

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 11:56:15  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c8f8b0ea882b8d602

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«27» 11 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Математические основы САПР»

Направление подготовки - 01.04.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль) – «Математические методы и моделирование в естественнонаучной и технической сферах»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании компетенции ПК-1 «Способен к разработке и применению аналитических и численных методов для исследования математических моделей в различных областях знания», сформулированной в результате анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, а также консультаций с ведущими работодателями.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-1.МОСАПР</b> Способен к применению математических моделей и методов для решения прикладных задач САПР микроэлектроники	Математическое моделирование объектов проектирования интегральных схем, проектирование математического и программного обеспечения САПР СБИС, применение и анализ подходящих алгоритмов и структур данных	<i><b>Знает</b></i> современные тенденции развития микроэлектроники и САПР СБИС; абстрактные модели алгоритмов и их сложности; математические модели и методы комбинаторной оптимизации, алгоритмы на графах и основы вычислительной геометрии. <i><b>Умеет</b></i> эффективно применять математические модели и методы, подходящие алгоритмы и структуры данных для решения задач автоматизации проектирования электронных устройств. <i><b>Имеет опыт</b></i> математического моделирования и алгоритмизации прикладных задач САПР микроэлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: для изучения дисциплины необходимо владение знаниями и умениями в объёме программы математических дисциплин бакалавриата по направлению подготовки «Прикладная математика». Необходимые знания включают основы дискретной математики, алгебры и геометрии, математической логики, теории вероятностей, математического моделирования, методов оптимизации, технологий 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)		
1	2	3	108	16	-	16	40	36 (Экз)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа (часы)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
1. Введение в САПР СБИС. Алгоритмы, сложность, труднорешаемые задачи.	2	-	2	4	Коллоквиум по модулям 1-2
2. Методы ограничения перебора	6	-	8	12	
3. Алгоритмы на графах	4	-	4	12	Текущий контроль не предусмотрен
4. Вычислительная геометрия	4	-	2	12	

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля	№ лекции	Объем (часы)	Краткое содержание
1	1	1	<b>Введение в САПР СБИС.</b> Тенденции развития микроэлектроники и принципы проектирования современных СБИС. Предмет и задачи автоматизации проектирования СБИС. Уровни, аспекты и этапы проектирования. Типовая схема нисходящего проектирования. Виды обеспечения САПР. Показатели эффективности САПР. Современные проблемы проектирования СБИС.
	1	1	<b>Алгоритмы, сложность, труднорешаемые задачи.</b> Классификация задач по сложности. Линейные, полиномиальные и экспоненциальные алгоритмы. Примеры задач полиномиальной сложности. Абстрактные модели алгоритмов. Детерминированная и недетерминированная машины Тьюринга. Примеры алгоритмов, описанных на ДМТ и НДМТ (раскраска географической карты). Примеры задач класса NP. NP-сложность и NP-полнота. Теорема Кука. Сводимость задач.

2	2	1	<b>Решение задач класса NP. Метод перебора, алгоритм A*.</b> Необходимость ограничения перебора. Алгоритм A*, примеры применения.
	2	1	<b>Динамическое программирование.</b> Пример решения задачи технологического мэппинга с помощью динамического программирования (алгоритм Кейтцера).
	3	1	<b>Жадный алгоритм. Матроиды.</b> Пример построения связывающего дерева на графе с помощью алгоритма Краскала.
	3	1	<b>Метод ветвей и границ.</b> Примеры решения задач линейного размещения и построения дерева Штейнера.
	4	1	<b>Метод вектора спада.</b> Пример решения задачи коммивояжера. Методы релаксации, моделирования отжига. <b>Генетический алгоритм.</b> Примеры применения генетического алгоритма.
	4	1	<b>Математическое программирование.</b> Линейное программирование, целочисленное линейное программирование. Нелинейные ограничения. Задача одновременной трассировки множества цепей.
3	5	1	<b>Основы теории графов. Алгоритмический подход.</b> Способы представления графов (матрицы инцидентности и смежности, списки ребер, код Харари, списки инцидентности). Обходы графа (поиски в глубину и ширину).
	5	1	<b>Циклы в графе.</b> Фундаментальное множество циклов, алгоритм нахождения ФМН. Эйлеровы пути в графе. Алгоритм нахождения Эйлерова цикла, пример применения. Понятие о Гамильтоновых путях.
	6	1	<b>Кратчайшие пути на ориентированном графе.</b> Общая идея алгоритмов, основанных на «релаксации» рёбер. Обобщённый алгоритм Беллмана-Форда-Мура, эвристические модификации. Вычисление расстояний в бесконтурном графе, в графе с неотрицательными весами, в графе общего вида. Алгоритм Флойда. Задача одномерного сжатия топологии на графе ограничений.
	6	1	<b>Изоморфизм графов, планарность, гиперграфы.</b> Задача проверки изоморфизма, критерий планарности. Свойства планарных графов. Способы представления гиперграфов и их применение в САПР.
4	7	1	<b>Основы вычислительной геометрии.</b> Определения, виды задач, общие методы решения. Базовые вычислительные приёмы: пересечение отрезков, локализация точки относительно прямой, повороты, сравнение углов и расстояний. Общие и специфические алгоритмические методы. Структуры данных вычислительной геометрии.
	7,8	2	<b>Некоторые задачи вычислительной геометрии.</b> Геометрический поиск: задачи локализации и регионального поиска. Построение выпуклой оболочки и связанные задачи. Задачи о близости. Пересечение отрезков, булевы операции над многоугольниками. Алгоритм сканирующей и примеры применения. Построение графа ограничений в задаче сжатия топологии СБИС.
	8	1	<b>Диаграммы Вороного как универсальный инструмент решения ряда фундаментальных и практических задач.</b> Определение классической диаграммы Вороного. Решение задач о близости с помощью диаграммы Вороного. Методы построения диаграмм Вороного: «разделяй и властвуй», заметания плоскости, инкрементный подход. Обобщения диаграмм Вороного. Применение диаграмм Вороного в САПР: прогнозирование выхода годных микросхем, экстракция осевых линий проводников, глобальная и детальная трассировка.

