

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e7

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

Физико-математический факультет
Кафедра общей физики

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной
деятельности
«22» июня 2021 г.
Начальник управления _____
/ Г.Е. Суслин /

Одобрено учебно-методическим советом
Протокол «22» июня 2021 г. № 5
Председатель _____
/ О.А. Шестакова /

Рабочая программа дисциплины

Физическая электроника

Направление подготовки
03.03.02 Физика

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета:
Протокол от «17» июня 2021 г. № 12
Председатель УМКом _____
/ Барбанова Н.Н. /

Рекомендовано кафедрой общей физики
Протокол от «10» июня 2021 г. № 11
Зав. кафедрой _____
/ Барбанова Н.Н. /

Мытищи
2021

Авторы-составители:

Барабанова Н.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Васильчикова Е.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Жачкин В.А., доктор физико-математ. наук, профессор,
Емельянов В.А., кандидат физико-математических наук, доцент,
Емельянова Ю.А., ассистент кафедры общей физики.

Рабочая программа дисциплины «Физическая электроника» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений и является элективной дисциплиной.

Год начала подготовки 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем и содержание дисциплины	5
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	6
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	8
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	24
7. Методические указания по освоению дисциплины	25
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	25
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	25

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины: овладение студентами действенными знаниями о сущности электромагнитных процессов в электротехнических и электронных устройствах, изучение принципов действия и характеристик полупроводниковых приборов, типовых функциональных узлов электронных устройств и принципов их применения в управляющих и информационных системах.

Задачи дисциплины: изучение основных понятий, явлений и законов физической электроники, а также овладение основными методами анализа электротехнических и электронных устройств;

формирование научного мышления, правильного понимания границ применимости различных электромагнитных законов, теорий и владения методами оценки степени достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных и математических методов исследования на моделях электротехнических и электронных устройств;

ознакомление с устройством, основными характеристиками и принципами работы электрических машин и электронных устройств;

практическое изучение способов проведения электрических измерений.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-2 – способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физическая электроника» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений и является элективной дисциплиной.

Для освоения дисциплины «Физическая электроника» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Общая физика», «Информатика», «Математический анализ». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Специальный физический практикум», «Теоретическая физика».

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	5
Объем дисциплины в часах	180
Контактная работа:	90,5
Лекции	30
Лабораторные работы	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,5
Курсовая работа	0,3
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	64
Контроль	25,5

Форма контроля: зачет и курсовая работа в 5 семестре.

3.2. Содержание дисциплины очная форма обучения

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов	
	Лекции	Лабораторные занятия
Тема 1 Физические основы работы полупроводниковых приборов. Энергетические уровни и зоны. Собственная электропроводность полупроводников. Примесная электропроводность полупроводников. Процессы переноса зарядов в полупроводниках. Электронно-дырочный переход. Вольт-амперная характеристика $p-n$ -перехода. Виды пробоев $p-n$ -перехода. Ёмкость $p-n$ -перехода. Контакт «металл – полупроводник». Свойства омических переходов.	3	3
Тема 2. Полупроводниковые диоды. Выпрямительные диоды. Особенности вольт-амперных характеристик выпрямительных диодов. Импульсные диоды. Варикапы. Стабилитроны. Применение полупроводниковых диодов. Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой. Однофазная мостовая схема. Параметрический стабилизатор напряжения.	3	3
Тема 3. Полевые транзисторы. Полевой транзистор с управляющим $p-n$ -переходом. Схемы включения полевых транзисторов. Статические характеристики полевых транзисторов. Основные параметры полевых транзисторов. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Полевой транзистор с изолированным затвором со встроенным каналом. Транзистор с индуцированным (инверсионным) каналом.	3	3
Тема 4. Биполярные транзисторы. Структура и основные режимы работы. Физические процессы в биполярном транзисторе. Схемы включения транзистора. Статические характеристики биполярного транзистора.	3	3
Тема 5. Электронные усилители. Классификация усилителей и их основные характеристики. Апериодический усилитель. Обратная связь и ее влияние на характеристики усилителя.	3	6
Тема 6. Математические основы цифровой электроники. Виды сигналов. Информация. Позиционные системы счисления. Элементы алгебры логики. Таблица истинности.	3	6
Тема 7. Логические элементы цифровых устройств. Общие сведения о логических элементах. Основные логические элементы.	2	6
Тема 8. Базовые логические элементы. Транзисторный ключ. Базовый элемент ТТЛ. Базовый элемент на КМДП структурах.	2	6
Тема 9. Интегральные микросхемы. Классификация микросхем. Технологии изготовления микросхем. Назначение микросхем.	2	6
Тема 10. Цифровые устройства последовательностного типа. Классификация триггеров. Асинхронный RS-триггер. Тактируемый RS-триггер. D-триггеры. T-триггер.	2	6
Тема 11. Основные операционные элементы.	2	6

Регистры. Шифратор. Дешифратор. Мультиплексор. Демультимплексор. Двоичные счетчики. Полусумматор. Двоичный сумматор. Схемы вычитания. Цифровой компаратор.		
Тема 12. Полупроводниковые запоминающие устройства. Общая характеристика устройств. Структуры запоминающих устройств. Оперативные запоминающие устройства. Постоянные запоминающие устройства. Флэш-память.	2	6
Итого	30	60

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
1. Полупроводниковые диоды.	Математические модели диодов и их использование для анализа электронных схем. Разновидности полупроводниковых диодов. Классификация и система обозначений.	8	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Основная литература. Дополнительная литература. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».	Конспект, устные ответы на вопросы преподавателя.
2. Полевые транзисторы.	Математические модели полевого транзистора. Применение принципа полевого транзистора.	8	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Основная литература. Дополнительная литература. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».	Конспект, устные ответы на вопросы преподавателя.
3. Биполярные транзисторы.	Математические модели биполярного транзистора. Анализ схем с транзисторами. Классификация и система обозначения.	8	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Основная литература. Дополнительная литература. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».	Конспект, устные ответы на вопросы преподавателя.
4. Тиристоры.	Устройство и основные физические процессы. Характеристики. Графический	8	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Основная литература. Дополнительная литература. Ресурсы информационно-телекоммуника-	Конспект, устные ответы на вопросы преподавателя.

