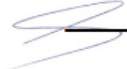


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Физики твердого тела и наноструктур  
 (П.В.Середин)  
03.06.2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.03.02 Основы цифровой электроники

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

2. Профиль подготовки/специализация:

Интегральная электроника и наноэлектроника

3. Квалификация выпускника: Бакалавр

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

физики твердого тела и наноструктур

6. Составители программы: Нестеров Д.Н.,

К. физ.-мат. наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета протокол №4 от 01.09.2020

8. Учебный год: 2027–28

Семестр: 6

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

изучение и освоение принципов проектирования, методов синтеза, анализа, моделирования устройств цифровой электроники, микро- и наноэлектроники.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение базовых понятий и методов булевой алгебры как математической основы цифровой электроники;
- ознакомление обучающихся с классификацией и характеристиками типовых устройств цифровой электроники;
- овладение базовыми основами цифровой обработки сигналов: методами описания цифровых сигналов и систем, теорией, способами реализации;
- установление связи между характеристиками аналоговых и цифровых сигналов.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.05.02), блок Б1.

**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                                                                                                                                                                                            |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-1 | Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | ПКВ-1.1 | Проводит сравнительный анализ существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и на его основе разрабатывает общую архитектуру проектируемых СФ-блоков | Знать: методы проведения сравнительного анализа существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и разработки на его основе общей архитектуры проектируемых СФ-блоков                                      |
|       |                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                                                                                                        | Уметь: проводить сравнительный анализ существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и разработки на его основе общей архитектуры проектируемых СФ-блоков                                                |
|       |                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                                                                                                        | Владеть: навыками проведения сравнительного анализа существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и разработки на его основе общей архитектуры проектируемых СФ-блоков                                  |
|       |                                                                                                                                                                                                                     | ПКВ-1.2 | Определяет численные значения основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков                                                                       | Знать: методы определения численных значений основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков<br>Уметь: определять численные значения основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков |

|  |  |  |  |                                                                                                                     |
|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | Владеть: навыками определения численных значений основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков |
|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

**Форма промежуточной аттестации Зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

| Вид учебной работы                     |              | Трудоемкость |              |            |     |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----|
|                                        |              | Всего        | По семестрам |            |     |
|                                        |              |              | 6 семестр    | № семестра | ... |
| Аудиторные занятия                     |              | 84           | 84           |            |     |
| в том числе:                           | лекции       | 34           | 34           |            |     |
|                                        | практические |              |              |            |     |
|                                        | лабораторные | 50           | 50           |            |     |
| Самостоятельная работа                 |              | 60           | 60           |            |     |
| в том числе: курсовая работа (проект)  |              |              |              |            |     |
| Форма промежуточной аттестации – зачет |              |              |              |            |     |
| Итого:                                 |              | 144          | 144          |            |     |

**13.1. Содержание дисциплины**

| п/п              | Наименование раздела дисциплины              | Содержание раздела дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК * |
|------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>1. Лекции</b> |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |
| 1.1              | Цифровое представление информации.           | Аналоговые и цифровые величины. Двоичное (бинарное) представление. Представление чисел с фиксированной запятой. Представление чисел с плавающей запятой. Представление отрицательных чисел. Арифметические операции с двоичными числами. Другие способы кодирования чисел.                                                               | —                                                            |
| 1.2              | Булева алгебра и логические функции.         | Булева алгебра. Алгебра переключений. Основные теоремы булевой алгебры. Логические функции. Канонические формы логической функции. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Совершенная конъюнктивная нормальная форма.                                                                                                               | —                                                            |
| 1.3              | Минимизация логических функций.              | Логические элементы. Полные и минимальные наборы логических функций и элементов. Минимизация логических функций. Карты Карно. Минимизация логических функций с помощью карт Карно.                                                                                                                                                       | —                                                            |
| 1.4              | Базовые логические элементы цифровых систем. | Принципы проектирования базовых логических элементов. Проектирование сложных логических элементов. Статические и динамические параметры логических элементов. Цифровая логика на проходных транзисторах. Дифференциальные логические элементы на проходных транзисторах. Схемы восстановления уровня. Цифровая логика на комплементарных | —                                                            |

