

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
физики твердого тела и наноструктур

 (Середин П.В.)  
01.03.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.05 Основы моделирования и проектирования микро- и наносистем и их  
электронной структуры**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 03.04.02

*Физика*

2. Профиль подготовки/специализация:

*Физика наносистем*

3. Квалификация выпускника: *Магистр*

4. Форма образования: *очная*

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

*физики твердого тела и наноструктур*

6. Составители программы: *Курганский Сергей Иванович,*

*доктор физ.-мат. наук, профессор*

7. Рекомендована: *НМС физического факультета протокол №2 от 23.03.2023*

8. Учебный год: 2023–2024

Семестр: 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

формирование у обучающихся комплекса специальных знаний, умений, навыков и компетенций в области современных средств и методов моделирования и проектирования изделий микро- и наноэлектроники.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение и освоение теоретических основ и методов проектирования изделий микро- и наноэлектроники;
- освоение современных программных средств проектирования электронной компонентной базы;
- формирование и закрепление навыков оптимального моделирования, проектирования, анализа и синтеза с использованием современных программных средств проектирования.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** часть, формируемая участниками образовательных отношений, блок Б1.

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки профессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций профессиональных стандартов:

40.006 «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»

– В/01.7 «Разработка технологических процессов и внедрение их в производство»;

– В/02.7 «Оптимизация параметров технологических операций».

40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»

– В/02.6 «Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований»;

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.1	Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнению экспериментов	Знать: методы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований, выполнения экспериментов Уметь: проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнению экспериментов Владеть: навыками проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, выполнению экспериментов
		ПК-1.2	Осуществляет теоретическое обобщение научных	Знать: методы теоретического обобщения научных данных,

			данных, результатов экспериментов и наблюдений с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	результатов экспериментов и наблюдений с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
				Уметь: осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
				Владеть: навыками осуществления теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
ПК-3	Участвует в разработке технологических процессов, их оптимизации и внедряет их в производство	ПК-3.2	Применяет методы физико-математического моделирования процессов и изделий электроники и нанoeлектроники	Знать: методы физико-математического моделирования процессов и изделий электроники и нанoeлектроники Уметь: применять методы физико-математического моделирования процессов и изделий электроники и нанoeлектроники Владеть: навыками применения методов физико-математического моделирования процессов и изделий электроники и нанoeлектроники

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 / 144.**

**Форма промежуточной аттестации Экзамен**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			2 семестр
Аудиторные занятия		64	64
в том числе:	лекции	32	32
	практические		
	лабораторные	32	32
	групповые консультации		
Самостоятельная работа		44	44
Форма промежуточной аттестации – экзамен		36	36

Итого:	144	144
--------	-----	-----

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Маршруты и этапы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем.	Этапы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем и возможности их автоматизации. Блочно-иерархический подход к проектированию сложных систем. Восходящее и нисходящее проектирование. Схема процесса проектирования на конкретном иерархическом уровне.
1.2	Системы автоматизированного проектирования больших интегральных схем.	Возможности современных систем автоматизированного проектирования. Общие сведения о САПР. Структура и принципы построения САПР. Подсистемы САПР. Техническое, математическое, программное, лингвистическое, информационное, организационное, методическое обеспечение САПР. САПР Cadence. САПР Quartus II. САПР TCAD. САПР ф. Mentor Graphics.
1.3	Функционально-логическое и схемотехническое проектирование функциональных блоков.	Создание схемного конструкторского файла. Формирование функционально-логического описания проекта. Компиляция проекта. Создание файла временных диаграмм. Моделирование проектируемого устройства.
1.4	Модели компонентов электронных схем.	Понятие модели. Внутренние и внешние параметры модели. Требования к моделям. Модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования. Подключение библиотек. Эквивалентные модели нелинейных элементов: интегральных диодов, и полевых транзисторов. Список параметров моделей.
1.5	Проектирование и моделирование функциональных блоков комбинационного типа.	Методика проектирования функциональных узлов комбинационного типа. Мультиплексоры. Мультиплексоры на проходных транзисторах и комплементарных ключах. Универсальный логический модуль. Приоритетный мультиплексор. Демультимплексор. Демультимплексор на проходных транзисторах. Преобразователи кодов. Преобразователь бинарного кода в код Грея. Преобразователь кода Грея в бинарный код. Преобразователь бинарного кода в обратный код
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Маршруты и этапы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем.	Лабораторная работа 1. Разработка схемы процесса проектирования на иерархическом уровне функционального блока
2.2	Системы автоматизированного проектирования больших интегральных схем.	Лабораторная работа 2. Изучение состава специализированной САПР Quartus II фирмы Altera. Освоение интерфейса пользователя.
2.3	Функционально-логическое и схемотехническое проектирование функциональных	Лабораторная работа 3. Изучение и освоение программных средств ввода проекта и визуализации результатов проектирования и моделирования.