	анализ схем с тиристорами. Классификация и система обозначений.			ционной сети «Интернет».	
5.Оптоэлектронные приборы.	Общая характеристика оптоэлектронных приборов. Излучающий диод (светодиод). Фоторезистор. Фотодиод. Разновидности индикаторов.	8	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Основная литература. Дополнительная литература. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».	Конспект, устные ответы на вопросы преподавателя.
6.Операционные усилители.	Передаточная характеристика. Влияние различных факторов на выходное напряжение операционного усилителя. Амплитудно-частотная, фазочастотная характеристики операционного усилителя и его эквивалентная схема	8	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Основная литература. Дополнительная литература. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».	Конспект, устные ответы на вопросы преподавателя.
7.Устройства аналого-цифрового преобразования сигналов.	Цифроаналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи. Устройства выборки и хранения аналоговых сигналов.	8	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Основная литература. Дополнительная литература. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».	Конспект, устные ответы на вопросы преподавателя.
8.Генераторы импульсных сигналов.	Генераторы прямоугольных импульсов. Генераторы линейно изменяющегося напряже-	10	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Основная литература. Дополнительная литература. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети	Конспект, устные ответы на вопросы преподавателя.

	ния.			«Интернет».	
ИТОГО		64			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ДПК-2 - способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики.	посещение, задачи, курсовая работа, лабораторные работы, домашняя работа, зачет, курсовая работа	41-60
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики. Владеть основными методами решения задач, сформулиро-	посещение, задачи, курсовая работа, лабораторные работы, домашняя работа, зачет, курсовая работа	61-100

			ванными в рамках физики, математики и информатики, и применить их в профессиональной деятельности.		
--	--	--	--	--	--

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Тематика лабораторных работ

1. Изучение вольтамперной характеристики полупроводникового диода.
2. Изучение полевого транзистора.
3. Изучение биполярного транзистора.
4. Изучение резисторного усилителя напряжения.
5. Исследование основных логических элементов и простейших комбинационных устройств.
6. Исследование триггеров RS, D и T типов.
7. Исследование параллельного и последовательного регистров.
8. Исследование основных комбинационных устройств: дешифратора, демультиплексора, мультиплексора и преобразователя кодов на ПЗУ.
9. Исследование счетчиков электрических импульсов.
10. Исследование четырехразрядного параллельного сумматора.

Решение задач

Полупроводники . p-n переход. Транзисторы. Электронные усилители

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
№ Задания	1	2	3	3	2	1	1	2	3	1
	4	6	5	4	5	4	4	5	6	6
	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8
	9	10	11	12	12	10	10	9	10	11
	13	14	15	13	14	15	15	14	13	13
	16	17	16	17	16	17	16	17	16	17
	18	19	20	18	19	20	18	19	20	18
	21	22	23	22	23	21	23	21	22	23
	24	25	24	25	24	25	24	25	24	25
	26	27	28	29	30	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32
	35	36	37	38	39	35	36	37	38	39

1. Что такое собственная электропроводность полупроводника?
2. Что такое диффузия и дрейф носителей заряда?
3. Как объяснить температурную зависимость концентрации носителей заряда в полупроводнике?
4. Что такое примесная электропроводность полупроводника?
5. Поясните механизм образования электронно-дырочного перехода.
6. Что такое инжекция и экстракция носителей заряда?
7. Как влияет внешнее напряжение на ширину $p-n$ -перехода.
8. Нарисуйте вольт-амперную характеристику $p-n$ -перехода и напишите ее уравнение.

9. Объясните механизм лавинного пробоя.
10. Что такое барьерная ёмкость $p-n$ -перехода?
11. При каких условиях контакт «металл – полупроводник» будет невыпрямляющим?
12. При каких условиях контакт «металл – полупроводник» будет выпрямляющим?
13. Рассчитать и построить вольт-амперную характеристику (ВАХ) выпрямительного диода $I=f(U)$ при температуре окружающей среды $+20^{\circ}\text{C}$ в диапазоне $U_{\text{пр}}=0\dots300\text{мВ}$ (5 точек) и $U_{\text{обр}} = 0\dots100\text{В}$ (5 точек).

Вольт-амперная характеристика диода описывается уравнением:

$$I = I_0(e^{eU/kT} - 1),$$

где $I_0 = 0,5 \text{ мА}$ - обратный ток диода,

T - абсолютная температура,

k - постоянная Больцмана,

e - элементарный заряд.

14. Рассчитать и построить вольт-амперную характеристику (ВАХ) выпрямительного диода $I=f(U)$ при температуре окружающей среды $+40^{\circ}\text{C}$ в диапазоне $U_{\text{пр}}=0\dots300\text{мВ}$ (5 точек) и $U_{\text{обр}} = 0\dots100\text{В}$ (5 точек).

Вольт-амперная характеристика диода описывается уравнением:

$$I = I_0(e^{eU/kT} - 1),$$

где $I_0 = 0,5 \text{ мА}$ - обратный ток диода,

T - абсолютная температура,

k - постоянная Больцмана,

e - элементарный заряд.

15. Рассчитать и построить вольт-амперную характеристику (ВАХ) выпрямительного диода $I=f(U)$ при температуре окружающей среды $+30^{\circ}\text{C}$ в диапазоне $U_{\text{пр}}=0\dots300\text{мВ}$ (5 точек) и $U_{\text{обр}} = 0\dots100\text{В}$ (5 точек).

Вольт-амперная характеристика диода описывается уравнением:

$$I = I_0(e^{eU/kT} - 1),$$

где $I_0 = 0,3 \text{ мА}$ - обратный ток диода,

T - абсолютная температура,

k - постоянная Больцмана,

e - элементарный заряд.