|                                |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |
|--------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                                |                                              | ключах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |
| 1.5                            | Цифровые устройства 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.                                                                                                                                                                                           | — |
| 1.6                            | Вспомогательные элементы цифровых устройств. | Элементы (линии) задержки. Генераторы импульсов. Формирование импульсов по длительности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | — |
| 1.7                            | Типы выходных каскадов цифровых элементов.   | Логический выход. Элементы с тремя состояниями выхода (tristate output). Выход с открытым стоком (open drain). «Монтажные» операции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
| <b>2. Лабораторные занятия</b> |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |
| 2.1                            | Цифровое представление информации.           | Лабораторная работа 1. Двоичное (бинарное) представление чисел. Представление чисел с фиксированной запятой. Представление чисел с плавающей запятой. Представление отрицательных чисел.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | — |
| 2.2                            | Булева алгебра и логические функции.         | Лабораторная работа 2. Построение канонических форм логических функций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | — |
| 2.3                            | Минимизация логических функций.              | Лабораторная работа 3. Минимизация логических функций с помощью карт Карно                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | — |
| 2.4                            | Базовые логические элементы цифровых систем. | Лабораторная работа 4. Проектирование базовых логических элементов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | — |
| 2.5                            | Цифровые устройства комбинационного типа.    | Лабораторная работа 5. Разработка проекта мультиплексора<br>Лабораторная работа 6. Разработка проекта демультимплексора<br>Лабораторная работа 7. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в код Грея<br>Лабораторная работа 8. Разработка проекта преобразователя кода Грея в бинарный код<br>Лабораторная работа 9. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в дополнительный код<br>Лабораторная работа 10. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в обратный код | — |
| 2.6                            | Вспомогательные элементы цифровых устройств. | Лабораторная работа 11. Разработка проекта линии задержки<br>Лабораторная работа 12. Разработка проекта генератора импульсов<br>Лабораторная работа 13. Разработка проекта формирователя импульсов                                                                                                                                                                                                                                                                                                | — |
| 2.7                            | Типы выходных каскадов цифровых элементов.   | Лабораторная работа 14. Разработка проекта логического элемента с тремя состояниями выхода                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | — |

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

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины       | Виды занятий (количество часов) |              |              |                        |       |
|-------|----------------------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
|       |                                              | Лекции                          | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1     | Цифровое представление информации.           | 2                               |              | 2            | 4                      | 8     |
| 2     | Булева алгебра и логические функции.         | 4                               |              | 6            | 6                      | 16    |
| 3     | Минимизация логических функций.              | 4                               |              | 6            | 6                      | 16    |
| 4     | Базовые логические элементы цифровых систем. | 4                               |              | 6            | 8                      | 18    |

|   |                                              |    |  |    |    |     |
|---|----------------------------------------------|----|--|----|----|-----|
| 5 | Цифровые устройства комбинационного типа.    | 12 |  | 20 | 20 | 52  |
| 6 | Вспомогательные элементы цифровых устройств. | 4  |  | 6  | 10 | 20  |
| 7 | Типы выходных каскадов цифровых элементов.   | 4  |  | 4  | 6  | 14  |
|   | Итого:                                       | 34 |  | 50 | 60 | 144 |

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

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

Дисциплина «Основы цифровой электроники» реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные занятия; 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. 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 занятиях, 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 бакалавров. 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 практической 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 «Основ цифровой электроники» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, выполнение лабораторных работ, подготовку к экзамену.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Основы цифровой электроники» включает в себя:

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| изучение теоретической части курса        | — 20 часа  |
| подготовку к лабораторным занятиям        | — 10 часов |
| написание отчетов по лабораторным работам | — 10 часов |
| подготовку к зачету                       | — 20 часа  |
| итого                                     | — 60 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.    | Кравец А.В. Схемотехника радиоэлектронных устройств : учебное пособие / Кравец А.В.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. — 156 с. — ISBN 978-5-9275-3746-4. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/117182.html">https://www.iprbookshop.ru/117182.html</a>                                                                                                                                                                        |
| 3.    | Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / Умняшкин С.В.. — Москва : Техносфера, 2021. — 550 с. — ISBN 978-5-94836-617-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/118606.html">https://www.iprbookshop.ru/118606.html</a>                                                                                                                                                                                                                       |
| 4.    | Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014 .— 464 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5.    | 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> > |
| 6.    | 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.                                                                                                                                                                                                                              |
| 7.    | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8.    | Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника : полный курс : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности «Проектирование и технология радиоэлектрон. средств» / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; под ред. О. П. Глудкина .— М. : Горячая линия-Телеком, 2007 .— 768 с.                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9.    | Казеннов, Г.Г. Основы проектирования интегральных схем и систем / Г.Г. Казеннов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 295 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10.   | Угрюмов Е. Цифровая схемотехника / Е. Угрюмов. – СПб: БХВ-Петербург, 2004. – 520 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 11.   | Лобач В.Т. Основы проектирования цифровых устройств радиоэлектронных систем : учебное пособие / Лобач В.Т., Потипак М.В.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. — 140 с. — ISBN 978-5-9275-3656-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/115521.html">https://www.iprbookshop.ru/115521.html</a>                                |
| 12.   | Рабаи, Ж.М. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования / Ж.М. Рабаи, А. Чандракасан, Б. Николитч. – 2-е изд. – М., 2007. – 912 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 13.   | 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.                                                                                                                      |
| 14.   | Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для студентов вузов, обуч. по направлению подгот. дипломир. специалистов «Информатика и вычисл. техника» / И.П. Норенков. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 334 с.                                                                                                                                                                                |
| 15.   | Римский Г.В. Теория систем автоматизированного проектирования / Г.В. Римский. — Минск: Навука і техника, 1994. — 430 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 16.   | Джонсон, Г. Конструирование высокоскоростных цифровых устройств / Г. Джонсон, М. Грэхем. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 624 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 17.   | Гигорьев Б.И. Элементная база и устройства цифровой техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Григорьев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 89 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/65394.html">http://www.iprbookshop.ru/65394.html</a>                                                                                                             |
| 18.   | Головицына М.В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий [Электронный ресурс] / М.В. Головицына. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. — 504 с. — 978-5-4487-0090-3. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/67375.html">http://www.iprbookshop.ru/67375.html</a> |
| 19.   | 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>                                                                                                      |
| 20.   | Суханова Н.В. Основы электроники и цифровой схемотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Суханова. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 96 с. — 978-5-00032-226-0. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/70815.html">http://www.iprbookshop.ru/70815.html</a>                                                          |
| 21.   | Иванов В.Н. Применение компьютерных технологий при проектировании электрических схем [Электронный ресурс] / В.Н. Иванов. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2017. — 226 с. — 978-5-91359-229-3. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/64930.html">http://www.iprbookshop.ru/64930.html</a>                                                                                                       |
| 22.   | 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>                                                                                                     |
| 23.   | 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>                                                            |

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

| № п/п | Ресурс                                                                                                     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24.   | <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ               |
| 25.   | <a href="http://www.moodle.vsu.ru">http://www.moodle.vsu.ru</a>                                            |
| 26.   | <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека                     |
| 27.   | <a href="https://lanbook.com">https://lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»                                         |
| 28.   | <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»        |
| 29.   | <a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> – ЭБС «IPRbooks»                                |
| 30.   | <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" |

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

| № 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.    | 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> >                                                                                                                                                    |
| 3. | 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 занятия; 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 AMD Ryzen 5 3500/GIGABYTE B450M - 6 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.                                                 | Цифровое представление информации.           | ПКВ-1          | ПКВ-1.1<br>ПКВ-1.2                  | Лаб. работа 1       |
| 2.                                                 | Булева алгебра и логические функции.         | ПКВ-1          | ПКВ-1.1<br>ПКВ-1.2                  | Лаб. работа 2       |
| 3.                                                 | Минимизация логических функций.              | ПКВ-1          | ПКВ-1.1<br>ПКВ-1.2                  | Лаб. работа 3       |
| 4.                                                 | Базовые логические элементы цифровых систем. | ПКВ-1          | ПКВ-1.1<br>ПКВ-1.2                  | Лаб. работа 4       |
| 5.                                                 | Цифровые устройства комбинационного типа.    | ПКВ-1          | ПКВ-1.1<br>ПКВ-1.2                  | Лаб. работы 5 – 10  |
| 6.                                                 | Вспомогательные элементы цифровых устройств. | ПКВ-1          | ПКВ-1.1<br>ПКВ-1.2                  | Лаб. работы 11 – 13 |
| 7.                                                 | Типы выходных каскадов цифровых элементов.   | ПКВ-1          | ПКВ-1.1<br>ПКВ-1.2                  | Лаб. работа 14      |
| Промежуточная аттестация<br>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. Двоичное (бинарное) представление чисел. Представление чисел с фиксированной запятой. Представление чисел с плавающей запятой. Представление отрицательных чисел.

Лабораторная работа 2. Построение канонических форм логических функций

Лабораторная работа 3. Минимизация логических функций с помощью карт Карно

Лабораторная работа 4. Проектирование базовых логических элементов.

