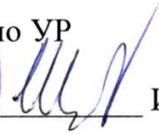


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2025 15:20:13  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf73548

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
  
И.Г. Игнатова  
« 12 » 12 20 20

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Программные средства САПР»

Направление подготовки 11.03.04- «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль)- «Автоматизация проектирования изделий наноэлектроники»

2020 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-4** «Способен применять углубленные знания в области маршрута проектирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники» **сформулирована на основе профессионального стандарта 06.001 «Программист»**

**Обобщенная трудовая функция: Д** - «Разработка требований и проектирование программного обеспечения»

**Трудовая функция: Д/01.6** - «Анализ требований к программному обеспечению»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-4.ПССАПР</b> Способен применять углубленные знания в области средств проектирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники	Разработка, отладка, проверка работоспособности, модификация программного обеспечения	<b>Знания</b> основных алгоритмов функционирования средств проектирования на различных этапах <b>Умения</b> применять средства САПР для моделирования электрических характеристик компонентов ИС <b>Опыт</b> использования языков программирования для реализации задач моделирования компонентов ИС

**Компетенция ПК-5** «Способен разрабатывать функциональные блоки, схемы с использованием современных лингвистических средств и применять их при проектировании цифровых и аналоговых систем на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях» **сформулирована на основе профессионального стандарта 06.001 «Программист»**

**Обобщенная трудовая функция: Д** - «Разработка требований и проектирование программного обеспечения»

**Трудовая функция: Д/02.6** - «Разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-5.ПССАПР</b> Способен применять лингвистические средства для	Разработка, отладка, проверка работоспособности, модификация	<b>Знания</b> принципов построения и реализации средств САПР <b>Умения</b> применять лингвистические средства для

разработки функциональных блоков средств САПР для проектирования схем на различных этапах проектирования	программного обеспечения	разработки элементов САПР <i>Опыт</i> разработки средств САПР для алгоритмов моделирования на выбранном этапе проектирования
--	--------------------------	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 3 курсе, в 5 семестре (очная форма обучения).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Дискретная математика», «Теория вероятностей», «Численные методы», «Основы объектно-ориентированного программирования», «Теория алгоритмов».

Входные требования к дисциплине:

- знание принципов представления информации в ЭВМ (структуры данных, представление данных в памяти);
- знание конструкций языка программирования C++ для разработки программ;
- умение применять правильные операторы языка C++ для построения алгоритмов работы программ;
- умение оценивать и предсказывать результат выполнения программ исходя из описания алгоритма их работы;
- опыт разработки консольных программ с использованием структурной и объектно-ориентированной парадигмы программирования.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	3	108	16	32	-	60	ЗаО

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Средства САПР	10	-	0	16	Контроль выполнения СРС к лекциям модуля 1
2. Разработка средств САПР	6	-	32	10	Защита лабораторных работ
				30	Контроль выполнения СРС к лекциям модуля 2
1-3	-	-	-	4	Сдача практико-ориентированного задания

##### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
2	1	2	<b>Разработка программ с использованием Windows API.</b> Структура программ, основанных на обработке событий. Создание оконного интерфейса программ. Обработка событий от клавиатуры и мыши. Работа с графическим интерфейсом устройства.
2	2	2	<b>Этапы сборки программного обеспечения.</b> Основные сведения о работе компилятора и компоновщика. Догенерация программного кода, анализ и оптимизация программного кода. Машинный код.
1	3	2	<b>Аппаратные средства САПР.</b> Виды аппаратных средств САПР. Классификация вычислительных средств САПР. Виды архитектур процессоров.
	4	2	<b>Лингвистические средства САПР.</b> Классификация лингвистических средств, применяемых разработчиками САПР и проектировщиками ИС. Языки описания схем. Языки разработки САПР.
	5	2	<b>Программные средства САПР на этапе схемотехнического проектирования.</b>

			Архитектура программ моделирования схем на транзисторном уровне. Реализация методов формирования и решения математических моделей интегральных схем.
	6	2	<b>Программные средства САПР на этапе логического проектирования.</b> Архитектура программ моделирования цифровых схем. Реализация алгоритмов сквозного и событийного моделирования.
	7	2	<b>Программные средства САПР на этапе топологического и компонентного проектирования.</b> Алгоритмы генерации сетки, алгоритмы визуализации результатов моделирования. Простейшие алгоритмы декомпозиции и трассировки топологии интегральных схем.
2	8	2	<b>Инструментальные средства разработчика САПР.</b> Использование методологических и программных средств для эффективной разработки средств САПР и их сопровождения.

