

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.)  
\_\_.\_.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.09 Интегральная электроника

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 03.03.02

Физика

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика твердого тела

3. Квалификация выпускника: Бакалавр

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 ВГУ от 25.05.23 г. протокол №5

8. Учебный год: 2027–2028

Семестр: 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины является:*

формирование у обучающихся комплекса знаний, умений, навыков и компетенций в области современных средств и методов разработки как отдельных элементов интегральных схем, так и законченных микроразборных блоков и узлов.

*Задачи учебной дисциплины:*

- ознакомление обучающихся с основными этапами и маршрутами проектирования больших и сверхбольших интегральных схем;
- изучение средств разработки перспективных микросхем и оценки их показателей качества с учетом действия дестабилизирующих факторов;
- овладение современными подходами к функционально-логическому и схемотехническому этапам проектирования;
- освоение современных программных средств проектирования электронной компонентной базы;
- приобретение навыков оптимального проектирования, анализа и синтеза функциональных блоков цифровых интегральных схем на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации.

**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:

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

– А/01.5 «Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований»;

40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

– С/01.6 «Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур».

**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	Способен анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований физической направленности	ПК-1.2	Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Знать: способы планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИР
				Уметь: планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
				Владеть: навыками планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИР
ПК-3	Способен проводить физико-	ПК-3.2	Решает задачи с использованием	Знать: методы решения задач с использованием

математическое моделирование исследуемых процессов, объектов и свойств с использованием современных компьютерных технологий		математического аппарата и численных методов компьютерного моделирования материалов, схем и устройств различного функционального назначения	математического аппарата и численных методов компьютерного моделирования материалов, схем и устройств различного функционального назначения Уметь: решать задачи с использованием математического аппарата и численных методов компьютерного моделирования материалов, схем и устройств различного функционального назначения Владеть: навыками решения задач с использованием математического аппарата и численных методов компьютерного моделирования материалов, схем и устройств различного функционального назначения
		ПК-3.3	Использует специализированное программное обеспечение для компьютерного моделирования в области физики твердого тела и наноструктур

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2 / 72.

Форма промежуточной аттестации Зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	По семестрам	

		Всего	8 семестр
Аудиторные занятия		48	48
в том числе:	лекции	24	24
	практические		
	лабораторные	24	24
	групповые консультации		
Самостоятельная работа		24	24
Форма промежуточной аттестации –3 ачет			
Итого:		72	72

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Общая характеристика процесса проектирования.	Виды и способы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем. Автоматизация проектирования. Автоматизированные интегрированные среды проектирования. Этапы проектирования интегральных схем и возможности их автоматизации. Вопросы эффективности автоматизированного проектирования. Блочнo-иерархический подход к проектированию сложных систем. Восходящее и нисходящее проектирование. Схема процесса проектирования на конкретном иерархическом уровне.
1.2	Средства автоматизированного проектирования электронной компонентной базы.	Возможности современных систем автоматизированного проектирования (САПР). Общие сведения о САПР. Структура и принципы построения САПР. Подсистемы САПР. Техническое, математическое, программное, лингвистическое, информационное, организационное, методическое обеспечение САПР. САПР Quartus II фирмы Altera. Создание схемного конструкторского файла. Формирование функционально-логического описания проекта. Компиляция проекта. Создание файла временных диаграмм. Моделирование проектируемого устройства.
1.3	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, биполярных и полевых транзисторов. Список параметров моделей.
1.4	Функционально-логическое и схмотехническое проектирование и моделирование электронных схем.	Автоматизация схмотехнического проектирования электронных схем. Исходные посылки. Топологическое описание электронных схем. Представление структуры схемы с помощью графа. Топологические матрицы (структурная матрица, матрица главных сечений, матрица главных контуров, матрица путей). Связь между топологическими матрицами. Алгебро-топологические уравнения цепей. Автоматизация частотного, статического и динамического анализа электронных схем. Задача оптимизации электронных схем. Типы критериев оптимальности. Типы ограничений. Методы и программы анализа и оптимизации.
1.5	Проектирование функциональных блоков комбинационного типа.	Преобразователи кодов. Преобразование бинарного кода в код Грея. Преобразование кода Грея в бинарный код. Преобразование бинарного кода в обратный код. Преобразование бинарного кода в дополнительный код.