16. Какие разновидности полевых транзисторов существуют?
17. Почему полевые транзисторы с управляющим $p-n$ -переходом не должны работать при прямом напряжении на входе $U_{\text{зи}}$?
18. Почему при изменении напряжения $U_{\text{си}}$ толщина канала вдоль его длины меняется неодинаково?
19. Чем отличается полевой транзистор с изолированным затвором от транзистора с управляющим $p-n$ -переходом?
20. Чем отличаются структуры МДП-транзисторов с индуцированным и со встроенным каналом? Как это отличие отражается на статических характеристиках?
21. Нарисуйте и объясните проходные и выходные характеристики полевого транзистора.
22. Охарактеризуйте режимы работы биполярного транзистора.
23. Каким образом в транзисторе происходит усиление электрических колебаний по мощности?
24. Охарактеризуйте схемы включения биполярного транзистора.
25. Нарисуйте и объясните семейство выходных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером.

26. Что такое электронный усилитель?
27. Почему в электронном усилителе происходит усиление мощности?
28. Как классифицируются электронные усилители?
29. Что такое коэффициент усиления?
30. Какой усилитель называют апериодическим (резисторным)?
31. Какие искажения в усилителях называют линейными? Чем они обусловлены?
32. Какие искажения в усилителях называют нелинейными? Чем они обусловлены?
33. Что называют амплитудно-частотной характеристикой усилителя?
34. Что такое полоса пропускания усилителя?
35. При усилении синусоидального напряжения на выходе усилителя, кроме напряжения основной частоты с амплитудой $U_{1m} = 20$ В, получилось еще и напряжение второй гармоники с амплитудой $U_{2m} = 1.6$ В. Определите величину нелинейных искажений.
36. Почему в апериодическом усилителе уменьшается усиление на низких частотах?
37. Что называют амплитудной характеристикой?
38. Почему реальные амплитудные характеристики нелинейные?
39. Объясните назначение элементов в схеме апериодического усилителя.

Примерное домашнее задание

Логические элементы

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
№ Задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	21	22
	29	30	31	32	33	29	30	31	32	33
	34	35	36	37	38	38	37	34	35	36
	39	40	41	42	39	40	41	42	39	41
	43	44	45	46	47	43	44	45	46	47
	48	49	50	51	52	52	51	50	49	48
	53	54	55	56	57	54	55	56	53	57

1. Что называется логическим элементом?
2. Чем различаются положительная и отрицательная логики?
3. Что называется таблицей истинности?
4. Каким символом обозначают логическое умножение?
5. Как на схемах изображают логический элемент И?
6. При каких входных переменных на выходе логического элемента И формируется логическая 1?
7. Каким символом обозначают логическое сложение?
8. Как на схемах изображают логический элемент ИЛИ?
9. При каких входных переменных на выходе логического элемента ИЛИ формируется логическая 1?
10. Как на схемах изображают логический элемент НЕ?
11. Как на схемах изображают логический элемент И-НЕ?
12. При каких входных переменных на выходе логического элемента И-НЕ формируется логическая 1?
13. Как на схемах изображают логический элемент ИЛИ-НЕ?
14. При каких входных переменных на выходе логического элемента ИЛИ-НЕ формируется логическая 1?
15. Как на схемах изображают логический элемент Исключающее ИЛИ?

16. При каких входных переменных на выходе логического элемента Исключающее ИЛИ формируется логическая 1?

17. Как из элемента ИЛИ-НЕ получить элемент НЕ?

18. Как из элемента И-НЕ получить элемент НЕ?

19. Изобразите условное обозначение логических элементов И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ и ИЛИ-НЕ.

20. Постройте таблицу истинности элемента ИЛИ с тремя входами. Входы имеют обозначения А, В, С. Выход имеет обозначение Z.

21. Постройте таблицу истинности элемента И с тремя входами. Входы имеют обозначения А, В, С. Выход имеет обозначение Z.

22. Постройте схему элемента И на элементах ИЛИ-НЕ..

23. Постройте схему элемента ИЛИ на элементах И-НЕ.

24. Сколько возможных комбинаций имеет таблица истинности элемента И с пятью входами?

25. Сколько возможных комбинаций имеет таблица истинности элемента ИЛИ с шестью входами?

26. Что понимают под логическим элементом ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ? Изобразите для этого элемента таблицу истинности.

27. Как называется логический элемент, которому соответствует таблица истинности, изображенная на рис. 1?

<i>B</i>	<i>A</i>	<i>Z</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Рис. 1.
Таблица истинности.

28. Как называется логический элемент, которому соответствует таблица истинности, изображенная на рис. 2?

<i>B</i>	<i>A</i>	<i>Z</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Рис. 2.
Таблица истинности.

29. Из логических элементов И, ИЛИ и НЕ синтезируйте и нарисуйте схему устройства, реализующего уравнение $Z = (A + \overline{B}) \cdot (\overline{A} + B)$.

30. Из логических элементов И, ИЛИ и НЕ синтезируйте и нарисуйте схему устройства, реализующего уравнение $Z = \overline{(A + B)} \cdot (A + B)$.

31. Из логических элементов И, ИЛИ и НЕ синтезируйте и нарисуйте схему устройства, реализующего уравнение $Z = \overline{(A \cdot B)} + (A \cdot B)$.

32. Из логических элементов И, ИЛИ и НЕ синтезируйте и нарисуйте схему устройства, реализующего уравнение $Z = \overline{(A \cdot B)} + C$.

33. Из логических элементов И, ИЛИ и НЕ синтезируйте и нарисуйте схему устройства, реализующего уравнение $Z = (A \cdot B) \oplus (A + B)$.

34. Временные диаграммы входов А и В представлены на рис. 3. Изобразите временную диаграмму выхода Z, если А и В входы элемента И (а).

