

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 17.05.2024 14:07:12
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Утверждено:

на заседании кафедры высшей математики и
физики
протокол № 3 от 10.11.2023 г.
Зав. кафедрой _____/Чудинов В.В.

Согласовано:

Председатель УМК
факультета физики и математики
_____/Бигаева Л.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
для очной формы обучения**

Цифровая и аналоговая электроника

Обязательная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 *ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА*

Направленность (профиль) подготовки
Электроэнергетические сети и электрооборудование производственных и жилых объектов

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель) Старший преподаватель (должность, ученая степень, ученое звание)	_____/Красильников В.А. (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Для приема: 2024-2025 г.

Бирск 2023 г.

Составитель / составители: Красильников В.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики
протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании
кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	10
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине	10
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине	11
4.3. Рейтинг-план дисциплины	21
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	21
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	21
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	21
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4);	ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Умеет использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
		ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Понимает принципы действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами
		ОПК-4.3. Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	Умеет анализировать установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Цифровая и аналоговая электроника» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Цель изучения дисциплины: освоение теоретических основ построения аналоговых и цифровых устройств, понимание характера работы электротехнических и электронных устройств, приобретение знаний о элементах, конструкциях, принципах действия, параметрах и характеристиках различных электронных устройств.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Цифровая и аналоговая электроника» на 6 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	72.2
лекций	36
практических/ семинарских	0
лабораторных	36
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	35.8
Учебных часов на подготовку к дифзачету (Контроль)	0

Форма контроля:

Дифзачет 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Лек	Лаб	ДЗ	СРС			
3 курс / 6 семестр								
1	Аналоговая электроника							
1.1	Введение. Аналоговая электроника. Предмет и задачи курса. История и этапы развития электронной техники. Перспективы развития электронной техники в России и за рубежом История развития. Параметры и характеристики полупроводниковых приборов.	6	6		6	Осн. лит-ра №№ 1,2	Конспект	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
1.2	Усилители. Усилительные каскады переменного тока. Усилительные каскады постоянного тока. Схемы построения, характеристики.	8	6		6	Осн. лит-ра №№ 1,2	Конспект	Лабораторная работа, Групповой опрос, Тестирование
1.3	Источники электропитания. Цепи питания электронных схем и микро-	4	6		6	Осн. лит-ра №№ 1,2	Конспект	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос

	схем. Схемотехника вторичных источников питания.							
2	Цифровая электроника							
2.1	Элементная база цифровых устройств Транзисторно-транзисторная логика. Комплементарные полевые транзисторы. Эмиттерно-связная логика. Логические элементы ТТЛ	6	6		6	Осн. лит-ра № 1 Доп. лит-ра № 1	Конспект	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
2.2	Триггеры. Регистры. Счетчики. Сумматоры. Триггеры, принцип действия. Временная диаграмма работы триггеров. Принцип действия регистров. Сдвигающие регистры. Параллельные регистры. Счетчики, схемы, принцип действия. Сумматоры. Схема, принцип действия полусумматоров. Схема, принцип действия сумматоров. Шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры. Схема, принцип работы.	8	6		6	Осн. лит-ра № 1 Доп. лит-ра № 1	Конспект	Тестирование, Групповой опрос, Лабораторная работа
2.3	Преобразователи аналоговых сигналов АЦП. Основные параметры. Схемы АЦП. Схемы ЦАП. Принцип действия.	4	6		5.8	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Конспект	Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос
3	Дифференцированный зачет			1	0.2			
Итого по 3 курсу 6 семестру		36	36	1	36			

Итого по дисциплине	36	36	1	36			
---------------------	----	----	---	----	--	--	--

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Умеет использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Понимает принципы действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ОПК-4.3. Анализирует установленные режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов рабо-	Умеет анализировать установленные режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов рабо-	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	ты и характеристик				
--	--------------------	--	--	--	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Умеет использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Лабораторная работа, Конспект, Групповой опрос, Тестирование
ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Понимает принципы действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Конспект, Групповой опрос, Тестирование, Лабораторная работа
ОПК-4.3. Анализирует установленные режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	Умеет анализировать установленные режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик	Лабораторная работа