	блоков.	
2.4	Модели компонентов электронных схем.	Лабораторная работа 4. Определение функциональных, статических и динамических, характеристик функциональных блоков Лабораторная работа 5. Определение временных и частотных характеристик функциональных блоков Лабораторная работа 6. Определение параметров моделей компонентов электронных схем
2.5	Проектирование и моделирование функциональных блоков комбинационного типа.	Лабораторная работа 7. Разработка проекта мультиплексора Лабораторная работа 8. Разработка проекта демультиплексора Лабораторная работа 9. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в код Грея Лабораторная работа 10. Разработка проекта преобразователя кода Грея в бинарный код Лабораторная работа 11. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в дополнительный код Лабораторная работа 12. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в обратный код

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Групповые консультации	Самостоятельная работа	
1	Маршруты и этапы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем.	4		2		10	16
2	Системы автоматизированного проектирования больших интегральных схем.	4		2		10	16
3	Функционально-логическое и схемотехническое проектирование функциональных блоков.	4		2		10	16
4	Модели компонентов электронных схем.	4		6		8	16
5	Проектирование и моделирование функциональных блоков комбинационного типа.	16		20		6	42
	Итого:	32		32		44	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Основы проектирования изделий микро- и наноэлектроники» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

Дисциплина «Основы проектирования изделий микро- и наноэлектроники» реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные работы; индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы студентов-магистров. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план;
- уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций;
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;
- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;
- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;
- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;
- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием рефератов, участием в лабораторных работы, подготовкой и сдачей зачета по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

Самостоятельная работа обучающихся наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки магистров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или лабораторной работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа обучающегося позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа – это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу обучающихся и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность обучающихся должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности обучающегося по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались обучающиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных обучающимся знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда.

Результат обучения и самостоятельной работы обучающегося предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

Самостоятельная работа обучающихся при изучении дисциплины «Основы проектирования изделий микро- и нанoeлектроники» включает в себя: изучение теоретической части курса, подготовку к выполнению лабораторных работ, написание отчетов по лабораторным работам.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Основы проектирования изделий микро- и нанoeлектроники» включает в себя:

изучение теоретической части курса	– 16 часов
подготовку к лабораторным занятиям	– 16 часов
написание отчетов по лабораторным работам	– 12 часов
итога	– 44 часа

Подготовка к экзамену – 36 часов

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Курганский, С.И. Разработка проектов в среде САПР QUARTUS II. Часть 1. Основные этапы проектирования: учебно-методическое пособие / С.И. Курганский, О.И. Дубровский, Е.Р. Лихачев, М.Д. Манякин // Воронежский государственный университет. - Воронеж. - 2016. - 34 с. – URL : <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf</a>
2.	Курганский, С.И. Разработка и моделирование электронных схем в среде аналогового проектирования: учебно-методическое пособие / С.И. Курганский, О.И. Дубровский, М.Д. Манякин, В.Р. Радина // Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2022. – 28 с.
3.	Курганский, С.И. Разработка топологии электронных схем: учебно-методическое пособие / С.И. Курганский, О.И. Дубровский, М.Д. Манякин, В.Р. Радина // Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2023. – 32 с.
4.	Фомин Д.В. Основы компьютерной электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов / Д.В. Фомин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 107 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/57257.html">http://www.iprbookshop.ru/57257.html</a>
5.	Борисов А.В. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для бакалавров 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», профиль – «Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств» / Борисов А.В., Шаурман А.А.. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2019. — 142 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/102147.html">http://www.iprbookshop.ru/102147.html</a>
6.	Солодов, В. С. Электроника и схемотехника : учебное пособие : в 2 частях / В. С. Солодов, А. А. Маслов, А. В. Кайченев. — Мурманск : МГТУ, 2017 — Часть 1 — 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-86185-937-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/142637">https://e.lanbook.com/book/142637</a>
7.	Солодов, В. С. Электроника и схемотехника : учебное пособие : в 2 частях / В. С. Солодов, А. А. Маслов, А. В. Кайченев. — Мурманск : МГТУ, 2017 — Часть 2 — 2017. — 224 с. — ISBN 978-5-86185-938-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/142638">https://e.lanbook.com/book/142638</a>
8.	Строгонов А.В. Реализация цифровых устройств в базисе программируемых логических интегральных схем : учебное пособие / Строгонов А.В.. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 151 с. — ISBN 978-5-4497-0208-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/83658.html">http://www.iprbookshop.ru/83658.html</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
9.	Алексенко, А.Г. Микросхемотехника : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец.: "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" / А.Г. Алексенко, И.И. Шагурин .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Радио и связь, 1990 .— 496 с.

