


**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**  
**«САПР в электронике»**

Направление подготовки  
11.04.01 Радиотехника

Направленность (профиль)  
«Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов»

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

- ознакомление с современным состоянием систем автоматизации проектирования в области разработки электроники;
- освоение САПР по проектированию аналоговых и цифровых электронных устройств;
- приобретение навыков работы в САПР для разработки принципиальных схем электронных устройств и печатных плат.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимо владением основами математического моделирования радиоэлектронных систем, основами проектирования принципиальных схем и печатных плат, базовым техническим иностранным языком.

Полученные в ходе освоения дисциплины знания необходимы для освоения дисциплин: «Математическое моделирование устройств и систем», «Внутрисистемная электромагнитная совместимость», «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Устройства приема и обработки сигналов», «Радиотехнические системы передачи информации», «Организация работы в команде».

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих 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-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД_ОПК-2.1. Знает методы исследования современных радиотехнических систем и оценивает их достоинства и недостатки.	<u>Знать:</u> основные этапы жизненного цикла производства электроники, типовые задачи разработки <u>Уметь:</u> пользоваться встроенной в иностранное программное обеспечение справочной системой, разбираться с интерфейсом программного обеспечения на иностранном языке <u>Владеть навыками:</u> самостоятельного поиска информации, в т.ч. видеоуроков, по освоению требуемого программного обеспечения на иностранном языке и самообучения на ее базе

ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ИД_ОПК-4.2. Проводит компьютерное моделирование и обрабатывает информацию с помощью специализированного программно-математического обеспечения	<u>Знать:</u> основные присутствующие на рынке САПР и их особенности для поддержки различных этапов разработки электроники <u>Уметь:</u> осуществлять выбор наиболее подходящего САПР под требуемую задачу <u>Владеть навыками:</u> разработки электроники на различных этапах с использованием САПР
---	--	--

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1.	Понятие САПР. Классификация САПР. Примеры. Этапы разработки электроники	2	2					5	Реферат
2.	Разработка системной модели устройства. Возможности пакета Matlab для проектирования электроники	2	4		2	1		10	Отчет по лабораторной работе №1
3.	SPICE-симулятор как средство проектирования, симуляции и отладки схем электронных устройств	2	4		2			5	Отчет по лабораторной работе №2
4.	Разработка принципиальной схемы устройства в KiCAD	2	4		5	1		20	Отчет по лабораторной работе №3
5.	Разработка печатных плат в KiCAD. Сквозное проектирование.	2	8		5	1		20	Отчет по лабораторным работам №№ 4-5
6.	3D-визуализация разрабатываемого устройства. Использование пакета КОМПАС-3D для создания моделей электронных элементов	2	4		2	1		13	Отчет по лабораторной работе №6
7.	Подготовка файлов для	2	4					5	Реферат

	производства печатных плат, форматы файлов, экспорт-импорт файлов								
8.	Подготовка файлов для управления оборудованием по производству печатных плат на примере LPKF Circuit Pro PM	2	4		2	1		10	Отчет по лабораторной работе №7
		2				2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>Всего</b>		<b>34</b>		<b>17</b>	<b>7</b>	<b>0,5</b>	<b>121,5</b>	

Перечень лабораторных работ:

1. Расчет электронного устройства в Matlab
2. Расчет электронного устройства на основе SPICE-модели
3. Разработка принципиальной схемы электронного устройства в KiCAD
4. Разработка одно- или двухслойной печатной платы в KiCAD
5. Разработка многослойной печатной платы в KiCAD
6. Создание 3D-модели электронного компонента в КОМПАС-3D
7. Подготовка файлов для производства и предварительная настройка оборудования

### **5. Образовательные технологии, в том числе электронные и дистанционные, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

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

**Электронный учебный курс «САПР в электронике» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

### **Электронные ресурсы:**

1. Справочные текстовые и видео материалы сайта <https://rezonit.ru>

2. Справочные текстовые и видео материалы сайта <https://kicad.org/>
3. Справочные текстовые и видео материалы сайта <https://kompas.ru/>
4. Раздел средств моделирования компании Texas Instruments  
<http://www.ti.com/design-resources/design-tools-simulation.html>
5. Раздел средств моделирования компании Analog Devices  
<https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators.html>

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

1. Matlab/Simulink (лицензия)
2. KiCAD (свободно распространяемое)
3. КОМПАС-3D (лицензия + студенческая версия)
4. LPKF Circuit Pro PM (лицензия)

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

Не используются

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

**а) основная литература**

- 1) Куликов, Д. Д. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства : учебное пособие / Д. Д. Куликов, С. Ф. Соболев. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2012. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/40767> (дата обращения: 11.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 2) Иванова, Н. Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств : учебное пособие / Н. Ю. Иванова, Е. Б. Романова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 121 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/43703> (дата обращения: 11.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**б) дополнительная литература**

- 1) Грибовский, А. А. Интегрированные технологии производства и современные среды моделирования в приборостроении : учебное пособие / А. А. Грибовский, Ю. С. Андреев, М. Я. Афанасьев. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 139 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136508> (дата обращения: 11.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) ресурсы сети «Интернет»**

- 1) Справочные текстовые и видео материалы сайта <https://rezonit.ru>
- 2) Справочные текстовые и видео материалы сайта <https://kicad.org/>
- 3) Справочные текстовые и видео материалы сайта <https://kompas.ru/>