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

Шкалы оценивания:

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оцен-

ка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Аналоговый сигнал это:

1) Непрерывное изменение температуры	2) Последовательность импульсов	3) Изменение напряжения ежеминутно за час	4) Все вышеуказанное верно
--------------------------------------	---------------------------------	---	----------------------------

5. Импульс это:

1) Скачок напряжения	2) Цифровой сигнал	3) Изменение параметра в течение небольшого промежутка времени	4) Все вышеуказанное верно
----------------------	--------------------	--	----------------------------

6. Коэффициент трансформации напряжения равен (w -число витков):

1) w_1/w_2	2) w_2/w_1	3) I_1/I_2	4) I_2/I_1
--------------	--------------	--------------	--------------

7. Коэффициент стабилизации равен:

1) $\Delta U_{\text{ВХ}} / \Delta U_{\text{ВЫХ}}$	2) $U_{\text{ВХ}} / U_{\text{ВЫХ}}$	3) $U_{\text{ВЫХ}} / \Delta U_{\text{ВЫХ}}$	4) $U_{\text{ВХ}} / \Delta U_{\text{ВХ}}$
---	-------------------------------------	---	---

8. Что такое полупроводник?

1) Это вещество, плохо проводящее электрический ток.	2) Это вещество, хорошо проводящее электрический ток.	3) Это вещество, проводящее электрический ток лучше диэлектрика, но хуже проводника; с повышением температуры проводимость увеличивается.	4) Это вещество, проводящее электрический ток только в одном направлении.
--	---	---	---

9. Что из указанного не является полупроводником?

1) Si	2) Ge	3) GaAs	4) Fe
-------	-------	---------	-------

10. Собственная проводимость полупроводника в большей степени зависит от:

1) Температуры	2) Давления	3) Освещенности	4) Магнитного поля
----------------	-------------	-----------------	--------------------

11. Примесная проводимость n-типа получается добавлением:

1) Донорной примеси	2) Акцепторной примеси	3) Другого полупроводника	4) Проводящего материала
---------------------	------------------------	---------------------------	--------------------------

12. Основными носителями заряда в полупроводнике p-типа являются:

1) Электроны	2) Дырки	3) Позитроны	4) Атомы
--------------	----------	--------------	----------

13. При отсутствии внешнего поля в p-n переходе ток:

1) Не течет	2) Течет	3) Ток дырок равен току электронов	4) Ток дырок неравен току электронов
-------------	----------	------------------------------------	--------------------------------------

14. При отсутствии внешнего поля в p-n переходе запирающий слой:

1) Отсутствует	2) Препятствует рекомбинации	3) Зависит от концентрации примеси	4) Равен температуре окружающей среды
----------------	------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------

15. Запирающий слой в симметричном p-n переходе:

1) Смещается в зону с большей концентрацией примеси	2) Смещается в зону с меньшей концентрацией примеси	3) Отсутствует	4) Симметричный
---	---	----------------	-----------------

16. Запирающий слой в несимметричном p-n переходе смещается в сторону:

1) С большей концентрацией примеси	2) С меньшей концентрацией примеси	3) Пропадает	4) Остается симметричным
------------------------------------	------------------------------------	--------------	--------------------------

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Конспект

Темы конспектов совпадают с темами занятий

Полупроводники. Собственная и примесная проводимость.

Беспереходные полупроводниковые приборы. Термистор. Фоторезистор. Тензорезистор. Варистор. Электронно-дырочный (p-n) переход. Однопереходные полупроводниковые приборы. Диод. Варикап. Стабистор. Стабилитрон.

Полевые транзисторы с управляющим каналом и КМОП (КМДП) структуры. Устройство и принцип действия.

Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия.

