

Программа учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования изделий микро- и нанoeлектроники»

Утверждена
Академическим советом ОП¹
Протокол № от __.__.2019

Разработчик	Харитонов Игорь Анатольевич, профессор, департамент электронной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ
Число кредитов	4
Контактная работа (час.)	56
Самостоятельная работа (час.)	96
Курс, Образовательная программа	2 курс, ОП «Инжиниринг в электронике» направления подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» уровень – магистр
Формат изучения дисциплины	С использованием онлайн курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Целью изучения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования изделий микро- и нанoeлектроники» является теоретическая и практическая подготовка студентов к решению организационных, научных и технических задач при разработке и применении моделей, методов и средств автоматизированного проектирования изделий микро- и нанoeлектроники при комплексной компьютеризации этапа проектирования.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основополагающие сведения по решению научно-практических задач при создании, модернизации и эксплуатации систем автоматизированного проектирования изделий микро- и нанoeлектроники;
- методы формирования математических моделей электронных изделий;
- методы автоматизированного проектирования электронных изделий с использованием системного подхода;
- тенденции и перспективы развития систем автоматизации проектирования электронных изделий.

¹ Для ПУД из общеуниверситетского пула – Руководитель Департамента.

Уметь:

- применять системы автоматизированного проектирования изделий микро и наноэлектроники

Владеть:

- навыками использования средств автоматизации проектирования в целях разработки электронных изделий на современной элементной базе и их математических моделей.

В результате освоения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования изделий микро- и наноэлектроники» студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен оценивать и модифицировать освоенные методы и способы профессиональной деятельности	Знает основные отечественные и зарубежные периодические издания в области ИКТСС, умеет пользоваться поисковыми системами. Может пользоваться справочными материалами для определения параметров аналоговых и цифровых ИС при проектировании телекоммуникационных устройств	Обсуждение и анализ результатов домашних работ и практических занятий
Способен разрабатывать, апробировать и изобретать модели, способы, методы и инструменты профессиональной деятельности	Владеет методами выбора, комбинирования и построения концепций, моделей, новых инструментов для решения прикладных задач	Практические занятия
Способен к самостоятельному освоению новых методов исследования, изменению научного и научно-производственного профиля своей деятельности и непрерывному повышению квалификации в течении всего периода профессиональной деятельности.	Применяет современные исследовательские методы, использует новейший отечественный и зарубежный исследовательский опыт.	Поиск и реферирование в ходе разработки плана исследования релевантных источников.

<p>Способен анализировать, верифицировать, оценивать полноту информации в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию и работать в условиях неопределенности</p>	<p>Владеет навыками анализа профессиональной литературы</p>	<p>Поиск источников по теме исследования. Составление аналитического обзора литературы</p>
<p>Способен определять, транслировать общие цели в профессиональной и социальной деятельности</p>	<p>Демонстрирует навыки получения информации из различных источников. Демонстрирует способность критического восприятия информации.</p>	<p>Обсуждение и анализ результатов домашних работ и практических занятий</p>
<p>Способен на основе системного подхода проектировать и конструировать изделия электронной техники на стадиях технического предложения, эскизного, технического и рабочего проектов с учетом экономической целесообразности, соблюдения правил охраны здоровья и требований экологической безопасности.</p>	<p>Формулирует цели разработки, осуществляет построение дерева целей проектирования, проводит функциональный анализ, проводит декомпозицию технического задания на разработку системы на частные технические задания на разработку подсистем, проводит оценку инновационного потенциала усовершенствования ТС</p>	<p>Выполнение домашних заданий</p>
<p>Способен применять современные компьютерные и информационные технологии при проектировании и конструировании электронных компонентов и средств, приборов, устройств и оборудования различного назначения.</p>	<p>Умеет использовать САПР электроники для решения классической и модифицированной задач анализа в электротехнике</p>	<p>Выполнение домашних заданий с использованием средств САПР электроники и ПО математического анализа.</p>

Способен разрабатывать проектно-конструкторскую, технологическую и техническую документацию на изделия электронной техники в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Разрабатывает и оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии с нормами и правилами ГОСТов ЕСКД.	Лекции. Подготовка и выполнение домашних заданий.
Способен проектировать удовлетворяющие требованиям технологичности, здоровья и безопасности технологические процессы производства новых материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.	Изучает и анализирует технологические варианты изготовления приборов, методы их проектирования, изучает соответствующие литературные источники	Практические занятия. Домашние задание.