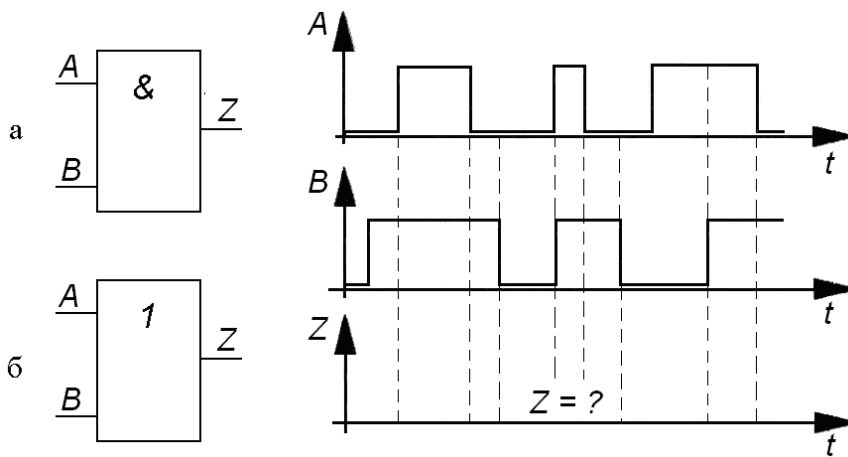


Рис. 3. Связь двух входных сигналов A и B.

35. Временные диаграммы входов A и B представлены на рис. 3. Изобразите временную диаграмму выхода Z, если A и B входы элемента ИЛИ (б).

36. Какую логическую операцию производят элементы на схеме рис. 4?

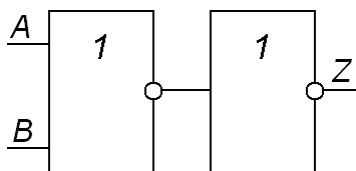


Рис. 4. Комбинация логических элементов.

37. Какую логическую операцию производят элементы на схеме рис. 4?

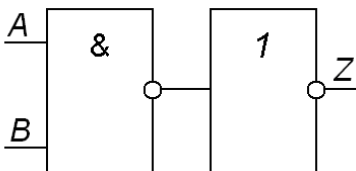


Рис. 5. Комбинация логических элементов.

38. На рис. 6 представлены входные сигналы A и B и выходной сигнал Z неизвестного элемента. Какую логическую операцию производит этот элемент?

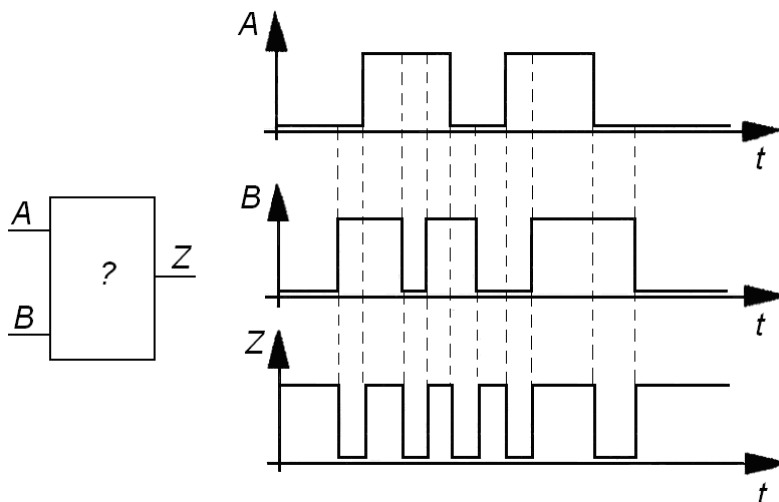


Рис. 6. Временные диаграммы входов и выхода.

39. Составьте уравнение и таблицу истинности для схемы на рис. 7.

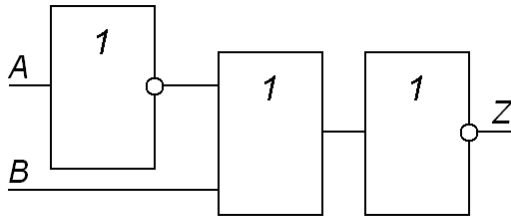


Рис. 7. Цифровая схема.

40. Составьте уравнение и таблицу истинности для схемы на рис. 8.

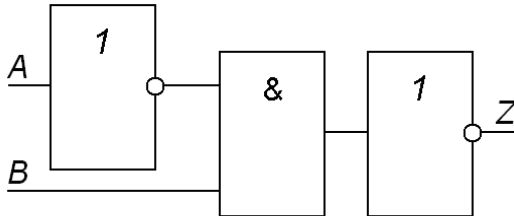


Рис. 8. Цифровая схема.

41. Составьте уравнение и таблицу истинности для схемы рис. 9.

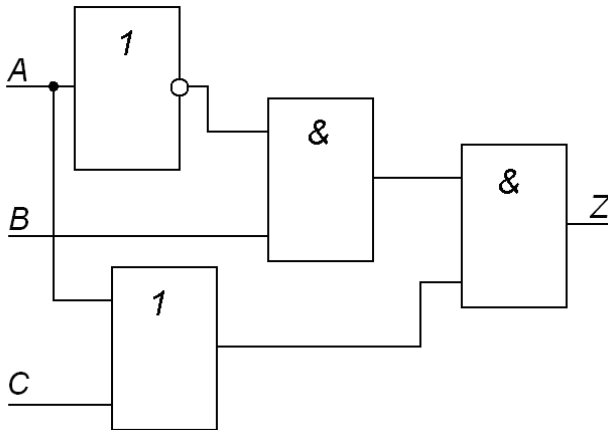


Рис. 9. Цифровая схема.

42. Составьте уравнение и таблицу истинности для схемы рис. 10.