Физический смысл h-параметров.

Выбор режима рабочей точки каскада на биполярном транзисторе.

Тиристоры. Устройство и принцип действия.

Характеристики усилителей. МКУ.

Микросхемы. Типы и технологии изготовления.

Обратная связь в усилителях.

Диф. каскад. Операционные усилители.

Усилители мощности класса А.

Усилители мощности класса В.

Транзисторные ключи.

Выпрямители

Стабилизированные источники электропитания

Триггеры.

Регистры.

Счетчики.

Преобразователи кодов.

Шифраторы

Дешифраторы

Мультиплексоры

Демультимплексоры.
Сумматор.
Компаратор.
АЦП
ЦАП

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения конспекта

Критерии оценки:

- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);
- логическое построение и связность текста;
- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);
- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);
- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).

1- выставляется, если текст конспекта оформлен аккуратно, выбрано главное и второстепенное, выделены ключевые слова и понятия, конспект написан лаконично с применением системы условных сокращений.

Групповой опрос

Темы опросов совпадают с темами занятий

Полупроводники. Собственная и примесная проводимость.

Беспереходные полупроводниковые приборы. Термистор. Фоторезистор. Тензорезистор. Варистор. Электронно-дырочный (p-n) переход. Однопереходные полупроводниковые приборы. Диод. Варикап. Стабистор. Стабилитрон.

Полевые транзисторы с управляющим каналом и КМОП (КМДП) структуры. Устройство и принцип действия.

Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия.

Физический смысл h -параметров.

Выбор режима рабочей точки каскада на биполярном транзисторе.

Тиристоры. Устройство и принцип действия.

Характеристики усилителей. МКУ.

Микросхемы. Типы и технологии изготовления.

Обратная связь в усилителях.

Диф. каскад. Операционные усилители.

Усилители мощности класса А.

Усилители мощности класса В.

Транзисторные ключи.

Выпрямители

Стабилизированные источники электропитания

Триггеры.

Регистры.

Счетчики.

Преобразователи кодов.

Шифраторы

Дешифраторы

Мультимплексоры

Демультимплексоры.

Сумматор.

Компаратор.

АЦП и ЦАП

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания группового опроса

Описание методики оценивания выполнения группового опроса: оценка за ответы в процессе группового опроса ставится на основании знания теоретического материала по опрашиваемой теме.

Критерии оценки:

- оценка "отлично" выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на все поставленные перед ним теоретические вопросы, продемонстрировал знание терминологии, определений.
- оценка "хорошо" выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.
- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.
- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и определений. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Лабораторная работа

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПРОСТЕЙШИХ КОМБИНАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ .

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. В цифровой микросхеме простейшие логические операции осуществляются с помощью логических элементов.

В зависимости от электронных элементов, образующих логическое устройство, различают;

- 1) резисторно-транзисторную логику (РТЛ),
- 2) диодно-транзисторную логику (ДТЛ)
- 3) транзисторно-транзисторную логику (ТТЛ)

Рассмотрим принцип действия логических элементов в транзисторно-транзисторной логике (ТТЛ)

На рис. 1а ко входу логического элемента присоединен управляющий переключатель S1, движок которого может занимать два положения – В и Н. В положении В на вход поступит напряжение высокого уровня, соответствующее нулю потенциала (потенциал земли, вход заземлен). Если на вход (см. рис 1а) подано низкое напряжение, появляется входной стекающий ток низкого уровня $I_{вх}$; от провода питания $U_{и.п.} = 5В$ через базовый резистор R_b , через переход база-эмиттер транзистора VT1, далее через контакт Н переключателя S1 на землю. Переход база-коллектор транзистора VT1 будет закрыт и иметь очень большое сопротивление. В силу того, что участок цепи с резистором R_b и переходом база-коллектор имеет много большее сопротивление, нежели резистор нагрузки R_n , потенциал на коллекторе транзистора будет почти равен нулю.