#### 4.2. Практические занятия

*Не предусмотрены*

#### 4.3.Лабораторные занятия

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
2	1	4	Реализация консольного варианта алгоритма Ли – алгоритма нахождения кратчайшего пути на ДРП для трассировки межсоединений. Анализ особенностей работы алгоритма.
2	2	4	Разработка программ с использованием Windows API. Общие вопросы: создание окна, обработка событий. Пользовательские диалоги. Рисование геометрических примитивов.
2	3	4	Написание программ с использованием Windows API. Программа, имитирующая схематик: рисование схемотехнических элементов, перемещение схемотехнических элементов, отображение сетки. Расчёт коэффициентов масштабирования для визуализации объектов, масштаб которых не совпадает с логическим масштабом окна.
2	4	4	Написание программ с использованием Windows API. Программа, имитирующая графический постпроцессор: отображение результатов моделирования, масштабирование графиков.
2	5	4	Написание программ с использованием библиотеки OpenGL. Принципы построения двумерной и трёхмерной графики. Обработка событий от клавиатуры и мыши.

2	6	4	Написание программ с использованием библиотеки OpenGL. Построение трёхмерной поверхности по расчётным данным из файла.
2	7	4	Написание программ с использованием библиотеки OpenGL. Визуализация трёхмерных объектов на примере результатов технологического моделирования Synopsys TCAD.
2	8	4	Написание программ с использованием библиотеки OpenGL. Разработка визуализатора расчётчика на примере совмещения кода нахождения кратчайшего пути алгоритмом Ли и визуализации работы этого алгоритма.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	16	Выполнение заданий для самостоятельной работы к лекциям модуля 1
2	6	Выполнение заданий для самостоятельной работы к лекциям модуля 2
	30	Подготовка к лабораторным работам модуля 2: самостоятельное изучение вопросов представления форматов данных на различных этапах проектирования для реализации средств САПР на языках C/C++.
1,2	4	Выполнение практико-ориентированного задания
1,2	4	Подготовка к зачёту с оценкой

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

**Методические указания студентам** по изучению дисциплины «Программные средства САПР»: [https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id\\_science=2079766](https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079766)

#### **Модуль 1 «Средства САПР»**

Методические материалы, перечень литературы, информационных по тематике модуля 1, требования к выполнению лабораторных заданий и методика их оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся на сайте преподавателя по адресу: [http://dima.pkims.ru/courses/3\\_ps\\_sapr/](http://dima.pkims.ru/courses/3_ps_sapr/), а также в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

#### **Модуль 2 «Разработка средств САПР»**

Методические материалы, перечень литературы, информационных по тематике модуля 2, требования к выполнению лабораторных заданий и методика их оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся на сайте преподавателя по адресу: [http://dima.pkims.ru/courses/3\\_ps\\_sapr/](http://dima.pkims.ru/courses/3_ps_sapr/), а также в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Федотова Е.Л. Информатика. Курс лекций: Учеб. пособие / Е. Л. Федотова, А. А. Федотов ; Рец. Л.Г. Гагарина. - М.: Форум: Инфра-М, 2011. - 480 с.  
**Шифр библиотеки МИЭТ:** 004(075.8) - Ф-342
2. Николаев В.Т. Прикладное программирование в инженерных расчетах [Текст] :Учеб. пособие / В. Т. Николаев ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2012. - 200 с.  
**Шифр библиотеки МИЭТ:** 004.42(075.8) - Н-632
3. Программирование графики на С++. Теория и примеры : Учеб. пособие / В.И. Корнеев, Л.Г. Гагарина, М.В. Корнеева. - М. : Форум : Инфра-М, 2017. - 517 с.  
**Шифр библиотеки МИЭТ:** 004.42(075.8) - К-672
4. Ашарина И.В. Объектно-ориентированное программирование в С++ : лекции и упражнения : Учеб. пособие / И.В. Ашарина. - 2-е изд., стереотип. - М. : Горячая линия-Телеком, 2012. - 320 с.  
**URL:** <https://e.lanbook.com/book/5115> (дата обращения: 10.12.2020). - ISBN 978-5-9912-7001-4

### Периодические издания

1. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - . - ISSN 1561 – 5405

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

4. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : электронная библиотека. - USA ; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка"

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, применяется «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях (лекциях и лабораторных работах) с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания (индивидуальные практические задания к лабораторным работам).