Настоящая дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин программы.

Изучение дисциплины «Системы автоматизированного проектирования изделий микро и наноэлектроники» базируется на дисциплинах:

- Микро- и наноэлектроника;
- Методология инновационного инженерного проектирования.

Знания и навыки, полученные в ходе изучения дисциплины, служат основой и залогом успешного выполнения следующих пунктов РУП:

- преддипломная практика;
- выпускная квалификационная работа – магистерская диссертация.

2. Содержание учебной дисциплины

Тема (раздел дисциплины)	Объем в часах ²	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
	лк		
	см		
	онл/ср		
Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование. Характеристика изделий НЭ и МЭ.	2	<p>Знать: Сквозной маршрут проектирования «снизу-вверх»: технологический процесс, п/п приборы или элементы ИС; микросхемы низкого или среднего уровня интеграции; БИС и «системы на кристалле» (СнК). Специфика каждого этапа, используемое программное обеспечение.</p> <p>Уметь: Выбирать маршруты проектирования ЭКБ, выбирать программные средства для проектирования в зависимости от объекта проектирования.</p>	<p>Выполнение заданий на практических занятиях.</p> <p>Устный экзамен.</p>
	2		
	16		
Тема 2. Приборно-технологическое проектирование структур компонентов.	8	<p>Знать: Описание технологического маршрута изготовления прибора. Физико-математические модели технологических операции диффузии, ионной имплантации, отжига, окисления, нанесения материалов, травления, металлизации. Параметры управления перечисленными операциями. Дрейфо-диффузионную и гидродинамическая модели переноса носителей заряда в п/п структурах.</p>	<p>Выполнение заданий на практических занятиях.</p> <p>Устный экзамен.</p>
	15		
	32		

² Не заполняется для ПУД, которые не вошли в УП ОП и не запланированы в расписании учебных занятий

		<p>Уметь: Проводить приборно-технологическое проектирование структур элементов в соответствии с поставленными задачами и с заданным набором электрических характеристик. Уметь определять необходимые физические модели в зависимости от задач моделирования.</p> <p>Владеть: Навыками использования средств приборно-технологического проектирования в целях разработки электронных изделий на современной элементной базе.</p>	
<p>Тема 3. Схемотехническое и топологическое проектирование ИС. Компактные SPICE модели элементов ИС.</p>	6	<p>Знать: Методы Схемотехническое и топологическое проектирование ИС различной степени интеграции. Компактные модели элементов ИС. Библиотеку топологий типовых элементов и фрагментов цифровых и аналоговых ИС. Понятие базовый матричный кристалл (БМК).</p> <p>Уметь: Рассчитывать параметры биполярных и МОП-транзисторов, характеристики типовых фрагментов цифровых и аналоговых ИС с помощью SPICE-подобных программ. Компоновать элементы на п/п кристалле. Проводить трассировку межсоединений.</p> <p>Владеть: Методами и</p>	<p>Домашнее задание.</p> <p>Устный экзамен.</p>
	10		
	24		

		программными продуктами для топологического проектирования и схемотехнического моделирования фрагментов интегральных схем .	
Тема 4. Особенности проектирования БИС и «систем на кристалле» (СнК).	6	Знать: Методы и особенности проектирования схем высокой степени интеграции и «систем на кристалле». Подсистемы логико-временного, смешанного А/Ц и теплового моделирования в САПР БИС. Уметь: проводить моделирование фрагментов цифровых и А/Ц ИС с помощью пакетов САПР.	Домашнее задание. Устный экзамен.
	7		
	24		
Часов по видам учебных занятий:	22		
	34		
	96		
Итого часов:	156		

Формы учебных занятий:

лк – лекции в аудитории;

см - семинары/ практические занятия/ лабораторные работы в аудитории;

онл – лекции или иные виды работы студента с помощью онлайн-курса;

ср – самостоятельная работа студента.

3. Оценивание

Критерии оценки знаний, навыков

Текущий контроль включает в себя выполнения заданий преподавателя на практических занятиях и домашнее задание. Итоговый контроль включается в себя экзамен по итогам 1-го и 2-го модулей.