При подключении движка переключателя в положение В (рис.в) переход эмиттер-база транзистора VT1 будет закрыт, так как нет разности потенциалов между эмиттером и базой, поскольку эти электроды присоединены к общему проводу питания. От положительного полюса источника питания $U_{и.п.}=5В$ на вход 1 поступает лишь входной ток утечки высокого уровня $I_{вх.}$, и направленный «навстречу» эмиттерной стрелке, указывающей проводимость транзистора (напомним, что токи протекают в цепях от высокого потенциала к низкому).

Большой по силе ток базы I_b теперь течет через открытый переход база-коллектор (т.е. вправо на рис. 1в), который имеет теперь сопротивление близкое к нулевому, затем через резистор нагрузки R_n к нулевому потенциалу. На коллекторе VT1 появляется напряжение высокого уровня.

$$U_{вых.} = U_{и.п.} = R_n / (R_n + R_b) (1)$$

Таким образом, на рисунке 1а,в показан одноходовой элемент ТТЛ, не изменяющий фазу входного сигнала. Когда на вход I подается напряжение низкого уровня Н, на выходе Y будет также напряжение низкого уровня, а входному сигналу высокого уровня В будет соответствовать выходное напряжение высокого уровня. Такой элемент назовем неинвертирующим. Напомним, что здесь активное, включающее – входное напряжение низкого уровня, когда через управляющий переключатель S1 на землю стекает большей входной ток $I_{0\text{вх}}$. Например, для стандартных элементов ТТЛ (основа серии 155) ток одного входа $I_{0\text{вх}}=1,6\text{ мА}$.

На рис.1б показан транзистор VT1 с тремя эмиттерами Э1, Э2, Э3 (два из них не подсоединены). Уровень тока $I_{0\text{вх}}$ логического элемента соответствует предыдущему случаю. Более того, если все три эмиттера соединить вместе, ток $I_{0\text{вх}}$ не изменится. Таким образом, неиспользуемые входы можно оставлять разомкнутыми. Если заземлен хотя бы один из входов элемента ТТЛ (рис. 1б), смена логических уровней на остальных входах не влияет на выходное напряжение $U_{\text{вых}}$.

Для инвертирующего логического элемента входные и выходные напряжения высокого и низкого уровней взаимно противоположны В и Н, Н и В. На рис- 1г показана простейшая схема инвертора ТТЛ. Здесь к предыдущей схеме на рис- 1а,в добавлен транзистор VT2, который "переворачивает" фазу выходного напряжения. Если от переключателя S1 на вход I поступает напряжение высокого уровня В, оконечный транзистор VT2 насыщается базовым током I, и выходное напряжение низкого уровня на его коллекторе $U_{0\text{вых}}$ становится близкий к нулю, точнее не превышает 0,3В. Это наибольшее значение напряжения насыщения коллектор-эмиттер для кремниевого транзистора VT2.

Инвертор (рис-1г) является основной микросхем, выходы у которых имеют открытые коллекторы; он широко применяется самостоятельно. Для обозначения логической Функции - инверсии применяются специальные знаки. На принципиальной схеме кружком отмечается тот вход или выход, где сигнал претерпевает переворот фазы. Черта инверсии ставится над буквенным мнемоническим обозначением данного вывода.

К примеру I- инвертирующий вход, Y- инвертирующий выход. Черта инверсии и над символом команды или ее мнемоническим обозначением. Входы, имеющие активным входное напряжение низкого уровня, следует отметить знаком инверсии. На рис - 1г показан импульсный усилитель с инверсией по выходу.