## 4.2. Практические занятия

№ модуля	№ занятия	Объем (часы)	Наименование занятия
1	1	1	Введение в САПР СБИС.
	1	1	Алгоритмы, сложность, труднорешаемые задачи.
2	2	1	Решение задач класса NP. Метод перебора, алгоритм A*.
	2	1	Динамическое программирование. Пример решения задачи
	3	1	Жадный алгоритм.
	3	1	Метод ветвей и границ.
	4	1	Метод вектора спада. Генетический алгоритм.
	4	1	Математическое программирование.
	5	2	Коллоквиум
3	6	1	Основы теории графов. Алгоритмический подход.
	6	1	Циклы в графе.
	7	1	Кратчайшие пути на ориентированном графе.
	7	1	Изоморфизм графов, планарность, гиперграфы.
4	8	0.5	Основы вычислительной геометрии.
	8	0.5	Некоторые задачи вычислительной геометрии.
	8	1	Диаграммы Вороного как универсальный инструмент решения ряда фундаментальных и практических задач.

## 4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля	Объем (часы)	Вид СРС
1-4	25	Изучение теоретического курса – выполняется самостоятельно каждым студентом по итогам каждого из занятий
1-2	15	Подготовка к коллоквиуму
	36	Подготовка к экзамену

## 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>):

### Общее

- ✓ Методические указания студентам по изучению дисциплины
- ✓ Расширенный список литературы.

**Модуль 1** «Введение в САПР СБИС. Алгоритмы, сложность, труднорешаемые задачи»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения в рамках подготовки к коллоквиуму.

**Модуль 2** «Методы ограничения перебора»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения в рамках подготовки к коллоквиуму.

**Модуль 3** «Алгоритмы на графах»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения в рамках подготовки к экзамену.

**Модуль 4** «Вычислительная геометрия»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения в рамках подготовки к экзамену.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Лорьер Ж.Л. Системы искусственного интеллекта : Пер. с фр. / Ж.Л. Лорьер. - М. : Мир, 1991. - 568 с.
2. Норенков И.П. Основы теории и проектирования САПР : Учебник для вузов / И.П. Норенков, В.Б. Маничев. - М. : Высшая школа, 1990. - 335 с.
3. Введение в математические основы САПР : Курс лекций / Д.М. Ушаков. - М. : ДМК Пресс, 2011. - 208 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1311> (дата обращения: 14.09.2020). - ISBN 978-5-94074-500-6
4. Ульман Дж.Д. Вычислительные аспекты СБИС : Пер. с англ. / Ульман Дж.Д.; Ред. пер. П.П. Пархоменко. - М. : Радио и связь, 1990. - 480 с. - ISBN 5-256-00253-8; ISBN 0-914894-95-1
5. Препарата Ф. Вычислительная геометрия: Введение : Пер. с англ. / Ф. Препарата, М. Шеймос. - М. : Мир, 1989. - 478 с.

### Периодические издания

1. ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems. – URL: <https://dl.acm.org/journal/todaes> (дата обращения: 12.01.2020).

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

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.09.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: для

- зарегистрированных пользователей
3. Math-Net.Ru: общероссийский математический портал: сайт. – Москва, Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2020. – URL: <http://www.mathnet.ru/> (дата обращения: 06.04.2020). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
  4. IEEE Xplore : сайт. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org> (дата обращения: 12.01.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
  5. ACM Digital Library: сайт. - URL: <https://dl.acm.org> (дата обращения: 12.01.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
  6. Design Automation Conference: [сайт конференций]. – URL: <https://www.dac.com> (дата обращения: 12.01.2020).

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде. С этой целью для освоения образовательной программы применяются ресурсы электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Для взаимодействия студентов с преподавателем также используются электронная почта.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
Учебная аудитория	Учебная доска Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду МИЭТ; телевизоры; акустическое оборудование (микрофон, звуковые колонки))	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и

	обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
--	---	---

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ПК-1.МОСАПР «Способность к применению математических моделей и методов для решения прикладных задач САПР микроэлектроники».

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**

Лекции и практические занятия проводятся контактно в соответствии с расписанием. Посещение лекций и практических занятий обязательно. Дополнительной формой контактной работы являются консультации, их посещать необязательно.

В период изучения дисциплины студентам предоставляется в электронном виде учебно-методические материалы в ОРИОКС по адресу <http://orioks.miet.ru>.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система. Описание структуры и график контрольных мероприятий доступны в ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра постоянно, результаты выставляются/корректируются дважды: по итогам первых 10 учебных недель и в конце семестра.

### **РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент каф. ВМ-1, к.ф.-м.н.



/ Малинаускас К.К. /




Рабочая программа дисциплины «Математические основы САПР» по направлению подготовки 01.04.04 «Прикладная математика», направленность (профиль) «Математические методы и моделирование в естественнонаучной и технической сферах», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 10.11 2020 года, протокол № 3

Заведующий кафедрой ВМ-1  /А.А. Прокофьев/

### 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 /