Лабораторная работа 5. Разработка проекта мультиплексора

Лабораторная работа 6. Разработка проекта демультиплексора

Лабораторная работа 7. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в код Грея

Лабораторная работа 8. Разработка проекта преобразователя кода Грея в бинарный код

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

Лабораторная работа 10. Разработка проекта преобразователя бинарного кода в обратный код

Лабораторная работа 11. Разработка проекта линии задержки

Лабораторная работа 12. Разработка проекта генератора импульсов

Лабораторная работа 13. Разработка проекта формирователя импульсов

Лабораторная работа 14. Разработка проекта логического элемента с тремя состояниями выхода

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 объеме. 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 «Основы цифровой электроники».

| 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. Аналоговые и цифровые величины.
2. Двоичное (бинарное) представление.
3. Представление чисел с фиксированной запятой. Представление чисел с плавающей запятой.
4. Представление отрицательных чисел.
5. Арифметические операции с двоичными числами.
6. Другие способы кодирования чисел.
7. Булева алгебра. Алгебра переключений.
8. Основные теоремы булевой алгебры.
9. Логические функции.
10. Канонические формы логической функции. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
11. Совершенная конъюнктивная нормальная форма.
12. Логические элементы. Полные и минимальные наборы логических функций и элементов.
13. Минимизация логических функций.
14. Карты Карно. Минимизация логических функций с помощью карт Карно.
15. Принципы проектирования базовых логических элементов.
16. Проектирование сложных логических элементов.
17. Статические и динамические параметры логических элементов.
18. Цифровая логика на проходных транзисторах. Дифференциальные логические элементы на проходных транзисторах.
19. Схемы восстановления уровня.
20. Цифровая логика на комплементарных ключах.
21. Методика проектирования функциональных узлов комбинационного типа.

22. Мультиплексоры.
23. Мультиплексоры на проходных транзисторах и комплементарных ключах. Универсальный логический модуль.
24. Приоритетный мультиплексор.
25. Демльтиплексор.
26. Демльтиплексор на проходных транзисторах.
27. Преобразователи кодов.
28. Вспомогательные элементы цифровых устройств. Элементы (линии) задержки.
29. Генераторы импульсов.
30. Формирование импульсов по длительности.
31. Типы выходных каскадов цифровых элементов. Логический выход.
32. Элементы с тремя состояниями выхода (tristate output).
33. Выход с открытым стоком (open drain).
34. «Монтажные» операции.

### **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 «Основы цифровой электроники» 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 «Основы цифровой электроники».

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Основы цифровой электроники» 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.

### **20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ:**

ПКВ-1 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

ПКВ-1.1 Проводит сравнительный анализ существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и на его основе разрабатывает общую архитектуру проектируемых СФ-блоков

Знать: методы проведения сравнительного анализа существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и разработки на его основе общей архитектуры проектируемых СФ-блоков

Уметь: проводить сравнительный анализ существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и разработки на его основе общей архитектуры проектируемых СФ-блоков

Владеть: навыками проведения сравнительного анализа существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и разработки на его основе общей архитектуры проектируемых СФ-блоков

ПКВ-1.2 Определяет численные значения основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков

Знать: методы определения численных значений основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков

Уметь: определять численные значения основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков

Владеть: навыками определения численных значений основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков

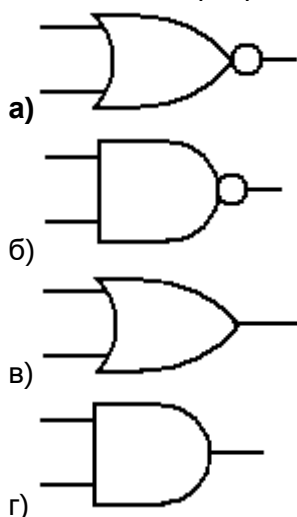
### Перечень заданий для оценки сформированности компетенций

#### 1. Закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности)

1. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = \overline{x + y}$$

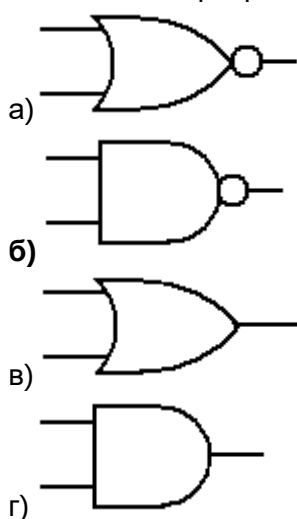
(символ «+» обозначает операцию логического суммирования, надчеркивание – операцию логического инвертирования).



2. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = \overline{x \cdot y}$$

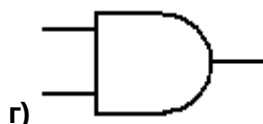
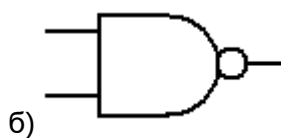
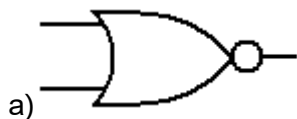
(символ «•» обозначает операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).



3. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = x \cdot y$$

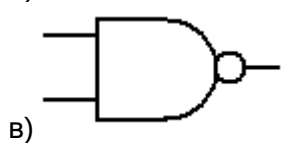
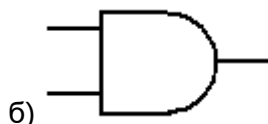
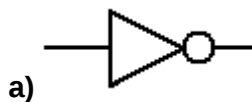
(символ «•» обозначает операцию логического произведения).



4. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = \bar{x}$$

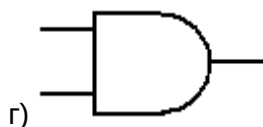
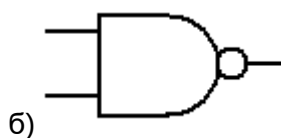
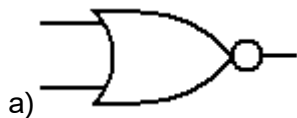
(надчеркивание обозначает операцию логического инвертирования).



5. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = x + y$$

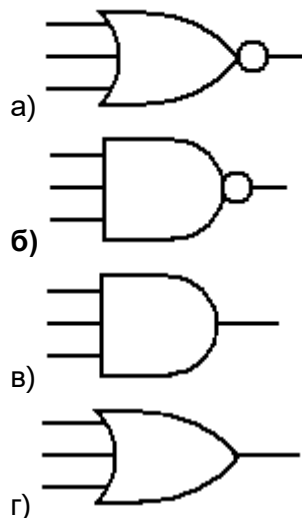
(символ «+» обозначает операцию логического суммирования).



1. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = \overline{x \cdot y \cdot z}$$

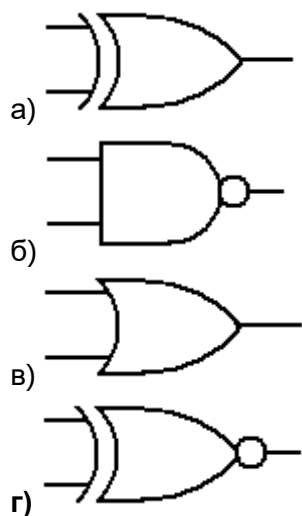
(символ « $\cdot$ » обозначает операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).



2. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = x \cdot y + \bar{x} \cdot \bar{y}$$

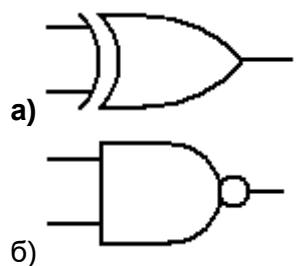
(символ « $+$ » обозначает операцию логического суммирования, символ « $\cdot$ » – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

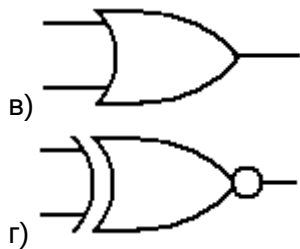


3. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = x \cdot \bar{y} + \bar{x} \cdot y$$

(символ « $+$ » обозначает операцию логического суммирования, символ « $\cdot$ » – операцию логического произведения, надчеркивание – операцию логического инвертирования).