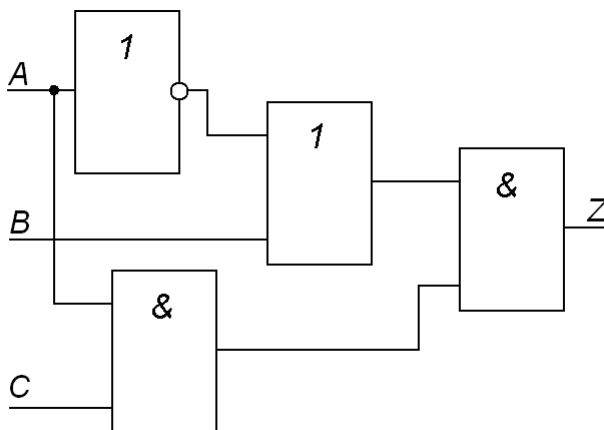


Рис. 10. Цифровая схема.

43. Преобразуйте следующие десятичные числа в двоичные: 58, 592, 112.
 44. Преобразуйте следующие десятичные числа в двоичные: 168, 195, 215
 45. Преобразуйте следующие десятичные числа в двоичные: 200, 175, 151.
 46. Преобразуйте следующие десятичные числа в двоичные: 319, 145, 99.
 47. Преобразуйте следующие десятичные числа в двоичные: 200, 175, 102.

48. Преобразуйте следующие двоичные числа в десятичные: 11101, 11011, 11001.
49. Преобразуйте следующие двоичные числа в десятичные: 11010, 100101, 1010.
50. Преобразуйте следующие двоичные числа в десятичные: 11100, 11001, 110011.
51. Преобразуйте следующие двоичные числа в десятичные: 1101, 11110, 10011.
52. Преобразуйте следующие двоичные числа в десятичные: 111001, 10001, 10011.
53. Преобразуйте шестнадцатеричные числа в десятичные и двоичные: AB1, 87F2.
54. Преобразуйте шестнадцатеричные числа в десятичные и двоичные: E605, BCD4.
55. Преобразуйте шестнадцатеричные числа в десятичные и двоичные: 2B31, BA1A.
56. Преобразуйте шестнадцатеричные числа в десятичные и двоичные: 2C3, C31A.
57. Преобразуйте шестнадцатеричные числа в десятичные и двоичные: 3D1, AE4A.

Триггеры. Регистры

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
№ Задания	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
	5	6	5	6	5	6	6	5	6	5
	7	8	9	10	8	9	10	8	7	10
	11	12	13	11	13	12	11	13	13	12
	14	15	16	15	14	16	16	14	15	14
	17	18	19	20	18	19	20	17	20	19
	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22
	25	26	27	28	28	27	26	25	26	27
	29	30	31	32	29	30	31	32	29	30
	33	34	35	36	37	33	34	35	36	37
	38	39	40	38	39	40	38	39	40	38
41	42	43	44	45	46	41	42	43	44	

1. Что называется триггером?
2. Какие триггеры называются асинхронными, а какие синхронными?
3. Какие выходы бывают у триггеров, как их обозначают?
4. Какие входы бывают у триггеров, как их обозначают?
5. Начертите схему RS-триггера с прямыми входами. Опишите работу RS-триггера с прямыми входами.
6. Начертите схему RS-триггера с инверсными входами. Опишите работу RS-триггера с инверсными входами.
7. Временные диаграммы входов S и R RS-триггера с прямыми входами представлены на рис. 1. Изобразите временную диаграмму выходов.

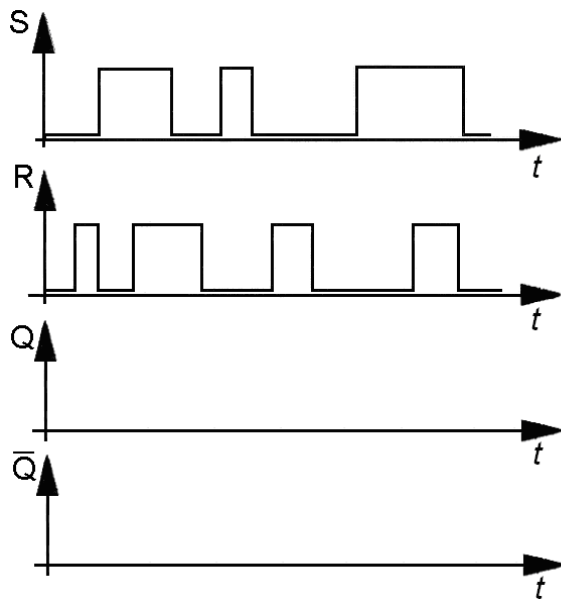


Рис. 1

8. Временные диаграммы входов S и R RS-триггера с прямыми входами представлены на рис. 2. Изобразите временную диаграмму выходов.

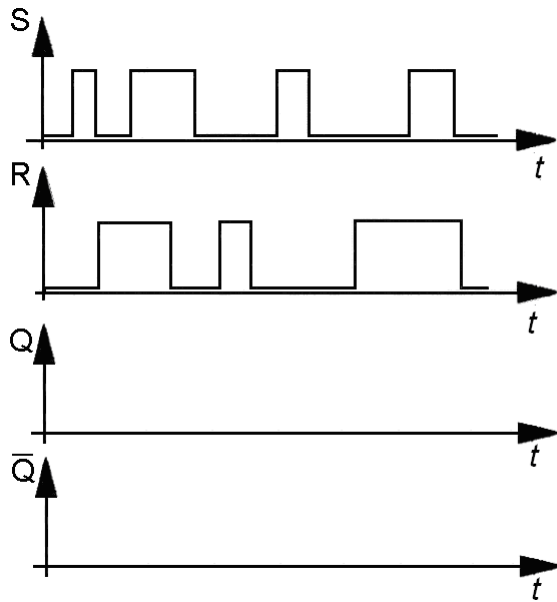


Рис. 2

9. Временные диаграммы входов S и R RS-триггера с инверсными входами представлены на рис. 3. Изобразите временную диаграмму выходов.