		Компараторы. Компаратор на отношение "равно". Компаратор на отношение "больше".
1.5	Проектирование сумматоров и умножителей.	Сумматоры. Одноразрядный полусумматор. Одноразрядный сумматор. Параллельный сумматор с последовательным переносом. Параллельный сумматор с параллельным переносом. Параллельный сумматор групповой структуры с параллельно-последовательным переносом. Накапливающий сумматор (аккумулятор). Матричные умножители. Множительно-суммирующий блок.
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Общая характеристика процесса проектирования.	Лабораторная работа 1. Изучение состава специализированной САПР Quartus II фирмы Altera. Освоение интерфейса пользователя.
2.2	Средства автоматизированного проектирования электронной компонентой базы.	Лабораторная работа 2. Изучение и освоение программных средств ввода проекта и визуализации результатов проектирования и моделирования.
2.3	Модели компонентов электронных схем.	Лабораторная работа 3. Определение параметров моделей компонентов электронных схем
2.4	Функционально-логическое и схемотехническое проектирование и моделирование электронных схем.	
2.5	Проектирование функциональных блоков комбинационного типа.	Лабораторная работа 4. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в код Грея Лабораторная работа 5. Разработка проекта преобразователя кода Грея в бинарный код Лабораторная работа 6. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в дополнительный код Лабораторная работа 7. Разработка проекта компаратора на отношение "равно" Лабораторная работа 8. Разработка проекта компаратора на отношение "больше"
2.6	Проектирование сумматоров и умножителей.	Лабораторная работа 9. Разработка проекта одноразрядного полусумматора Лабораторная работа 10. Разработка проекта одноразрядного сумматора Лабораторная работа 11. Разработка проекта параллельного сумматора с последовательным переносом Лабораторная работа 12. Разработка проекта параллельного сумматора с параллельным переносом

### 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	Общая характеристика процесса проектирования.	2		2		4	8
2	Средства автоматизированного	2		2		4	8

	проектирования электронной компонентой базы.						
3	Модели компонентов электронных схем.	2		2		4	8
4	Функционально- логическое и схмотехническое проектирование и моделирование электронных схем.	4				4	8
3	Проектирование функциональных блоков комбинационного типа.	6		10		4	20
6	Проектирование сумматоров и умножителей.	8		8		4	20
	Итого:	24		24		24	72

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

Изучение дисциплины «Интегральная электроника» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

Дисциплина «Интегральная электроника» 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 «Интегральная электроника» включает в себя: изучение теоретической части курса, подготовку к выполнению лабораторных работ, написание отчетов по лабораторным работам, подготовку к зачету.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Интегральная электроника» включает в себя:

изучение теоретической части курса	– 8 часов
подготовку к лабораторным занятиям	– 8 часов
написание отчетов по лабораторным работам	– 2 часа
подготовку к зачету	– 6 часов
итого	– 24 часа

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	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>
2.	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>



3.	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>
4.	Строгонов А.В. Реализация цифровых устройств в базе 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>
5.	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>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6.	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>
7.	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>
8.	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>
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.	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>
11.	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>
12.	Абдулаев Ш.-С.О. Система автоматизированного проектирования приборов микроэлектроники (САПР микроэлектроники) / Ш.-С.О. Абдулаев.— Махачкала : Наука ДНЦ, 2011 .— 228 с. (1)
13.	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)
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.	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>
16.	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>
17.	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>
18.	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>
19.	Угрюмов Е. Цифровая схемотехника / Е. Угрюмов. — СПб: БХВ-Петербург, 2004. — 520 с.

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

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

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

№ п/п	Источник
26.	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>
27.	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> >
28.	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, 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 Pentium Intel Core i7 - 6 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 8 шт., с лицензионным программным обеспечением:

Microsoft Windows 7 (договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019);  
 Quartus II (version 9.1 лицензия Build 304 01/25/2010 WebEdition);  
 LibreOffice (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО,  
 лицензия: <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>);

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.	Общая характеристика процесса проектирования.	ПК-1	ПК-1.2	Лабораторная работа 1
		ПК-3	ПК-3.3	
2.	Средства автоматизированного проектирования электронной компонентой базы.	ПК-1	ПК-1.2	Лабораторная работа 2
		ПК-3	ПК-3.3	
3.	Модели компонентов электронных схем.	ПК-3	ПК-3.2	Лабораторные работы 3
		ПК-3	ПК-3.3	
4.	Функционально-логическое и схемотехническое проектирование и моделирование электронных схем.	ПК-1	ПК-1.2	Опрос
		ПК-3	ПК-3.2	
5.	Проектирование функциональных блоков комбинационного типа.	ПК-3	ПК-3.2	Лабораторные работы 4 – 8
		ПК-3	ПК-3.3	
6.	Проектирование сумматоров и умножителей.	ПК-3	ПК-3.2	Лабораторные работы 9 – 12
		ПК-3	ПК-3.3	
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов

## 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. Изучение состава специализированной САПР Quartus II фирмы Altera. Освоение интерфейса пользователя.

Лабораторная работа 2. Изучение и освоение программных средств ввода проекта и визуализации результатов проектирования и моделирования.

