проблема определения причинно-следственных   | 2 |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | связей (вычислительной модели). Неидеальные коммутационные элементы.   |   |
| 7 | 8 | Современные программные средства моделирования технических систем. Связь между управлением и моделированием. Специальные требования теории управления к инструментальным средствам имитационного моделирования. Классификация программного обеспечения. Программные средства, основанные на использовании блок-схем (SIMULINK, System Build, MSC.EASY-5, Vissim), их особенности и сравнительный анализ. Программные пакеты моделирования общего назначения (ACSL, Simnon, Desire, 20-sim). Объектно-ориентированные средства имитационного моделирования на примере пакета Dymola. Анализ текущего состояния на этом рынке программного обеспечения. Программы для моделирования электронных устройств на примере PSpice. | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                       | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1         | 4         | Построение моделей на языке бонд-графов   | 6            |
| 2         | 4         | Анализ причинно-следственных связей в бонд-графах. Сопряжение бонд-графов с блок-схемами. | 4            |
| 3         | 5         | Исследование причинно-следственных конфликтов   | 4            |
| 4         | 6         | Исследование разных численных методов   | 6            |
| 5         | 6         | Анализ особенностей машинной реализации численных методов                                 | 6            |
| 6         | 8         | Ознакомление с современным программным обеспечением для моделирования технических систем  | 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 |
| Семестровая работа | Лекции по ОКПиМРС  | 6       | 53,75        |

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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-мestr | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва-ется в ПА |
|------|----------|--------------|-----------------------------------|-----|------------|---------------------------|--------------------|
|      |          |              |                                   |     |            |                           |                    |

|   |   |                  |                                       |   |   |  |       |
|---|---|------------------|---------------------------------------|---|---|--|-------|
| 1 | 6 | Текущий контроль | Поэтапная проверка семестровой работы | 1 | 1 | По принципу "зачет/незачет": семестровая работа сдается поэтапно, каждый этап соответствует разделу курса: составление моделей (схем замещения), представление моделей в форме, поддерживаемой программным обеспечением, моделирование с использованием встроенных явных и неявных методов. После сдачи каждого из этапов начисляется один балл. Для получения зачета необходимо сдать все части семестровой работы. | зачет |
|---|---|------------------|---------------------------------------|---|---|--|-------|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения   | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|--|---|
| зачет                        | Приемка семестровой работы с контрольными вопросами по материалу курса | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения  | № КМ |
|-------------|--|------|
|             |  |      |
| УК-2        | Знает: методы разработки и управления проектами, особенности и функциональные возможности современного программного обеспечения для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств,   | +    |
| УК-2        | Умеет: Создавать работоспособные модели радиоэлектронных устройств и систем для существующего программного обеспечения, отлаживать такие модели, правильно выбирать и настраивать алгоритмы численного решения при наличии такой возможности, анализировать работу моделей, производить их оптимизацию.  | +    |
| УК-2        | Имеет практический опыт: методиками разработки и управления проектом; навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, а также применяемой в таких системах терминологией.  | +    |
| ПК-2        | Знает: особенности и функциональные возможности современного программного обеспечения для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, используемые в таком ПО языки для описания структурных, функциональных и принципиальных схем, схемы замещения и модели основных электронных приборов. | +    |
| ПК-2        | Умеет: создавать работоспособные модели радиоэлектронных устройств и систем для существующего программного обеспечения, отлаживать такие модели, правильно выбирать и настраивать алгоритмы численного решения при наличии такой возможности, анализировать работу моделей, производить их оптимизацию.  | +    |
| ПК-2        | Имеет практический опыт: владения навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.  | +    |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## **Печатная учебно-методическая документация**

### **a) основная литература:**

1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств Учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, Г. Г. Чавка; Под ред. О. В. Алексеева. - М.: Высшая школа, 2000. - 478,[1] с. ил.

### **б) дополнительная литература:**

1. Чуа, Л. О. Машинный анализ электронных схем: Алгоритмы и вычислительные методы Пер. с англ.: Е. С. Виленкина и др.; Под ред. В. Н. Ильина. - М.: Энергия, 1980. - 638 с. ил.

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

1. Журналы Artificial Intelligence, Trans. ASME Journal of Dynamics, Systems, Measurement and Control, IEEE trans. on Automatic Control.

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

1. Тележкин В.Ф., Девятов М.А. Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС. Учебное пособие – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004.

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

2. Тележкин В.Ф., Девятов М.А. Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС. Учебное пособие – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004.

## **Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы            | Наименование разработки  | Наименование ресурса в электронной форме          | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------------|--|---|---|
| 1 | Основная литература       | Ушаков, Д.М. Введение в математические основы САПР: курс лекций. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2011. — 208 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/1311">http://e.lanbook.com/book/1311</a> — Загл. с экрана.                             | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |
| 2 | Основная литература       | Кологривов, В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1). [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 120 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4930">http://e.lanbook.com/book/4930</a> — Загл. с экрана. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |
| 3 | Дополнительная литература | Трухин, М.П. Основы компьютерного проектирования и моделирования   | Электронно-библиотечная                           | Интернет / Авторизованный   |

|  |  |                           |  |
|--|--|---------------------------|--|
|  | радиоэлектронных средств. Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2016. — 386 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/94572">http://e.lanbook.com/book/94572</a> — Загл. с экрана. | система издательства Лань |  |
|--|--|---------------------------|--|

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
3. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## **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 | 919<br>(3б) | Компьютерный класс   |