При текущем контроле используются следующие критерии: посещение занятий, активность работы на аудиторных занятиях, своевременность и правильность выполнения домашнего задания, правильность выполнения заданий на практических занятиях, освоение материалов онлайн-курса Coursera на английском языке «Transistor - Field Effect Transistor and Bipolar Junction Transistor (Транзистор - полевой и биполярный транзистор)». Ссылка на курс: <https://www.coursera.org/learn/transistor-field-effect-transistor-bipolar-junction-transistor>.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по десятибалльной шкале.

При итоговом контроле используются следующие критерии: выполнение критериев оценки знаний на этапе промежуточного контроля; точность и полнота ответов на тестовые вопросы. Оценки по всем формам итогового контроля выставляются по десятибалльной шкале.

Порядок формирования оценок по дисциплине

Результирующая оценка за дисциплину (выставляется в диплом) рассчитывается в виде:

$$O_{\text{рез,итог}} = 0,5 \cdot O_{\text{экзамен}} + 0,5 \cdot O_{\text{накоп}}$$

где

$$O_{\text{накоп}} = 0,4 \cdot O_1 + 0,4 \cdot O_2 + 0,2 \cdot O_{\text{online_course}}$$

Накопленные оценки за 1-й (O_1) и 2-й (O_2) модули рассчитывается в виде:

$$O_{\text{накоп},1/2} = \frac{\sum O_{\text{отч},i}}{N_{\text{отч}}}$$

где $O_{\text{отч},i}$ – оценка за каждую отчётную единицу, $N_{\text{отч}}$ – количество отчётных единиц.

$O_{\text{экзамен}}$ – оценка, полученная за устный экзамен,

$O_{\text{online_course}}$ - оценка, полученная за освоение онлайн-курса.

В случае успешной работы студента в течение учебного семестра ($O_{\text{накоп}}$ не менее 9 баллов) преподаватель может не проводить для него устный зачёт, а выставить результирующую оценку $O_{\text{рез}}$ равную накопленной $O_{\text{накоп}}$.

Экзамены проводятся в устной форме. В билете 2 вопроса по материалу модуля за первый и второй модуль.

Блокирующие элементы не предусмотрены.

4. Ресурсы

4.1. Рекомендуемая основная литература

№п/п	Наименование
1	Электроника интегральных схем: лабораторные работы и упражнения: учеб. пособие / К. О. Петросянц [и др.]; Под ред. К. О. Петросянца. – М.: Солон-Пресс, 2017. – 555 с. – (Б-ка студента) . - ISBN 978-5-91359-213-2: 675.00.

4.2. Рекомендуемая дополнительная литература

№п/п	Наименование
1	Основы проектирования интегральных микросхем: учебное пособие / Н. В. Лемешко. – М.: МИЭМ, 2010. – 270 с. - ISBN 978-5-9902319-1-7.
2	Основы автоматизированного проектирования: учебник для студентов вузов / И. П. Норенков. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 334 с. – (Сер. "Информатика в техническом университете") . - ISBN 5-7038-2090-1.
3	Схемотехническое и системное проектирование радиоэлектронных устройств в OrCAD 10.5 / И. Л. Златин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 352 с. – (Сер. "Инструменты разработчика") . - Ц(7.05). - ISBN 978-5-9912005-1-6.

4.3. Программное обеспечение

№п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	LTspice	https://www.analog.com/ru/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html <i>свободное лицензионное соглашение</i>

4.4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	Электронно-библиотечная система Юрайт	URL: https://biblio-online.ru/
2	Открытое образование	URL: https://openedu.ru/

4.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, оснащённый ПЭВМ с установленным необходимым программным обеспечением: схемотехническим редактором (LTSpice). Для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине необходима аудитория, оснащённая видеопроектором, компьютером, пакетом Microsoft PowerPoint или аналогичным.

Transistor - Field Effect Transistor and Bipolar Junction Transistor

<https://www.coursera.org/learn/transistor-field-effect-transistor-bipolar-junction-transistor?>

5. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

5.1.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

5.1.2. *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

5.1.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.

6. Дополнительные сведения

По желанию разработчика в ПУД могут быть включены другие содержательные элементы, например, методические рекомендации для студента и преподавателя, описание применяемых образовательных технологий.