Лабораторная работа 3. Определение параметров моделей компонентов электронных схем

Лабораторная работа 4. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в код Грея

Лабораторная работа 5. Разработка проекта преобразователя кода Грея в бинарный код

Лабораторная работа 6. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в дополнительный код  
 Лабораторная работа 7. Разработка проекта компаратора на отношение "равно"  
 Лабораторная работа 8. Разработка проекта компаратора на отношение "больше"  
 Лабораторная работа 9. Разработка проекта одноразрядного полусумматора  
 Лабораторная работа 10. Разработка проекта одноразрядного сумматора  
 Лабораторная работа 11. Разработка проекта параллельного сумматора с последовательным переносом  
 Лабораторная работа 12. Разработка проекта параллельного сумматора с параллельным переносом

Для текущего контроля успеваемости используется устный опрос, отчеты о ходе выполнения лабораторных работ, на основе которых выставляется предварительная оценка *зачтено/незачтено*.

Критерии предварительной оценки работы обучающихся, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

- «*зачтено*» выставляется при полном соответствии работы обучающегося всем вышеуказанным показателям. Соответствует высокому (углублённому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически и в полном объёме. Данный уровень обязателен для всех осваивающих ОПОП;
- «*незачтено*» выставляется в случае несоответствия работы обучающегося всем требуемым показателям, неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Интегральная электроника».

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 и индивидуальных заданий	Повышенный, базовый, пороговый уровни	<i>Зачтено</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при выполнении лабораторных работ и индивидуальных заданий	–	<i>Незачтено</i>

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса по вопросам к зачёту с учетом предварительной.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

## Перечень вопросов к зачету

1. Виды и способы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем. Автоматизация проектирования. Автоматизированные интегрированные среды проектирования.
2. Этапы проектирования и возможности их автоматизации. Вопросы эффективности автоматизированного проектирования.
3. Блочнo-иерархический подход к проектированию сложных систем. Восходящее и нисходящее проектирование. Схема процесса проектирования на конкретном иерархическом уровне.
4. Возможности современных систем автоматизированного проектирования. Общие сведения о САПР. Структура и принципы построения САПР. Подсистемы САПР.
5. Техническое, математическое, программное, лингвистическое, информационное, организационное, методическое обеспечение САПР.
6. САПР Quartus II фирмы Altera. Создание схемного конструкторского файла.
7. Формирование функционально-логического описания проекта. Компиляция проекта.
8. Создание файла временных диаграмм. Моделирование проектируемого устройства.
9. Понятие модели. Внутренние и внешние параметры модели. Требования к моделям.
10. Модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования. Подключение библиотек.
11. Эквивалентные модели нелинейных элементов: интегральных диодов, биполярных и полевых транзисторов. Список параметров моделей.
12. Автоматизация схемотехнического проектирования электронных схем. Исходные посылки.
13. Топологическое описание электронных схем.
14. Представление структуры схемы с помощью графа.
15. Топологические матрицы (структурная матрица, матрица главных сечений, матрица главных контуров, матрица путей).
16. Связь между топологическими матрицами.
17. Алгебро-топологические уравнения цепей.
18. Автоматизация частотного, статического и динамического анализа электронных схем.
19. Задача оптимизации электронных схем. Типы критериев оптимальности. Типы ограничений. Методы и программы анализа и оптимизации.
20. Преобразователи кодов.
21. Преобразование бинарного кода в код Грея.
22. Преобразование кода Грея в бинарный код.
23. Преобразование бинарного кода в обратный код.
24. Преобразование бинарного кода в дополнительный код.
25. Компараторы. Компаратор на отношении "равно".
26. Компаратор на отношении "больше".
27. Сумматоры. Одноразрядный полусумматор.
28. Одноразрядный сумматор.
29. Параллельный сумматор с последовательным переносом.
30. Параллельный сумматор с параллельным переносом.
31. Параллельный сумматор групповой структуры с параллельно-последовательным переносом.
32. Накапливающий сумматор (аккумулятор).
33. Матричные умножители.
34. Множительно-суммирующий блок.

## Описание технологии проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет. В приложение к диплому вносится оценка *зачтено*. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Оценка уровня освоения дисциплины «Интегральная электроника» осуществляется по следующим показателям:

- предварительная оценка качества и своевременности выполнения лабораторных работ;
- предварительная оценка качества и своевременности выполнения индивидуальных проектов;
- полнота ответов на вопросы к зачету.

Критерии оценки работы обучающихся, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

- «*зачтено*» выставляется при полном соответствии работы обучающегося не менее чем двум вышеуказанным показателям. Соответствует высокому (углублённому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически и в полном объёме. Данный уровень обязателен для всех осваивающих ОПОП;
- «*незачтено*» выставляется в случае несоответствия работы обучающегося всем требуемым показателям, неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Интегральная электроника».

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Интегральная электроника» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *незачтено*.

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.