10.	Угрюмов Е. Цифровая схемотехника / Е. Угрюмов. – СПб: БХВ-Петербург, 2004. – 520 с.
11.	Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику [Электронный ресурс] / Ю.В. Новиков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 392 с. — 5-94774-600-X. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/52187.html">http://www.iprbookshop.ru/52187.html</a>
12.	Ланге П.К. Современная микросхемотехника : лабораторный практикум / Ланге П.К.. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 176 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/91798.html">http://www.iprbookshop.ru/91798.html</a>
13.	Суханова, Н. В. Основы электроники и цифровой схемотехники : учебное пособие / Н. В. Суханова. — Воронеж : ВГУИТ, 2017. — 95 с. — ISBN 978-5-00032-226-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/106780">https://e.lanbook.com/book/106780</a>
14.	Микушин А.В. Цифровая схемотехника [Электронный ресурс] : монография / А.В. Микушин, В.И. Сединин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 319 с. — 978-5-91434-036-7. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/69569.html">http://www.iprbookshop.ru/69569.html</a>
15.	Абдулаев Ш.-С.О. Система автоматизированного проектирования приборов микроэлектроники (САПР микроэлектроники) / Ш.-С.О. Абдулаев.— Махачкала : Наука ДНЦ, 2011 .— 228 с. (1)
16.	Хоровиц П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл ; Пер. с англ. Б.Н. Бронина [и др.] .— Изд. 7-е .— Москва : Мир : БИНОМ, 2011 .— 704 с. (1)
17.	Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168620">https://e.lanbook.com/book/168620</a>
18.	Воронов Ю.А. Моделирование технологии и параметров кремниевых наноразмерных транзисторных структур / Ю.А. Воронов ; Касков С. Ю. ; Мочалкина О. Р. — Москва : МИФИ, 2012 .— 80 с. // Электронно-библиотечная система. — URL : <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=231695">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=231695</a>
19.	Кондрашин А.А. Современные технологии изготовления трехмерных электронных устройств / Кондрашин А.А., Лямин А.Н., Слепцов В.В.. — Москва : Техносфера, 2019. — 210 с. — ISBN 978-5-94836-504-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/99116.html">http://www.iprbookshop.ru/99116.html</a>
20.	Пуховский В.Н. Схемотехника высокопроизводительных вычислительных систем : учебное пособие / Пуховский В.Н., Пьявченко А.О., Черный С.А.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. — 229 с. — ISBN 978-5-9275-3432-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/100203.html">http://www.iprbookshop.ru/100203.html</a>
21.	Малюков С.П. Схемотехническое проектирование электронных средств : учебное пособие / Малюков С.П., Саенко А.В., Палий А.В.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. — 92 с. — ISBN 978-5-9275-3380-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/100217.html">http://www.iprbookshop.ru/100217.html</a>
22.	Иванов В.Н. Применение компьютерных технологий при проектировании электрических схем / Иванов В.Н.. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2019. — 226 с. — ISBN 978-5-91359-229-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/90348.html">http://www.iprbookshop.ru/90348.html</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
23.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ
24.	<a href="http://www.moodle.vsu.ru">http://www.moodle.vsu.ru</a>
25.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»
26.	<a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
27.	<a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> – ЭБС «IPRbooks»
28.	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
29.	Курганский, С.И. Разработка проектов в среде САПР QUARTUS II. Часть 1. Основные этапы проектирования: учебно-методическое пособие / С.И. Курганский, О.И. Дубровский, Е.Р. Лихачев, М.Д. Манякин // Воронежский государственный университет. - Воронеж. - 2016. - 34 с. – URL : <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf</a>
30.	Курганский, С.И. Разработка и моделирование электронных схем в среде аналогового проектирования: учебно-методическое пособие / С.И. Курганский, О.И. Дубровский, М.Д. Манякин, В.Р. Радина // Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2022. – 28 с.
31.	Курганский, С.И. Разработка топологии электронных схем: учебно-методическое пособие / С.И. Курганский, О.И. Дубровский, М.Д. Манякин, В.Р. Радина // Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2023. – 32 с.
32.	Основы цифровой электроники : учебное пособие для вузов : [для студ. 5-6 к. очной и очно-заоч. форм обучения физ. фак. направления 010800 - Радиофизика, специальности 010801 - Радиофизика и электроника]. Ч. 2. / А.М. Бобрешов, А.Г. Кошелев ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. — 38 с. : ил., табл. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-169.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-169.pdf</a> >
33.	Цифровая электроника : практическое руководство : [для студ. физ. фак. нерадиофиз. профиля и студ. фак. компьютер. наук специальностей: 010400 - Физика, 071900 - Информационные системы и технологии] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.И. Захаров, Ю.П. Сбитнев. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011. — 50 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные работы, групповые консультации, индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур: компьютеры AMD Ryzen 5 3500/GIGABYTE B450M - 7 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 3 шт., с лицензионным программным обеспечением:

Microsoft Windows 10 (договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019);

Microsoft Windows 7 (договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019);

САПР Quartus II (version 9.1 лицензия Build 304 01/25/2010 WebEdition);

САПР Cadence (договор 3010-15/763-21 от 22.12.2021);

Wien2k (лицензия W2k-3039 от 18.09.2018);

Quantum Espresso (GNU General Public License (GPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <http://www.quantum-espresso.org/download>);

Gaussian 09 (лицензия Rev D.01 S/N FA7355682010);

Lazarus (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://www.lazarus-ide.org/index.php>);

Free Pascal (GNU General Public License (GPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://www.freepascal.org/faq.html>);

LibreOffice (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>);

Программные пакеты собственной разработки (свидетельства о гос. рег. программ для ЭВМ № 2011614890 от 22.06.2011; № 2011615201 от 01.07.2011).

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Маршруты и этапы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем.	ПК-1	ПК-1.1	Лабораторная работа 1
		ПК-1	ПК-1.2	
2.	Системы автоматизированного проектирования больших интегральных схем.	ПК-1	ПК-1.2	Лабораторная работа 2
		ПК-1	ПК-1.2	
3.	Функционально-логическое и схемотехническое проектирование функциональных блоков последовательностного типа.	ПК-1	ПК-1.2	Лабораторная работа 3
		ПК-1	ПК-1.2	
4.	Модели компонентов электронных схем.	ПК-1	ПК-1.1	Лабораторные работы 4-6
		ПК-1	ПК-1.2	
		ПК-3	ПК-3.2	
5	Проектирование и моделирование функциональных блоков комбинационного типа.	ПК-1	ПК-1.1	Лабораторные работы 7-20
		ПК-1	ПК-1.2	
		ПК-3	ПК-3.2	
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Комплект КИМ

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: отчеты о выполнении лабораторных работ.

#### Перечень тем лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Разработка схемы процесса проектирования на иерархическом уровне функционального блока

Лабораторная работа 2. Изучение состава специализированной САПР Quartus II фирмы Altera. Освоение интерфейса пользователя.

Лабораторная работа 3. Изучение и освоение программных средств ввода проекта и визуализации результатов проектирования и моделирования.

Лабораторная работа 4. Определение функциональных, статических и динамических характеристик функциональных блоков

Лабораторная работа 5. Определение временных и частотных характеристик функциональных блоков

Лабораторная работа 6. Определение параметров моделей компонентов электронных схем

Лабораторная работа 7. Разработка проекта мультиплексора

Лабораторная работа 8. Разработка проекта демultipлексора

Лабораторная работа 9. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в код Грея

Лабораторная работа 10. Разработка проекта преобразователя кода Грея в бинарный код

Лабораторная работа 11. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в дополнительный код

Лабораторная работа 12. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в обратный код

Для текущего контроля успеваемости используется устный опрос, отчеты о ходе выполнения лабораторных работ, на основе которых выставляется предварительная оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно/неудовлетворительно*.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала предварительных оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для выполнения лабораторных работ	Повышенный уровень	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), допускает незначительные ошибки при выполнении лабораторных работ	Базовый уровень	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен выполнять лабораторные работы	Пороговый уровень	<i>Удовлетворительно</i>
Неудовлетворительное выполнение тестовых заданий. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при выполнении лабораторных работ	–	<i>Неудовлетворительно</i>

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Комплект КИМ

#### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Этапы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем и возможности их автоматизации.
2. Демultipлексор на проходных транзисторах.

