

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 15:20:16

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354175608c91b0ca812883d1

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

20 20

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Геометрическое моделирование»

Направление подготовки 11.03.04 - «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) - «Автоматизация проектирования изделий нанoeлектроники»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.ГМ Способен применять системный подход для решения задач геометрического моделирования	Знания актуальных российских и зарубежных источников информации в сфере геометрического моделирования Умения осуществлять критический анализ информации, полученной из разных источников Опыт использования методик сбора и обработки пространственной информации

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 4 курсе, в 8-м семестре (очная форма обучения).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах:

- Математический анализ;
- Линейная алгебра;
- Информатика/Программирование;
- Основы численных методов;
- Компьютерная (инженерная) графика.

Материалы, изучаемые в данной дисциплине, используются при прохождении научно-исследовательской практики и подготовке бакалаврской диссертации. Изучение дисциплины закрепляет ранее полученные знания по указанным выше дисциплинам и закладывает фундамент для успешной профессиональной деятельности, в частности, при необходимости визуализации/презентации полученных специалистом результатов.

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)		
4	8	3	108	12	24	12	60	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Концептуальный базис ГМ	2	2	4	14	Защита лабораторной работы №1.
					Сдача домашнего задания по модулю №1.
					Прохождение тестирования по модулю №1.
2. Математический базис ГМ	4	4	4	14	Защита лабораторной работы №2.
					Сдача домашнего задания по модулю №2.
					Прохождение тестирования по модулю №2.
3. Программно-лингвистический базис ГМ	4	4	8	14	Защита лабораторной работы №3.
					Сдача домашнего задания по модулю №3.
					Прохождение тестирования по модулю №3.
4. Системы компьютерной графики в микроэлектронике	2	2	8	14	Защита лабораторной работы №4.
					Сдача домашнего задания по модулю №4.
					Прохождение тестирования по модулю №4.

1,2,3,4				4	Сдача практико-ориентированного задания
---------	--	--	--	---	---

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем (Часы)	Краткое содержание
1	1.	2	Введение в курс. Многообразие сфер применения компьютерной графики. Значение ГМ при математическом моделировании средствами САПР мультифизики. Концептуальный базис ГМ: параметризация, каркас, технология ассоциативного конструирования, объектно-ориентированный подход, фичерс. Преобразования ГМ. Виды простейших геометрических элементов и основные способы их создания. Типы представления геометрических 3D – моделей. Граничное представление, в виде дерева построений, кинематическое представление, гибридные типы. Рендеринг.
2	2.	2	Описание твердого тела на языке теории множеств. Структурная и граничная модели в системах моделирования твердого тела. Модель конструктивной геометрии трехмерного объекта. Кусочно-аналитическая граничная модель. Логико-алгебраическая граничная модель твердого тела. Постановка задачи аппроксимации. Методы аппроксимации кривых и поверхностей. Метод аппроксимации Бернштейна. Операторная форма представления поверхностей. Конструирование свободных поверхностей методом Безье. Расширенный метод аппроксимации поверхностей Кунса.
	3.	2	Сплайны. Метод интерполяции Эрмита. Метод Кунса, аппроксимация рациональными кубическими функциями. Понятие сплайн-функции и аппроксимация B-сплайнами. NURBS. Методы оптимизации геометрических моделей. Общая задача оптимизации. Особенности задания сетки и конечных элементов в задачах симуляции мультифизики.
3	4.	2	Методы и средства разработки графических приложений. Роль и виды языков в графических системах. Графические языки пользователей САПР: директивные и альтернативные. Структура линии вывода графической информации и уровни языков.
	5.	2	Система 3D Studio Max. Моделирование объектов на основе примитивов. Основы сеточного моделирования. Основы работы со сплайнами. Создание моделей методом лофтинга. Деформация моделей, построенных методом лофтинга. Моделирование с использованием булевых операций. Применение систем AutoCAD. Эволюция продуктов AutoCAD компании Autodesk. Особенности AutoCAD Electrical. Система трёхмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D V9 компании Аскон.
4	6.	2	Задачи графических подсистем САПР. Связь подсистем САПР с точки зрения обработки графической и геометрической информации. Функции графических

