

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректор
Дата подписания: 30.06.2026 15:57:41
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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

А.Г.Балашов

«26» 06 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические основы САПР»

Направление подготовки - 02.04.01 «Математика и компьютерные науки»

Направленность (профиль) «Компьютерные методы моделирования, обработки и анализа данных»

Москва, 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании компетенции **ПК-2** «Способен к разработке и применению методов компьютерной математики для исследования математических моделей в инженерных и физических приложениях», 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
ПК-2. МОСАПР 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>Знает</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>Умеет</i> эффективно применять математические модели и методы, подходящие алгоритмы и структуры данных для решения задач автоматизации <i>Имеет опыт</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 (является элективной).

Входные требования к дисциплине: для изучения дисциплины необходимо владение знаниями и умениями в объёме программы математических дисциплин бакалавриата по направлению подготовки «Математика и компьютерные науки», «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)		
2	4	4	144	28	-	28	88	ЗаО

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.	4	-	2	4	Коллоквиум по модулям 1-2
2. Методы ограничения перебора	12	-	12	18	
3. Алгоритмы на графах	6	-	4	18	Коллоквиум по модулям 3-4
4. Вычислительная геометрия	6	-	6	18	
5. Проектный модуль	-	-	4	30	Защита проектного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля	№ лекции	Объем (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Введение в САПР СБИС. 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.
	2	2	Алгоритмы, сложность, труднорешаемые задачи. 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	3	2	Решение задач класса NP. Метод перебора, алгоритм A*. Необходимость ограничения перебора. Алгоритм A*, примеры применения.
	4	2	Динамическое программирование. Пример решения задачи технологического мэппинга с помощью динамического программирования (алгоритм Кейтцера).
	5	2	Жадный алгоритм. Матроиды. Пример построения связывающего дерева

			на графе с помощью алгоритма Краскала.
	6	2	Метод ветвей и границ. Примеры решения задач линейного размещения и построения дерева Штейнера.
	7	2	Метод вектора спада. Пример решения задачи коммивояжера. Методы релаксации, моделирования отжига. Генетический алгоритм. Примеры применения генетического алгоритма.
	8	2	Математическое программирование. Линейное программирование, целочисленное линейное программирование. Нелинейные ограничения. Задача одновременной трассировки множества цепей.
3	9	2	Основы теории графов. Алгоритмический подход. Способы представления графов (матрицы инцидентности и смежности, списки ребер, код Харари, списки инцидентности). Обходы графа (поиски в глубину и ширину). Циклы в графе. Фундаментальное множество циклов, алгоритм нахождения ФМН. Эйлеровы пути в графе. Алгоритм нахождения Эйлерова цикла, пример применения. Понятие о Гамильтоновых путях.
	10	2	Кратчайшие пути на ориентированном графе. 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.
	11	2	Изоморфизм графов, планарность, гиперграфы. Задача проверки изоморфизма, критерий планарности. Свойства планарных графов. Способы представления гиперграфов и их применение в САПР.
4	12	2	Основы вычислительной геометрии. 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.
	13	2	Некоторые задачи вычислительной геометрии. 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.
	14	2	Диаграммы Вороного как универсальный инструмент решения ряда фундаментальных и практических задач. 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	2	Введение в САПР СБИС. Алгоритмы, сложность, труднорешаемые задачи.
2	2	2	Решение задач класса NP. Метод перебора, алгоритм A*.
	3	2	Динамическое программирование. Пример решения задачи
	4	2	Жадный алгоритм. Метод ветвей и границ.
	5	2	Метод вектора спада. Генетический алгоритм.
	6	2	Математическое программирование.
	7	2	Коллоквиум по модулям 1 и 2
3	8	2	Основы теории графов. Алгоритмический подход. Циклы в графе.
	9	2	Кратчайшие пути на ориентированном графе. Изоморфизм графов, планарность, гиперграфы.
4	10	2	Основы вычислительной геометрии. Некоторые задачи вычислительной геометрии.
	11	2	Диаграммы Вороного как универсальный инструмент решения ряда фундаментальных и практических задач.
	12	2	Коллоквиум по модулям 3 и 4
5	13-14	4	Защита проектных заданий

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля	Объем (часы)	Вид СРС
1	2	Изучение теоретического курса – выполняется самостоятельно каждым студентом по итогам каждого из занятий
2	10	Изучение теоретического курса – выполняется самостоятельно каждым студентом по итогам каждого из занятий
1-2	12	Подготовка к коллоквиуму по модулям 1 и 2
3	9	Изучение теоретического курса – выполняется самостоятельно каждым

		студентом по итогам каждого из занятий
4	9	Изучение теоретического курса – выполняется самостоятельно каждым студентом по итогам каждого из занятий
3-4	18	Подготовка к коллоквиуму по модулям 1 и 2
1-4	36	Выполнение проектного задания и подготовка к защите

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»

- ✓ Презентации лекций.

Модуль 2 «Методы ограничения перебора»

- ✓ Презентации лекций.

Модуль 3 «Алгоритмы на графах»

- ✓ Презентации лекций.

Модуль 4 «Вычислительная геометрия»

- ✓ Презентации лекций.

Модуль 5 «Проектный модуль»

- ✓ Методические материалы по выполнению проектных заданий.

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: 25.03.2023). - 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: 20.05.2026).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.05.2026). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 20.05.2026). - 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: 20.05.2026). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
4. IEEE Xplore : сайт. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org> (дата обращения: 20.05.2026). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
5. ACM Digital Library: сайт. - URL: <https://dl.acm.org> (дата обращения: 20.05.2026). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
6. Design Automation Conference: [сайт конференций]. – URL: <https://www.dac.com> (дата обращения 20.05.2026).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Используется традиционная технология обучения.

Лекции и практические занятия проводятся в аудиториях института по расписанию.

Практические занятия проходят в форме совместного решения задач.

Важным элементом обучения является выполнение проектного задания.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы (<http://orioks.miet.ru>).

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: разделы ОРИОКС «Домашние задания», «Новости», электронная почта.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Учебная доска Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Profe

	подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду МИЭТ; телевизоры; акустическое оборудование (микрофон, звуковые колонки))	ssional 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 обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC, Visual Studio, Python

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-2.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 в аудиториях института в соответствии с расписанием. Дополнительной формой контактной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором еженедельно, их посещать необязательно.

В период изучения дисциплины студентам предоставляется в электронном виде учебно-методические материалы (перечень приведён в разделе 5 и 6), в том числе «Методические рекомендации студентам по изучению дисциплины» (включающие подробное описание организации процесса обучения, системы контроля и оценивания). Материалы размещаются в ОРИОКС по адресу <http://orioks.miet.ru/>.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: сдача коллоквиумов и выполнение проектного задания. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Описание структуры и график контрольных мероприятий доступны в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент каф. ВМ-1, к.ф.-м.н.



/ Малинаускас К.К. /

Рабочая программа дисциплины «Математические основы САПР» по направлению подготовки 02.04.01 «Математика и компьютерные науки», направленность (профиль) «Компьютерные методы моделирования, обработки и анализа данных», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 26.05 2026 года, протокол № 15

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 /