


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра цифровых технологий и машинного обучения

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета  
  
(подпись) И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины  
**«Основы компьютерного проектирования и моделирования  
электронных устройств»**

Направление подготовки  
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)  
«00 Радиотехника»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Основы компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств» — обучение проектированию радиоэлектронных средств (РЭС) с помощью систем автоматизации проектирования (САПР). Для достижения цели решаются следующие задачи:

- изучение методологии компьютерного проектирования РЭС на различных уровнях их описания: схемотехническом, функционально-логическом и структурном;
- овладение способами решения различных задач проектирования РЭС с помощью программных комплексов автоматизации проектирования.

Дисциплина «Основы компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств» обеспечивает формирование представлений о принципах функционирования и подходах к построению систем автоматизации проектирования, их особенностях, современных тенденциях и проблемах, а также создаёт необходимую базу для успешного применения САПР при решении профессиональных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств» относится к обязательной части Блока 1.

Для изучения дисциплины требуется знание предшествующих дисциплин: «Информатика», «Инженерная и компьютерная графика», «Основы теории цепей», «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Радиотехнические цепи и сигналы». Формируемые в ходе освоения основ компьютерного проектирования РЭС знания и навыки являются средством решения разноплановых профессиональных задач, кроме того дисциплина является необходимым при изучении дисциплины: «Основы конструирования и технологии производства электронных устройств».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-ОПК-4.1 Обоснованно выбирает и использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	знает: – математические основы составления моделей и компьютерного проектирования и моделирования РЭС; – основные программные пакеты для проектирования и моделирования РЭС; умеет: – описывать РЭС на входных языках пакетов прикладных программ (ППП) для автоматизированного компьютерного проектирования; – строить основные модели решений в ППП; владеет:

		– навыками составления и расчёта математических моделей РЭС с применением ППП – проектирования основных компонентов в средах разработки, расчета моделей в специализированных пакетах
--	--	--

#### 4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачёт. ед., 144 акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					Самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Принципы построения и структура типовой САПР	5	2	2	3			10	Устный опрос, сдача лабораторных работ
2	Математические модели РЭС	5	2	2	3	1		10	Устный опрос, сдача лабораторных работ
3	Моделирование процессов РЭС	5	4	4	3	1		10	Устный опрос, сдача лабораторных работ
4	Методы моделирования цифровых устройств	5	4	4	4	1		11	Устный опрос, сдача лабораторных работ
5	Методы оптимизации проектных решений.	5	5	5	4	2		11	Устный опрос, сдача лабораторных работ
	Промежуточная аттестация					2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>ИТОГО</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>0,5</b>	<b>85,5</b>	<b>144</b>
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>								

#### Содержание тем дисциплины

##### Тема №1

##### **Принципы построения и структура типовой САПР**

Основные среды разработки САПР, классификация САПР

##### Тема №2

##### **Математические модели РЭС**

Математические модели компонентов и узлов. Структура модели во временной и частотной области

### *Тема №3*

#### **Моделирование процессов РЭС**

Статический режим РЭС. Переходные процессы в РЭС

### *Тема №4*

#### **Методы моделирование цифровых устройств.**

Физические основы работы устройств на частотах выше 30 МГц. Учет дестабилизирующих факторов

### *Тема №5*

#### **Методы оптимизации проектных решений.**

Методы линейного программирования, методы нелинейного программирования. Отличия проектных решений и оптимальные подходы при проектировании. Оптимизация задачи нелинейного программирования.

### **Лабораторные работы:**

1. Анализ работы аналоговых схем с использованием компьютерного моделирования.
2. Основы трассировки печатных плат для реализации аналоговых систем
3. Анализ работы цифровых схем с использованием компьютерного моделирования.
4. Основы трассировки печатных плат для реализации цифровых и смешанных систем

### **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

**Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с моделями реальных объектов.

**Консультация** – занятие, посвященное консультациям по организации самостоятельной работы, ответам на вопросы студентов или разбору трудных тем.

### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader;

для выполнения обучающимися практических заданий в ходе учебных занятий:

- Mathworks MatLab.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / М. П. Трухин - Москва : Горячая линия - Телеком, 2016. - 386 с. - ISBN 978-5-9912-0449-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204491.html> (дата обращения: 18.02.2021). - Режим доступа : по подписке.  
Головицына, М. В. Автоматизированное проектирование промышленных изделий / Головицына М. В. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/intuit020.html> (дата обращения: 18.02.2021). - Режим доступа : по подписке.

### **б) дополнительная литература**

1. Сускин, В. В. Проектирование РЭС : CAD/CAM/CAE/PDM / Сускин В. В. , Шевченко В. Ф. , Коваленко В. В. , Кулавина Н. Ю. , Соколова Е. Н. , Шашкина Г. А. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_291.html](https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_291.html) (дата обращения: 18.02.2021). - Режим доступа : по подписке.
2. Ланин, В. Л. Технология производства электронных средств : учебное пособие / В. Л. Ланин, А. А. Хмыль. - Минск : Вышэйшая школа, 2019. - 455 с. - ISBN 978-985-06-3167-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850631671.html> (дата обращения: 18.02.2021). - Режим доступа : по подписке.

### **в) ресурсы сети «Интернет»:**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока.

Автор(ы):

Доцент кафедры  
цифровых технологий и  
машинного обучения, к.т.н.

Топников А.И.

Старший преподаватель кафедры  
цифровых технологий и  
машинного обучения, к.т.н.