Основная масса элементов ТТЛ снабжена двухтактным выходным каскадом (рис-2а), состоящим из выходных n-p-n транзисторов: насыщаемого (VT5) и составного эмиттерного повторителя (VT3, VT4). Такой каскад называется квазикомплементарным в отличие комплементарного, составленного из пары n-p-n и p-n-p транзисторов. Транзистор p-n-p оказался неоправданно сложным технологически для цифровых микросхем. Для поочередного включения выходных n-p-n транзисторов необходим промежуточный каскад, который называется расщепителем. Фазы входного сигнала. На рис. 2а расщепитель фазы состоит из транзистора VT2 и резисторов R2, R3. Каскад имеет два выхода: коллекторный и эмиттерный, импульсы на которых противофазны. Выходные транзисторы, включаемые поочередно, аналогичны перекидному тумблеру: на нагрузку можно включить напряжение высокого выходного уровня, или низкого.

Выход логического элемента ДД1, обозначенный Y, подключается к низкому потенциалу, то есть заземляется через насыщаемый транзистор VT5 и получает высокий выходной потенциал от эмиттера составного транзистора VT3, VT4. Инверсия входного сигнала I отображена на выходе символом Y. Чтобы доказать, что на рисунке 2а изображен инвертор, присоединим на вход I переключатель S1 (рис.2б) и подадим на его вход напряжение низкого уровня. Транзистор VT1 не может дать базовый ток I_b транзистору VT2 (см/ рис.2а), и транзистор VT2 находится в разомкнутом состоянии (на рис.2б транзистор VT2 условно не показан). Однако резистор R2 присоединен к проводу питания $U_{\text{и.п.}} = 5\text{В}$, поэтому выходное напряжение высокого уровня $U_{\text{вых}}$ появляется на нагрузке Rн от эмиттера транзистора VT4.

Статическое выходное напряжение высокого уровня для логического элемента $U_{1\text{вых}} = U_{\text{и.п.}} - I_{\text{вых}} \cdot R_4 - U_{\text{кбз}} - 2U_{\text{бз}} \quad (2)$

Заметим, что транзистор VT3 - эмиттерный повторитель. Он не может перейти в состояние насыщения и поэтому минимальное напряжение усилительного режима $U_{\text{кб}}$ для транзистора VT3 не

падает ниже 0,7, ..., 1 В. Если учесть, что для транзисторов без переходов Шоттки напряжение $U_{бэ} = 0,7$ В» получаем $U_{1\text{вых}} \approx (5 - I - 1,4) = 2,6$ В. При стандартном напряжении питания $U_{и.п.} = 5$ В. Падение напряжений на R_4 , ограничивающего ток короткого замыкания в выходном каскаде, в первом приближении не учитываем.

Для транзисторов с переходом Шоттки напряжение на р-п переходе меньше и составляет 0,2-0,3 В. Следовательно, напряжение высокого уровня $U_{\text{вых}}$ для элементов ТТЛ достигает 3,5 В.

Эмиттерный повторитель (ЭП) - усилительный каскад с отрицательной обратной связью. Следовательно, сила вытекающего эмиттерного тока будет определяться его выходным сопротивлением $R_{\text{вых.эп}}$. Для схемы на рис.26 $R_{\text{вых.эп}} = R_2 / (B + 1)$, $I_{\text{вых}}$. Здесь R_2

-коллекторный резистор нагрузки транзистора - фазорасщепителя;

$(B + 1)$ - полный коэффициент усиления транзистора по току. В данной схеме $B = I_{к} / I_{б}$ для составного транзистора VT3 и VT4 определяется как произведение: $B = B_3 * B_4$. W - температурный потенциал ($W = 26$ мВ для температуры 200°К), $I_{\text{вых}}$ - вытекающий выходной ток высокого уровня логического элемента.

Подадим на вход логического элемента ДД1 напряжение высокого уровня. Для этого в схеме на рис.2в переведем движок переключателя S1 положение В. Транзистор - фазорасщепитель VT2 получит теперь базовый ток $I_{б}$ от коллектора VT1 и поэтому откроется. Часть его эмиттерного тока $I_{э}$ поступит в базу конечного транзистора VT5. Этот транзистор перейдет в состояние насыщения, то есть замкнется. Выходной вывод логического элемента ДД1 окажется подключенный к земле.