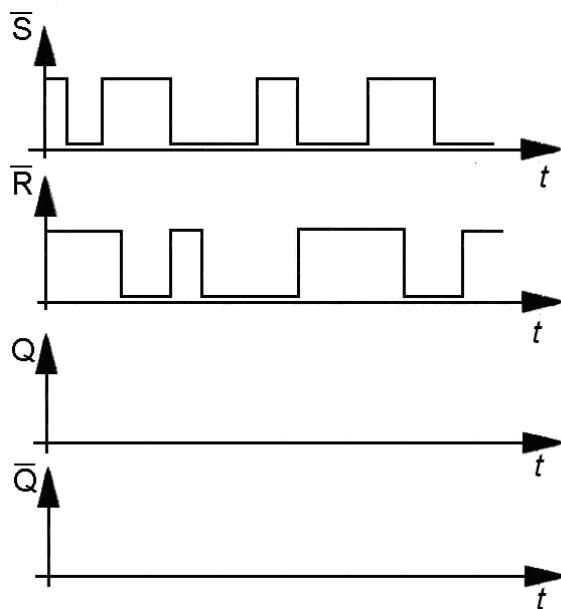


Рис. 3

10. Временные диаграммы входов S и R RS-триггера с инверсными входами представлены на рис. 4. Изобразите временную диаграмму выходов.

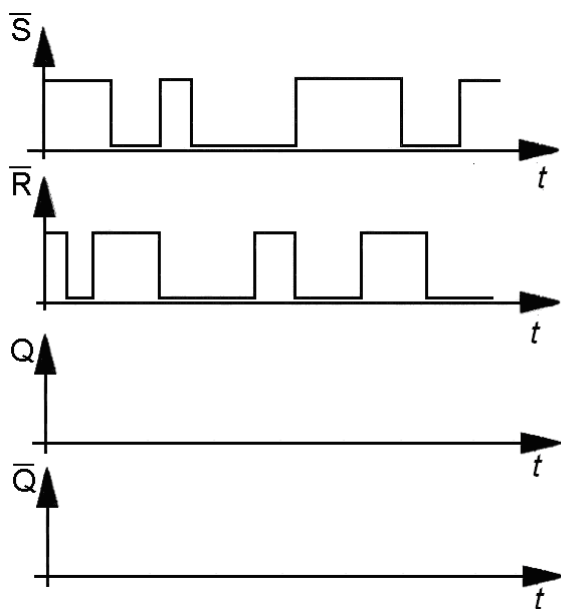


Рис.4

11. Какую роль выполняет вход C в синхронном RS-триггере? Опишите работу синхронного RS-триггера.

12. На все входы синхронного RS-триггера поданы уровни логического нуля. В каком он будет состоянии?

13. На все входы синхронного RS-триггера поданы уровни логической единицы. В каком он будет состоянии?

14. Начертите схему статического D-триггера и объясните, при каких входных уровнях триггер будет оставаться в режиме хранения информации?

15. Что такое динамический триггер?

16. Как обозначают вход синхронизации (C) динамического триггера, переключающегося по переднему и заднему фронтам синхроимпульса?

17. Начертите временную диаграмму $C = f(t)$, $D = f(t)$ и $Q = f(t)$, при подаче на вход D динамического D-триггера следующих сигналов: 1, 0, 0, 1, 1, 0. Запись осуществляется по фронту синхроимпульса.

18. Начертите временную диаграмму $C = f(t)$, $D = f(t)$ и $Q = f(t)$, при подаче на вход D динамического D -триггера следующих сигналов: 1, 1, 0, 1, 0, 0, Запись осуществляется по срезу синхроимпульса.
19. Начертите временную диаграмму $C = f(t)$, $D = f(t)$ и $Q = f(t)$, при подаче на вход D динамического D -триггера следующих сигналов: 1, 0, 1, 1, 1, 0, Запись осуществляется по фронту синхроимпульса.
20. Начертите временную диаграмму $C = f(t)$, $D = f(t)$ и $Q = f(t)$, при подаче на вход D динамического D -триггера следующих сигналов: 1, 0, 0, 1, 0, 1, Запись осуществляется по срезу синхроимпульса.
21. Как получить T -триггер, имея в наличии D -триггер? Начертите схему.
22. Опишите работу T -триггера.
23. Почему T -триггер называют делителем частоты?
24. Что называется регистром? Назовите основные типы регистров.
25. Начертите схему и условное обозначение 2-хразрядного параллельного регистра.
26. Начертите схему и условное обозначение 3-хразрядного параллельного регистра.
27. Начертите схему и условное обозначение 4-хразрядного параллельного регистра.
28. Начертите схему и условное обозначение 5-тиразрядного параллельного регистра.
29. Опишите работу параллельного регистра.
30. Начертите временные диаграммы записи числа 0101 в параллельный регистр. Запись осуществляется по фронту синхроимпульса.
31. Начертите временные диаграммы записи числа 1001 в параллельный регистр. Запись осуществляется по срезу синхроимпульса.
32. Начертите временные диаграммы записи числа 0111 в параллельный регистр. Запись осуществляется по фронту синхроимпульса.
33. Начертите схему и условное обозначение последовательного 2-хразрядного регистра.
34. Начертите схему и условное обозначение последовательного 3-хразрядного регистра.
35. Начертите схему и условное обозначение последовательного 4-хразрядного регистра.
36. Начертите схему и условное обозначение последовательного 5-тиразрядного регистра.
37. Опишите работу последовательного регистра.
38. На вход последовательного четырехразрядного регистра подана последовательно комбинация сигналов 11001101. Определите состояния триггеров после 5 такта.
39. На вход последовательного четырехразрядного регистра подана последовательно комбинация сигналов 11001101. Определите состояния триггеров после 6 такта.
40. На вход последовательного четырехразрядного регистра подана последовательно комбинация сигналов 11001101. Определите состояния триггеров после 7 такта.
41. Изобразите временные диаграммы записи числа 1101 в последовательный регистр. Запись осуществляется по фронту синхроимпульса.
42. Изобразите временные диаграммы записи числа 1100 в последовательный регистр. Запись осуществляется по срезу синхроимпульса.
43. Изобразите временные диаграммы записи числа 0101 в последовательный регистр. Запись осуществляется по фронту синхроимпульса.
44. Нарисуйте временные диаграммы, иллюстрирующие запись числа 1100 в последовательный регистр, при условии, что первоначально в регистре хранилось число 0101. Запись осуществляется по срезу синхроимпульса.
45. Нарисуйте временные диаграммы, иллюстрирующие запись числа 1010 в последовательный регистр, при условии, что первоначально в регистре хранилось число 1001. Запись осуществляется по фронту синхроимпульса.