## **Контрольно-измерительный материал № 2**

1. Блочно-иерархический подход к проектированию сложных систем. Восходящее и нисходящее проектирование.
2. Демультимплексор.

## **Контрольно-измерительный материал № 3**

1. Схема процесса проектирования на конкретном иерархическом уровне.
2. Приоритетный мультимплексор.

## **Контрольно-измерительный материал № 4**

1. Возможности современных систем автоматизированного проектирования. Общие сведения о САПР.
2. Универсальный логический модуль.

## **Контрольно-измерительный материал № 5**

1. Структура и принципы построения САПР. Подсистемы САПР
2. Мультимплексоры на проходных транзисторах и комплементарных ключах.

## **Контрольно-измерительный материал № 6**

1. Техническое, математическое, программное, лингвистическое, информационное, организационное, методическое обеспечение САПР.
2. Мультимплексоры.

## **Контрольно-измерительный материал № 7**

1. САПР Cadence. САПР Quartus II. САПР TCAD. САПР ф. Mentor Graphics.
2. Методика проектирования функциональных узлов комбинационного типа.

## **Контрольно-измерительный материал № 8**

1. Создание схемного конструкторского файла.
2. Параллельный преобразователь бинарного кода в код Грея.

## **Контрольно-измерительный материал № 9**

1. Формирование функционально-логического описания проекта.
2. Параллельный преобразователь кода Грея в бинарный код.

## **Контрольно-измерительный материал № 10**

1. Компиляция проекта. Создание файла временных диаграмм. Моделирование проектируемого устройства.
2. Параллельный преобразователь бинарного кода в обратный код.

## **Контрольно-измерительный материал № 11**

1. Понятие модели. Внутренние и внешние параметры модели
2. Параллельный преобразователь бинарного кода в дополнительный код последовательной структуры.

### **Контрольно-измерительный материал № 12**

1. Требования к моделям.
2. Параллельный преобразователь бинарного кода в дополнительный код параллельной структуры.

### **Контрольно-измерительный материал № 13**

1. Модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования.
2. Параллельный преобразователь бинарного кода в дополнительный код параллельно-последовательной структуры.

### **Контрольно-измерительный материал № 14**

1. Подключение библиотек.
2. Демультимплексор.

### **Контрольно-измерительный материал № 15**

1. Эквивалентные модели нелинейных элементов.
2. Приведение проекта к базису И-НЕ.

### **Контрольно-измерительный материал № 16**

1. Эквивалентные модели интегральных диодов.
2. Приведение проекта к базису ИЛИ-НЕ.

### **Контрольно-измерительный материал № 17**

1. Эквивалентные модели полевых транзисторов.
2. Карты Карно.

### **Контрольно-измерительный материал № 18**

1. Список параметров моделей.
2. Минимизация логических функций.

### **Описание технологии проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*.

Оценка уровня освоения дисциплины «Основы проектирования изделий микро- и нанoeлектроники» осуществляется по следующим показателям:

- качество и своевременность выполнения лабораторных работ;
- полнота ответов на вопросы контрольно-измерительного материала;
- полнота ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки освоения дисциплины «Основы проектирования изделий микро- и нанoeлектроники»:

– оценка *отлично* выставляется при полном соответствии работы студента всем вышеуказанным показателям. Соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по

крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень;

– оценка *хорошо* выставляется в случае, если работа студента при освоении дисциплины не соответствует одному из перечисленных показателей или в случае предоставления курсовых работ и отчетов по лабораторным работам позже установленного срока. Соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень;

– оценка *удовлетворительно* выставляется в случае, если работа студента при освоении дисциплины не соответствует любым двум из перечисленных показателей. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу;

– оценка *неудовлетворительно* выставляется в случае несоответствия работы студента всем показателям, его неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении лабораторных работ, предусмотренных программой дисциплины.

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Основы проектирования изделий микро- и нанoeлектроники» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.