Внутреннее сопротивление промежутка коллектор-эмиттер $R_{кэ}$ для насыщенного транзистора VT5 реально составляет 30-50 Ом, а выходное напряжение насыщения для кремневого транзистора $U_{кэ.нас.} \approx 0,3$ В. Это выходное напряжение низкого уровня для элемента ТТЛ $U_{0\text{вых}} \approx 0,3$ В.

КОМБИНАЦИОННЫМИ называют функциональные узлы, которые не содержат элементов памяти (триггеров). Состояние такого узла однозначно определяется комбинацией входных сигналов и не зависит от предыдущего состояния. К этому классу функциональных узлов относятся логические ИС, шифраторы, дешифраторы, кодопреобразователи, устройства сравнения, сумматоры, мультиплексоры. Эти узлы имеют микроэлектронное исполнение, то есть являются микросхемами, но могут быть также реализованы на основе нескольких ИС, более простых в функциональном отношении.

ЛОГИЧЕСКИЕ ИС выполняют операции конъюнкции (И), дисъюнкции (ИЛИ), инверсии (НЕ) и более сложные логические операции И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И-ИЛИ-НЕ и другие.

В таблице 1 приведены условные обозначения и таблицы истинности некоторых логических элементов. Таблицы истинности показывают, каким будет сигнал на выходе, то есть низкого уровня (логический 0) или высокого уровня (логическая 1), при той или иной комбинации сигналов на входах. В таблице 1 приведены элементы с двумя входами. Для логических элементов с большим числом входов правила функционирования, отражаемые в таблицах истинности сохраняются.

ЛОГИЧЕСКАЯ ИС как функциональный узел может состоять из нескольких логических элементов, каждый из которых выполняет 1 – 2 операции из числа тех, что указаны ранее.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ЧЕТНОСТИ предназначено для проверки кодовых комбинаций, поступающих на его вход на наличие в них четного (нечетного) числа единиц. В случае если на пятиходовое устройства контроля четности поступит код 10101, то на его выходе появится 1, а если 01100 - то 0.

УСТРОЙСТВО СРАВНЕНИЯ или цифровой компаратор выполняет операцию сравнения двух кодов и формирует признак результата сравнения в виде напряжения высокого уровня на одном из выходов: $F_a = b$, $F_a \approx b$, $F_a \ll b$.

В более простом виде устройство сравнения имеет только один выход $F_a = b$.

ПОЛУСУММАТОР - это узел с двумя входами и двумя выходами, выполняющий операцию арифметического сложения двух одноразрядных чисел А и В в соответствии со следующими правилами: при любых наборах сигналов А и В на выходе сигнала суммы S формируется результат сложения

ния по модулю два, на выходе сигнала переноса P во всех случаях будет 0, кроме $A=B=1$, тогда $P=1$,

Например: $0+0=00$ $0+1=01$ $1+0=01$ $1+1=10$

|||||

A B PS A B PS A B PS A B PS

ПОЛНЫЙ ОДНОРАЗРЯДНЫЙ СУММАТОР выполняет операцию арифметического сложения двух одноразрядных чисел $A(1)$ и $B(1)$ с учетом переноса от младшего разряда $P(i-1)$. Он имеет три входа и два выхода для сигнала суммы $S(i)$ и сигнала переноса $P(i)$. Правило работы сумматора определяется таблицей.

ВХОДЫ			ВЫХОДЫ	
$A(i)$	$B(i)$	$p(i-1)$	$S(i)$	$P(i)$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Последовательно используя сменные карты $I=1, I-2, \dots, I-9$, исследовать работу изучаемых логических устройств. Комбинации входных сигналов набирать с помощью тумблеров SA1-SA5. Верхнее положение тумблера соответствует логической 1, нижнее - логическому 0. Появление логической 1 на выходе вызывает свечение светодиода, появление логического нуля наоборот гасит его.
2. По результатам исследования составить таблицы истинности для каждого устройства.
3. По таблицам истинности и описанию логических устройств вид функции для каждого устройства.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные логические функции двух переменных и основные законы алгебры логики.
2. Объяснить работу базовых элементов ТТЛ.