Кирнос В.П.

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Основы компьютерного проектирования  
и моделирования электронных устройств»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Перечень вопросов для устных опросов**

1. Метод измерения малой емкости по отношению к земле
2. Метод измерения малой индуктивности по отношению к земле
3. Метод измерения взаимной емкости
4. Метод измерения взаимной индуктивности
5. Расчет выходного сопротивления КМОП-элемента
6. Характеристики КМОП-шины
7. Применение выходного каскада по схеме источника тока
8. Крутизна изменения тока на выходе ТТЛ-элемента
9. Крутизна изменения тока на выходе ЭСЛ-элемента
10. Метод снижения крутизны фронта сигнала

**Критерии оценивания ответов на вопросы**

<b>Критерий</b>	<b>Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)</b>	<b>Продвинутый уровень (на «хорошо»)</b>	<b>Высокий уровень (на «отлично»)</b>
<b>Соответствие ответа вопросу</b>	Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )	Полное	Полное
<b>Наличие примеров</b>	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
<b>Содержание ответа</b>	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающ ий полный ответ

**Список лабораторных работ**

1. Анализ работы аналоговых схем с использованием компьютерного моделирования.
2. Основы трассировки печатных плат для реализации аналоговых систем
3. Анализ работы цифровых схем с использованием компьютерного моделирования.

#### 4. Основы трассировки печатных плат для реализации цифровых и смешанных систем

##### Защита лабораторных работ

Перед выполнением лабораторных работ необходимо сдать теоретический минимум – ответить кратко, но верно на вопросы из списка вопросов к зачёту, относящиеся к теме данной работы.

В ходе защиты лабораторной работы необходимо продемонстрировать адекватность результатов, а также ответить на типичные вопросы и вопросы по теме.

##### Критерии оценивания ответов на вопросы при допуске и защите лабораторных работ

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Ответы на вопросы при допуске и защите	Правильные ответы на большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии.	Полные ответы практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики	Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

##### Критерии оценивания выполнения и защиты лабораторных работ

Выполнение работы оценивается бинарно («зачтено»/«не зачтено»):

«зачтено» — задание выполнено полностью, корректно, в отчёте представлены все необходимые в соответствии с заданием элементы, ответы на вопросы по заданию верные;

«не зачтено» - задание выполнено не полностью, есть ошибки, в отчёте представлены не все необходимые в соответствии с заданием элементы, ответы на вопросы по заданию неверные или не на все вопросы дан ответ.

Итоговая оценка за лабораторную работу определяется оценкой за ответы на вопросы, при условии, что за выполнение получено «зачтено».

#### 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

##### Список вопросов к экзамену

1. Основные понятия схемотехнического проектирования радиоэлектронных устройств.
2. Задачи и этапы проектирования радиоэлектронных устройств. Сущность схемотехнического проектирования.
3. Методы оптимизации проектных решений.
4. Пакеты прикладных программ автоматизированного проектирования и моделирования радиоэлектронных устройств. Схемотехническое проектирование.
5. Пакеты прикладных программ автоматизированного проектирования и моделирования радиоэлектронных устройств. Конструкторское проектирование.
6. Пакеты прикладных программ автоматизированного проектирования и моделирования радиоэлектронных устройств. Моделирование СВЧ-устройств и полей.
7. Математические модели радиоэлектронных устройств и их элементов.



8. Алгоритмы анализа аналоговых устройств.
9. Алгоритмы анализа цифровых устройств.
10. Методы моделирования полей.
11. Состав и возможности систем схемотехнического моделирования радиоэлектронных устройств. Графический ввод схем радиоэлектронных устройств.
12. Моделирование радиоэлектронных устройств в режиме анализа частотных характеристик.
13. Моделирование радиоэлектронных устройств в режиме анализа временных характеристик.
14. Моделирование активных аналоговых устройств.
15. Статистический анализ по методу Монте-Карло.
16. Статистический анализ методом расчета наихудшего случая.
17. Порядок выполнения заданий на моделирование цифровых устройств.

#### **Критерии оценивания ответов на вопросы**

<b>Критерий</b>	<b>Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)</b>	<b>Продвинутый уровень (на «хорошо»)</b>	<b>Высокий уровень (на «отлично»)</b>
<b>Соответствие ответа вопросу</b>	Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )	Полное	Полное
<b>Наличие примеров</b>	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
<b>Содержание ответа</b>	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий полный ответ

### **3 Описание процедуры выставления оценки**

Изучение дисциплины заканчивается зачётом. Для подготовки ответа на вопрос билета отводится не менее 40 минут.

Оценка «зачтено» выставляется, если сданы все лабораторные работы, а ответ на вопрос билета дан не ниже чем на пороговом уровне.

## Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Основы компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала являются лекции, на которых рассматриваются наиболее важные и сложные для усвоения вопросы дисциплины.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на практических занятиях. Для решения задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным практических занятиях.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала и приобретенных практических навыков в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольных работ.

#### *Правила оформления отчетов по лабораторным работам*

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- название лабораторной работы, цель работы, перечень приборов и оборудования;
- раздел, посвященный изложению основных математических выражений, описывающих исследуемый объект;
- подробное изложение хода выполнения работы, которое представляется в виде отдельных пунктов;
- раздел, содержащий методику обработки экспериментальных результатов.
- общий вывод по лабораторной работе.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) даёт возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии

книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека [«Книгообеспеченность»](#) доступна в сети университета и через Личный кабинет.