		систем САПР. Компоненты графических систем САПР. Технические средства интерактивной графической системы. Классификация САПР компьютерной графики. Графические системы САПР, ориентированные на чертеж. Графические системы САПР, ориентированные на объект. Примеры систем подготовки чертежно-конструкторской документации. Обзор современных высокопроизводительных графических станций, их сравнительные характеристики и структура. Подсистемы компьютерной графики в микро- и нанoeлектронике. Визуализация процессов и объектов в приборно-технологическом САПР. Сравнительный анализ типичных систем компьютерной графики в микроэлектронике. 3D-графика в проектировании микрооптоэлектромеханических систем. Особенности использования AnSYS и NASTRAN
--	--	--

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1.	2	История развития САПР компьютерной графики. Параметризация геометрических моделей (ГМ). Преимущества и недостатки параметризованных ГМ. Способы построения ГМ.
2	2.	2	Четырехуровневая иерархическая структура кусочно-аналитической модели твердого тела.
	3.	2	Триангуляция Делоне. NURBS для поверхностей. Элементы внутренней и внешней геометрии. Теорема Гаусса.
3	4.	2	Стандартные средства Win API и OpenGL. Библиотеки DirectX (Direct3D).
	5.	2	Алгоритмы машинной графики. Применение 3D-графики в компьютерных играх и научной анимации.
4	6.	1	Сравнительный анализ систем трехмерной компьютерной графики. Примеры систем обработки графической и геометрической информации в САПР. Системы виртуальной реальности.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Работа с ядром MATLAB, Octave. Интерполяция средствами ядра MATLAB.
2	2	4	Патчи. Исследование сплайнов средствами пакета MATLAB SplineToolbox.
3	3	4	OpenGL-библиотеки для MS Visual C++. Создание геометрических примитивов.
	4	4	Создание сложных сцен средствами OpenGL.
4	5	4	Введение в 3DsMax.
	6	4	Создание сложных сцен в 3DsMax.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Освоение теоретического материала.
	4	Подготовка к лабораторной работе.
	4	Работа по индивидуальному заданию на реферат.
2	4	Освоение теоретического материала.
	4	Решение задач на тему аппроксимация поверхностей сплайнами.
	4	Подготовка к лабораторной работе.
3	4	Освоение теоретического материала.
	4	Написание скрипта для моделирования лица человека (OpenGL)
	4	Подготовка к лабораторной работе.
4	4	Освоение теоретического материала. ГМ системы графических объектов.
	4	Подготовка к лабораторной работе.
	4	Оформление реферата.
1-4	4	Выполнение практико-ориентированного задания.
	8	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 «Геометрическое моделирование»: https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079784

Модуль 1 «Концептуальный базис ГМ»

Методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ЭМИРС- <http://emirs.miet.ru/oroks-miet/> в рамках подготовки к рубежному контролю.

Модуль 2 «Математический базис ГМ»

Методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 4 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ЭМИРС- <http://emirs.miet.ru/oroks-miet/> в рамках подготовки к рубежному контролю.

Модуль 3 «Программно-лингвистический базис ГМ»

Методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 3 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ЭМИРС- <http://emirs.miet.ru/oroks-miet/> в рамках подготовки к рубежному контролю.

Модуль 4 «Системы компьютерной графики в микроэлектронике»

Методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 4 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ЭМИРС- <http://emirs.miet.ru/oroks-miet/> в рамках подготовки к рубежному контролю.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Матюшкин И.В. Введение в геометрическое моделирование : Учеб.пособие. Ч. 1 : Формально-математические средства / И.В. Матюшкин, М.А. Заплетина, Д.А. Булах; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2019. - 240 с. - ISBN 978-5-7256-0922-6