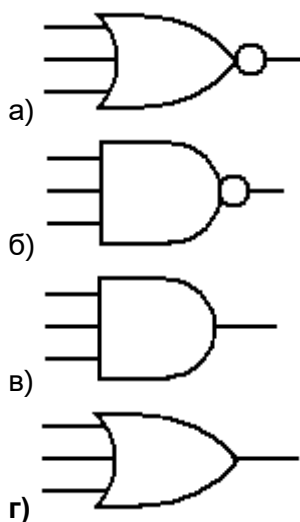




4. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = x + y + z$$

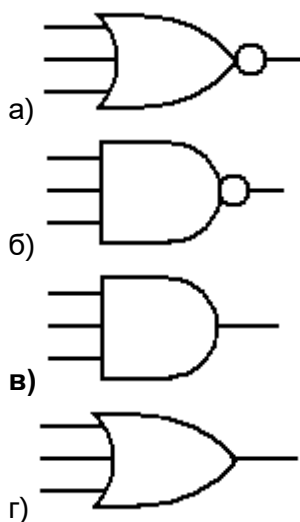
(символ «+» обозначает операцию логического суммирования).



5. Укажите символьное представление логического элемента, реализующего логическую функцию

$$f = x \cdot y \cdot z$$

(символ «•» обозначает операцию логического произведения).



### 3. Открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности)

1. Запишите логическую функцию, реализуемую логическим элементом, общепринятое символическое изображение которого приведено на рисунке. Используйте символ «+» для обозначения операции логической суммы, символ «•» – для обозначения операции логического произведения и надчеркивание – для обозначения операции инвертирования.



Ответ:  $f = \overline{x \cdot y}$

2. Запишите логическую функцию, реализуемую логическим элементом, общепринятое символическое изображение которого приведено на рисунке. Используйте символ «+» для обозначения операции логической суммы, символ «•» – для обозначения операции логического произведения и надчеркивание – для обозначения операции инвертирования.



Ответ:  $f = \overline{x + y}$

3. Запишите логическую функцию, реализуемую логическим элементом, общепринятое символическое изображение которого приведено на рисунке. Используйте символ «+» для обозначения операции логической суммы, символ «•» – для обозначения операции логического произведения и надчеркивание – для обозначения операции инвертирования.



Ответ:  $f = \bar{x}$

4. Запишите логическую функцию, реализуемую логическим элементом, общепринятое символическое изображение которого приведено на рисунке. Используйте символ «+» для обозначения операции логической суммы, символ «•» – для обозначения операции логического произведения и надчеркивание – для обозначения операции инвертирования.



Ответ:  $f = x \cdot y$

5. Запишите логическую функцию, реализуемую логическим элементом, общепринятое символическое изображение которого приведено на рисунке. Используйте символ «+» для обозначения операции логической суммы, символ «•» – для обозначения операции логического произведения и надчеркивание – для обозначения операции инвертирования.



Ответ:  $f = x + y$

### Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный)

2) закрытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности).

- 2 балла – указан верный ответ,
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный)

3) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 3 балла – указан верный ответ,
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный)

При проведении тестирования используется следующая шкала оценки освоения компетенций (% от набранных баллов, в соответствии со шкалой оценивания, приведенной выше):

**Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника  
шифр и наименование направления/специальности

Дисциплина: Б1.В.ДВ.05.02 Основы цифровой электроники  
код и наименование дисциплины

Профиль подготовки: Интегральная электроника и нанoeлектроника  
в соответствии с Учебным планом

Форма обучения: очная

Учебный год: 2020-2021

Ответственный исполнитель -

|                            |         |                       |                |
|----------------------------|---------|-----------------------|----------------|
| <u>Зав.кафедрой ФТТиНС</u> | _____   | <u>(П.В. Середин)</u> | ____.____.20__ |
| должность, подразделение   | подпись | расшифровка подписи   |                |

Исполнители:

|                              |         |                          |                |
|------------------------------|---------|--------------------------|----------------|
| <u>Профессор каф. ФТТиНС</u> | _____   | <u>(С.И. Курганский)</u> | ____.____.20__ |
| должность, подразделение     | подпись | расшифровка подписи      |                |
| _____                        | _____   | _____                    | ____.____.20__ |
| должность, подразделение     | подпись | расшифровка подписи      |                |

СОГЛАСОВАНО:

|                      |         |                          |                |
|----------------------|---------|--------------------------|----------------|
| Куратор ООП ВО       | _____   | <u>(Г.В. Быкадорова)</u> | ____.____.20__ |
| направления 11.03.04 | подпись | расшифровка подписи      |                |

|                  |         |                          |                |
|------------------|---------|--------------------------|----------------|
| Зав.отделом      | _____   | <u>(Н.В. Белодедова)</u> | ____.____.20__ |
| обслуживания ЗНБ | подпись | расшифровка подписи      |                |

Рекомендована НМС физического факультета, протокол № 4 от 01.09.20  
(наименование факультета, структурного подразделения)