46. Нарисуйте временные диаграммы, иллюстрирующие запись числа 0101 в последовательный регистр, при условии, что первоначально в регистре хранилось число 1101. Запись осуществляется по фронту синхроимпульса.

Темы для курсовых работ

1. Полупроводниковые запоминающие устройства.
2. Контактные явления в полупроводниках.
3. Кремниевые фотопреобразователи солнечной энергии.
4. Полупроводниковые фотоприемники.
5. Современные процессоры.
6. Тенденции в развитии аналого-цифровых преобразователей.
7. Технология производства программируемых логических интегральных схем и микроконтроллеров.
8. Полевые транзисторы. Их применение в цифровой технике.
9. Полупроводниковые диоды. Разновидности и применение полупроводниковых диодов
10. Импульсные полупроводниковые устройства.
11. Пассивные элементы и биполярные транзисторы полупроводниковых интегральных микросхем.
12. Виды, устройство и применение светодиодов.
13. Преобразователи аналоговых сигналов на операционных усилителях.
14. Усилительные полупроводниковые устройства.
15. Электрические и цифровые измерительные приборы.
16. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов.
17. Аналоговые интегральные микросхемы.
18. Арифметико-логические устройства. Сумматоры.
19. Базовые логические элементы транзисторно-транзисторной логики.
20. Логические элементы на МДП-транзисторах.
21. Импульсный режим работы биполярных и полевых транзисторов.
22. Полупроводниковые лазеры: виды и принцип работы.
23. Устройства ввода и вывода. Обзор. Перспективы развития.

Вопросы к зачету

1. Собственная электропроводность полупроводников.
2. Примесная электропроводность полупроводников.
3. Процессы переноса зарядов в полупроводниках.
4. Электронно-дырочный переход. Вольт-амперная характеристика $p-n$ -перехода. Пробой $p-n$ -перехода. Ёмкость $p-n$ -перехода.
5. Контакт «металл – полупроводник». Свойства омических переходов.
6. Выпрямительные диоды. Особенности вольт-амперных характеристик выпрямительных диодов.
7. Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой. Однофазная мостовая схема.
8. Полевой транзистор с управляющим $p-n$ -переходом. Схемы включения полевых транзисторов.
9. Статические характеристики полевых транзисторов. Основные параметры полевых транзисторов.
10. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Полевой транзистор с изолированным затвором со встроенным каналом.
11. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Транзистор с индуцированным (инверсионным) каналом.
12. Биполярные транзисторы. Структура и основные режимы работы.

13. Физические процессы в биполярном транзисторе. Схемы включения транзистора.
14. Статические характеристики биполярного транзистора.
15. Классификация усилителей и их основные характеристики. Аperiodический усилитель.
16. Аналоговый, квантованный, дискретизированный и цифровой сигналы.
17. Позиционные системы счисления: двоичная, десятичная, шестнадцатеричная. Перевод чисел из одной системы в другую.
18. Основные логические функции: конъюнкция, дизъюнкция, инверсия. Таблица истинности.
19. Логический элемент И. Таблица истинности, временная диаграмма работы, математическая запись работы, условное обозначение.
20. Логический элемент НЕ. Таблица истинности, временная диаграмма работы, математическая запись работы, условное обозначение.
21. Логический элемент ИЛИ. Таблица истинности, временная диаграмма работы, математическая запись работы, условное обозначение.
22. Логический элемент И-НЕ. Таблица истинности, временная диаграмма работы, математическая запись работы, условное обозначение.
23. Логический элемент ИЛИ-НЕ. Таблица истинности, временная диаграмма работы, математическая запись работы, условное обозначение.
24. Логический элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. Таблица истинности, временная диаграмма работы, математическая запись работы, условное обозначение.
25. Транзисторный ключ. Структура и принцип действия.
26. Базовый элемент ТТЛ. Структура и принцип действия.
27. Триггеры. Асинхронный RS-триггер с инверсными входами. Назначение, структура, режимы работы, временная диаграмма работы, условное обозначение.
28. Триггеры. Асинхронный RS-триггер с прямыми входами. Назначение, структура, режимы работы, временная диаграмма работы, условное обозначение.
29. Триггеры. Синхронный RS-триггер. Назначение, структура, режимы работы, временная диаграмма работы, условное обозначение.
30. Триггеры. Статический синхронный D-триггер. Назначение, структура, режимы работы, временная диаграмма работы, условное обозначение.
31. Триггеры. Динамический синхронный D-триггер. Назначение, режимы работы, временная диаграмма работы, условное обозначение.
32. Триггеры. T-триггер. Назначение, структура, временная диаграмма работы, условное обозначение.
33. Регистры. Последовательный регистр. Назначение, структура, принцип действия, условное обозначение.
34. Регистры. Параллельный регистр. Назначение, структура, принцип действия, условное обозначение.
35. Шифратор. Назначение, структура, таблица истинности, условное обозначение.
36. Дешифратор. Назначение, структура, таблица истинности, условное обозначение.
37. Мультиплексор. Назначение, структура, таблица истинности, условное обозначение.
38. Демультимплексор. Назначение, структура, таблица истинности, условное обозначение.
39. Кольцевой счетчик. Структура и принцип действия. Временная диаграмма работы.
40. Асинхронный двоичный счетчик. Структура, принцип действия, условное обозначение. Временная диаграмма работы.
41. Асинхронный вычитающий двоичный счетчик. Структура и принцип действия. Временная диаграмма работы.
42. Реверсивный двоичный счетчик. Структура и принцип действия.
43. Счетчик с произвольным коэффициентом счета. Структура, назначение и принцип действия.