2. Матюшкин И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур / И.В. Матюшкин. - М. : Техносфера, 2011. - 168 с. - ISBN 978-5-94836-286-1
3. Матюшкин И.В. Решение типовых задач моделирования и визуализации в среде MATLAB : Учебно-методическое пособие / И.В. Матюшкин, М.А. Заплетина; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2018. - 224 с. - ISBN 978-5-7256-0873-1
4. Корнеев В.И. Интерактивные графические системы : Учеб. пособие / В.И. Корнеев. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 232 с. + CD. - ISBN 978-5-94774-965-6
5. Роджерс Д. Математические основы машинной графики : Пер. с англ. / Д.Ф. Роджерс, Адамс Дж.А.; Под ред. Ю.И. Топчиева. - М. : Машиностроение, 1980. - 240 с.
6. Соколова Т.Ю. AutoCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование. Учебный курс / Т.Ю. Соколова. - М. : ДМК Пресс, 2016. - 754 с. - ISBN 978-5-97060-350-5
7. Никулин Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики : Учеб. пособие / Е.А. Никулин. - СПб. : БХВ-Петербург, 2015. - 554 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/940228> (дата обращения: 01.09.2019). - ISBN 978-5-9775-1925-0

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

1. САПР И ГРАФИКА / Издательский дом КомпьютерПресс. - М.: КомпьютерПресс, 1996 -. На сайте представлены электронные версии статей журнала с 2000 г. до текущего года. – URL: <http://www.sapr.ru/> (дата обращения: 20.12.2020). Режим доступа: свободный.
2. CADmaster: Электронный журнал для профессионалов в области САПР. - М.: ЛИП консалтинг, 2000 -. На сайте представлены полные версии номеров журнала с 2001 г., поиск по рубрикам. – URL: <http://www.cadmater.ru/> (дата обращения: 20.12.2020). Режим доступа: свободный
3. Научная визуализация : Электронный журнал / Национальный Исследовательский Ядерный Университет "МИФИ". - М. : МИФИ, 2009 - . – URL: <http://sv-journal.org/about.php?lang=ru> (дата обращения: 30.10.2020).

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/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
4. IEEE/IET ElectronicLibrary (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 данной дисциплине используется смешанное обучение, применяется модель «перевернутый класс». Учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с использованием докладов, дискуссий и обсуждений. Работа поводится по следующей схеме:

- СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса: записи видеолекции, темы онлайн-курса, тестирование, подготовка реферата по выбранной теме с использованием информационных ресурсов eLIBRARY.RU);
- аудиторная работа (семинар с представлением и обсуждением выполненной работы, возможно презентаций с применением на практическом примере изученного материала, тематической дискуссии, разбор ошибок при тестировании);
- обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Применяются дистанционные образовательные технологии в онлайн сдачи заданий для СРС к каждой из лекций в соответствии с индивидуальным вариантом посредством электронной почты.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта и система видеоконференций Zoom.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в формах материалов в системе ОРИОКС: https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079784

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Microsoft (Azure), Microsoft Office
Учебная аудитория	Учебная доска	Не требуется
Компьютерный класс	ПЭВМ I5 (Intel Core i5 7400, монитор 21,5" AOC i2269Vw) 29 шт.	Microsoft (Azure), Matlab Octave 3ds Max
Помещение для	Компьютерная техника с	Microsoft (Azure),

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
самостоятельной работы	возможностью подключения сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	браузер Google Chrome

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **УК-1. ГМ** «Способен применять системный подход для решения задач геометрического моделирования».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещён 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 и семинары по предмету;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- выполнить задания для СРС к каждой из лекций;
- подготовить реферат;
- выполнить практико-ориентированное задание по дисциплине;
- 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.

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 самостоятельной работы.

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

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

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 70 баллов), и сдача зачёта с оценкой (максимум 30 баллов).

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры ПКИМС, к.ф.-м.н.

/И.В. Матюшкин/

Рабочая программа дисциплины «Геометрическое моделирование» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Автоматизация проектирования изделий нанoeлектроники» разработана на кафедре ПКИМС и утверждена на заседании кафедры 27 ноября 2020 года, протокол № 8

Заведующий кафедрой ПКИМС

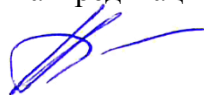


/С.В. Гаврилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

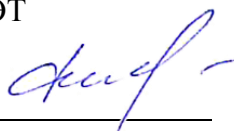
Начальник АНОК



/И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



/ Т.П. Филиппова/