Обучение может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем могут использоваться сервисы обратной связи, такие как электронная почта, социальная сеть ВКонтакте, система видеоконференций Zoom.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в формах материалов в системе ОРИОКС: URL: [https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id\\_science=2079766](https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079766)

При проведении лекционных занятий и лабораторных работ используются внешние электронные ресурсы в виде доступа к видео лекциям и заданиям для лабораторных работ раздела дисциплины «Программные средства САПР» сайта преподавателя (URL: [http://dima.pkims.ru/courses/3\\_ps\\_sapr/index.php](http://dima.pkims.ru/courses/3_ps_sapr/index.php))

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Microsoft (Azure), Microsoft Office
Компьютерный класс	ПЭВМ I5 (Intel Core i5 7400, монитор 21,5" AOC i2269Vw) 29 шт.	Microsoft (Azure), Visual Studio (Azure)
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Microsoft (Azure), браузер Google Chrome

## **10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-4.ПССАПР** «Способен применять углубленные знания в области средств проектирования приборов, схем, устройств и установок электроники и микроэлектроники».
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-5.ПССАПР** «Способен применять лингвистические средства для разработки функциональных блоков средств САПР для проектирования схем на различных этапах проектирования»

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС // URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- посетить лекции по предмету;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- выполнить задания для СРС к каждой из лекций;
- выполнить практико-ориентированное задание;
- принять участие в дискуссиях во время лекций и лабораторных работ.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным занятиям, лабораторным работам, использование литературы, интернет-ресурсов.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачёта с публичным представлением результатов заданий СРС на опыт деятельности и заданий проектного типа.

Дисциплина состоит из лекционных занятий, заданий для самостоятельной работы студентов, лабораторных работ. Заканчивается дисциплина зачётом с оценкой.

Цель лекций – обучение базовым знаниям и умениям в области средств САПР интегральных схем с частичным охватом материала принципов разработки программного обеспечения в области проектирования и моделирования интегральных схем. Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно. Лектор предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации.

Лабораторные работы выполняются студентами по индивидуальным заданиям в компьютерном классе. Цикл лабораторных работ содержит два занятия (лабораторная работа №2 и лабораторная работа №5), на которых излагаются теоретические сведения о рассматриваемой области и выполняются единые для всей группы задания. На остальных

лабораторных работах (№№ 1,3,4,6,7,8) студенты самостоятельно выполняют поставленную перед ним задачу согласно индивидуальному варианту. Все лабораторные работы посвящены решению практических задач разработки средств САПР на различных этапах проектирования.

С целью качественной организации самостоятельной работы студентов проводятся разъяснения материала. Вводное разъяснение проводится лектором дисциплины в начале первой лекции и включает: информацию о структуре и графике контрольных мероприятий, содержании и порядке проведения контрольных мероприятий, правилах оценивания согласно НБС МИЭТ, учебной литературе и дополнительных информационных источниках, основных требованиях по оценке качества освоения дисциплины, самостоятельной работе студентов, организации и назначении консультаций. На каждой из последующих лекций проводится разъяснение по выполнению заданий для СРС.

Задания для СРС формулируются после каждой лекции и посвящены вопросам, изучаемым на каждой из лекций. Задания для СРС выкладываются на сайте преподавателя разделе дисциплины.

Для студентов проводятся консультации. Студентам рекомендуется активно пользоваться консультациями преподавателя: это единственная возможность обучаться индивидуально и выяснить все возникшие вопросы. Кроме этого на консультациях можно защитить лабораторную работу, если не успели на занятии.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой с публичным представлением результатов заданий СРС на опыт деятельности и заданий проектного типа.

## 11.2. Система контроля и оценивания

Способы оценки качества выполнения видов СРС.

- Оценка выполнения текущей самостоятельной работы студентов производится преподавателем в течение семестра для каждого студента и входит в оценку работы студента за семестр.
- Выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной работы к каждой из лекций, подготовка к контрольным мероприятиям оцениваются в баллах в течение семестра.

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 80 баллов), и сдача зачёта с оценкой (максимум 20 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступны в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

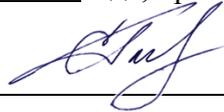
**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент кафедры ПКИМС, к.т.н.



/ Д.А. Булах /

Рабочая программа дисциплины «Программные средства САПР» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Автоматизация проектирования изделий наноэлектроники», разработана на кафедре ПКИМС и утверждена на заседании кафедры 27 ноября 2020 года, протокол № 8

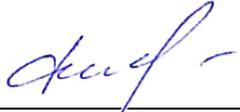
Заведующий кафедрой ПКИМС  /С.В. Гаврилов/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  /И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П. Филиппова/