44. Сложение двоичных чисел. Полусумматор. Одноразрядный сумматор. Структура, принцип действия, условное обозначение.
45. Сложение двоичных чисел. Многоразрядный сумматор. Структура, принцип действия, условное обозначение.
46. Вычитание двоичных чисел. Вычитатель. Схема, принцип действия.
47. Цифровой компаратор. Схемы, условно-графическое обозначение, принцип действия.
- 48. Полупроводниковые запоминающие устройства.**
49. Структуры запоминающих устройств. Оперативные запоминающие устройства.
50. Полупроводниковые запоминающие устройства. Постоянные запоминающие устройства. Флэш-память.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов МГОУ».

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов - это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Ответ обучающегося на зачете оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок.

Шкала оценивания зачета

Оценка	Балл
Зачтено	41-100
Не зачтено	0-40

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачете неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

Процедура оценивания знаний и умений состоит из следующих составных элементов:

- 1) учет посещаемости лекционных и лабораторных занятий осуществляется по ведомости, представленной ниже в форме таблицы;
- 2) текущий контроль.

**Московский государственный областной университет
Ведомость учета посещения
Физико-математический факультет**

Направление: Физика

Дисциплина: _____

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п/п	Фамилия И.О. студента	Посещение занятий							Итого %	
		1	2	3	4				18
1.		+	-	+	-				+	61
2.		-	+	+	+				+	66

**Московский государственный областной университет
Ведомость учета текущей успеваемости
Физико-математический факультет**

Направление: Физика

Дисциплина: _____

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п/п	Фамилия И.О.	Сумма баллов, набранных в семестре					Подпись преподав.	Сумма баллов на зачете до 50 баллов	Общая сумма баллов до 100 баллов	Итоговая оценка		Подпись преподавателя
		Посещение до 10 баллов	Лабораторные работы до 10 баллов	Курсовая работа До 10 баллов	Дом. Задание До 10 баллов	Решение задач До 10 баллов				Цифра	Пропись	
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.												
2.												
3.												

Шкала и критерии оценивания посещаемости

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент посетил 81-100% от всех занятий.	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент посетил 61-80% от всех занятий.	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент посетил 41-60% от всех занятий	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент посетил 0-40% от всех занятий	0-1

Шкала и критерии оценивания лабораторных работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех лабораторных работ	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех лабораторных работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех лабораторных работ	2-4

<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех лабораторных работ	0-1

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 81-100% от всех задач	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 61-80% от всех задач	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 41-60% от всех задач	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-40% от всех задач	0-1

Шкала и критерии оценивания домашней работы

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент выполнил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент выполнил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент выполнил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент выполнил 0-30% от всех домашних работ	0-1

Шкала и критерии оценивания написания курсовой работы

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент отобразил в курсовой работе 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент отобразил в курсовой работе 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в курсовой работе 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в курсовой работе 0-30% выбранной темы	0-1

Структура оценивания зачета

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Зачтено</i>	Полные и точные ответы на все вопросы. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы.	32-50
<i>Не зачтено</i>	Ответ на менее половины вопросов.	0-31

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Физическая электроника: лабораторный практикум / Емельянов В.А., сост. - М. : МГОУ, 2016. - 66с. – Текст: непосредственный.
2. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники: учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. - 10-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2019. - 736с. – Текст: непосредственный.
3. Электротехника в 2 ч: учебное пособие для академического бакалавриата / А. Н. Аблин [и др.] ; под редакцией Ю. Л. Хотунцева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 243 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06206-9. — URL: Часть 1: <https://biblio-online.ru/bcode/441277> Часть 2 : <https://biblio-online.ru/bcode/441931> (дата обращения: 18.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный.

6.2. Дополнительная литература

1. Новожилов, О. П. Электротехника и электроника : учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 653 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2941-6. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/425261> (дата обращения: 17.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный
2. Лачин В.И. Электроника: учеб.пособие для вузов / В. И. Лачин, Н. С. Савелов. - 8-е изд. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. - 793с. – Текст: непосредственный.
3. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 431 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08114-5. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/432002> (дата обращения: 17.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный
4. Марченко, А.Л. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опачий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с. – URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=420583>. (дата обращения: 17.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «znanium.com». — Текст : электронный
5. Рыбаков, И.С. Электротехника : учеб. пособие / И.С. Рыбков. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2018. — 160 с. — (ВО: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/938944> (дата обращения: 18.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «znanium.com». — Текст : электронный.
6. Евсюков А.А. Электротехника. - М.: Просвещение, 1979.
7. Немцов М.В. Электротехника. - Ростов-на-Дону.: Феникс, 2007.
8. Борисов Ю.М. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
9. Иванов И.И. Электротехника. - М.: Высш. шк., 1984
10. Гершензон Е.М. Радиотехника. – М: Просвещение, 1986.
11. Ямпольский В.С. Основы автоматики и электронно-вычислительной техники. М.: Просвещение 1991.
12. Жеребцов И.П. Основы электроники. – Л.: Энергоатомиздат, 1989.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.

2. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru

pravo.gov.ru

www.edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием:
 1. Лабораторный стенд для изучения полупроводниковых диодов и стабилитронов.
 2. Лабораторный стенд для изучения полевых транзисторов.
 3. Лабораторный стенд для изучения биполярных транзисторов.
 4. Лабораторный стенд для изучения резисторного усилителя
 5. Лабораторный стенд универсальный ОАВТ для изучения цифровых устройств.
 6. Комплекты электроизмерительных приборов.