3. Условно-графические обозначения логических элементов .

4. Составить схему реализации всех логических функций (И, НЕ, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, Исключающее ИЛИ, Исключающее ИЛИ-НЕ) на элементах типа И-НЕ.

5. Принцип работы устройства сравнения двух одноразрядных чисел и двоичного одноразрядного сумматора .

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме лабораторной работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты лабораторной работы.

Критерии оценки:

- оценка "отлично" выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с оборудованием, применения знания на практике, анализа результатов лабораторной работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;

- оценка "хорошо" выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, имеются пробелы в знании применяемых методик исследования; демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты лабораторной работы, формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи;

- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с оборудованием, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи;

- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи.

Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 3 курс / 6 семестр

1. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость.
2. Беспереходные полупроводниковые приборы. Термистор. Фоторезистор. Тензорезистор. Варистор.
3. Электронно-дырочный (p-n) переход. Однопереходные полупроводниковые приборы. Диод. Варикап. Стабистор. Стабилитрон.
4. Полевые транзисторы с управляющим каналом и КМОП (КМДП) структуры. Устройство и принцип действия.
5. Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия.

6. Физический смысл h -параметров.
7. Выбор режима рабочей точки каскада на биполярном транзисторе.
8. Тиристоры. Устройство и принцип действия.
9. Характеристики усилителей. МКУ.
10. Микросхемы. Типы и технологии изготовления.
11. Обратная связь в усилителях.
12. Диф. каскад. Операционные усилители.
13. Усилители мощности класса А.
14. Усилители мощности класса В.
15. Транзисторные ключи.
16. Выпрямители
17. Стабилизированные источники электропитания
18. Триггеры.
19. Регистры.
20. Счетчики.
21. Преобразователи кодов.
22. Шифраторы
23. Дешифраторы
24. Мультиплексоры
25. Демультимплексоры.
26. Сумматор.
27. Компаратор.
28. АЦП и ЦАП

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания диф. зачета

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 40 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на диф.зачете максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **15-20 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-4 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Шогенов, А.Х. Аналоговая, цифровая и силовая электроника / А.Х. Шогенов, Д.С. Стребков, Ю.Х. Шогенов ; под ред. Д.С. Стребкова. - Москва : Физматлит, 2017. - 416 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485494>.
2. Земляков, В.Л. Электротехника и электроника : учебник / В.Л. Земляков ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет", Факультет высоких технологий. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2008. - 304 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241108>.

Дополнительная литература

1. Барыбин, А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы : учебное пособие / А.А. Барыбин. - Москва : Физматлит, 2008. - 424 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75443>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/>.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsl.ru/>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/>.
7. Национальная платформа открытого образования proed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru/>.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.bashkortostan.ru/>.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

Программное обеспечение

1. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия
https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
2. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159-ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
3. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 108(ФМ)	Лекционная, Семинарская	Магазин МЕ-4, осциллограф, стенд, трансформатор, учебная мебель, учебно-методические пособия
Аудитория 213(ФМ)	Для хранения оборудования	Мультиметр, осциллограф, прибор УМ-12, учебная мебель
Аудитория 215(ФМ)	Семинарская, Для контроля и аттестации	Анализатор импульсов, генератор, генератор измерительный, генератор стандартных сигналов, измеритель магнитной индукций, измеритель параметров, индикатор нуля, микро-вольтамперметр, мост универсальный, осциллограф, осциллограф, рабочее место студента,

		спектрометр высокого разряжения, стенд радиотехнический, учебная мебель, учебно-наглядные материалы, частотомер
Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютеры в сборе, учебная мебель Компьютеры в сборе, учебная мебель, учебно-методические материалы
Аудитория 222(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютеры в сборе, проектор, учебная мебель, экран для проекторов