4) Раздел средств моделирования компании Texas Instruments <http://www.ti.com/design-resources/design-tools-simulation.html>

5) Раздел средств моделирования компании Analog Devices <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators.html>

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

1. Аудитории с мультимедийным оборудованием для проведения лекционных занятий.
2. Классы с персональными компьютерами и установленным программным обеспечением для проведения лабораторных занятий.
3. Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций.
4. Учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
5. Помещения для самостоятельной работы.
6. Помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.
7. Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.
8. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

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

М.А. Дубов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«САПР в электронике»**

**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**

Темы рефератов:

1. Аналитический обзор возможностей Matlab для проектирования устройств аналоговой электроники
2. Аналитический обзор возможностей Matlab для проектирования радиочастотных устройств
3. Аналитический обзор возможностей Matlab для проектирования устройств смешанной обработки сигналов
4. Аналитический обзор возможностей Matlab для проектирования цифровых устройств и устройств на кристалле
5. Сравнительный анализ средств SPICE-моделирования
6. Возможности средств поддержки разработчика от компании Analog Devices
7. Возможности средств поддержки разработчика от компании Texas Instruments
8. Сравнительный анализ САПР для проектирования принципиальных схем
9. Сравнительный анализ САПР для проектирования печатных плат
10. Сравнительный анализ САПР для просмотра и редактирования файлов Gerber формата
11. Технология производства одно- и двухслойных печатных плат
12. Технология производства многослойных печатных плат
13. Обзор ведущих компаний по контрактному производству печатных плат

Правила выставления оценки за реферат:

**Оценка «отлично»:** объем реферата 10-15 страниц, оформление полностью соответствует ГОСТ 7.32-2017 и ГОСТ Р 7.0.5-2008, список источников содержит не менее 8 ссылок, текст является оригинальным, изложенная информация актуальна году написания, сделаны аналитические выводы.

**Оценка «хорошо»:** объем реферата 5-10 страниц, в оформлении допущены разнообразные мелкие ошибки, список источников содержит не менее 5 ссылок, текст содержит небольшие фрагменты прямого копирования из источников, информация может быть несколько устаревшей или не полной, выводы поверхностны.

**Оценка «удовлетворительно»:** объем реферата менее 5 страниц, либо больше 5, но содержатся множественные ошибки в оформлении, присутствуют проблемы с орфографией/пунктуацией/грамматикой, список источников содержит менее 5 ссылок, либо больше 5, но они однотипны, текст лишь незначительно содержит оригинальную мысль автора.

**Оценка «неудовлетворительно»:** текст практически полностью является плагиатом, текст не представлен в установленный срок без уважительной причины.

Правила выставления оценки за лабораторную работу:

Итогом работы является разработанный файл со схемой/платой/моделью устройства и краткая пояснительная записка с анализом и выводами по проделанной работе.

**Оценка «отлично»:** предложенное решение является оригинальным, законченным, удобным, проходит возможные встроенные в программное обеспечение тесты, пояснения даны в достаточном количестве, чтобы однозначно понять предложенное решение, сделаны выводы и/или даны предложения по работе.

**Оценка «хорошо»:** предложенное решение содержит небольшие погрешности, может быть несколько не эргономично, в отчете могут быть неоднозначности или недостаток информации, выводы по работе тривиальны.

**Оценка «удовлетворительно»:** предложенное решение содержит грубые ошибки, не аккуратно, пояснительная записка не позволяет быстро и однозначно понять предложенное решение, отсутствуют выводы.

**Оценка «неудовлетворительно»:** предложенное решение является плагиатом, либо неработоспособно, либо не представлено в срок без уважительной причины.

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

Правила выставления итоговой оценки:

Итоговая оценка складывается из оценок за 2 реферата, 7 лабораторных работ и результата устного собеседования на экзамене. Итого 10 оценок.

**Оценка «отлично»:** средний балл от 4,6 до 5,0

**Оценка «хорошо»:** средний балл от 3,6 до 4,5

**Оценка «удовлетворительно»:** средний балл от 2,6 до 3,5

**Оценка «неудовлетворительно»:** средний балл от 0,0 до 2,5

В спорной ситуации, решающей является оценка за собеседование на экзамене.



## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «САПР в электронике»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Освоить вопросы дисциплины «САПР в электронике» самостоятельно студенту достаточно сложно. Посещение всех предусмотренных занятий является совершенно необходимым. Особое внимание стоит уделить самостоятельной работе.

Основной формой занятий по дисциплине «САПР в электронике» являются лекции, и лабораторные работы.

Для успешного выполнения лабораторных работ необходимо своевременно осуществлять самостоятельную подготовку, включающую в себя в том числе и материал из дисциплин, освоенных в предыдущих семестрах. При выполнении лабораторных работ в аудитории стоит особое внимание уделять советам и рекомендациям преподавателя. Для успешного выполнения лабораторных работ рекомендуется анализировать получаемые результаты в процессе их получения. После выполнения работы рекомендуется проверить, полностью ли выполнена вся работа, сохранены ли все ее результаты. При необходимости можно обратиться за помощью к преподавателю. Перед сдачей лабораторных работ необходимо изучить (повторить) всю необходимую теорию, проанализировать результаты работы.