

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 /Кадменский С.Г./

28.08.2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.10 Спецпрактикум**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

03.03.02 Физика

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Ядерная и медицинская физика

**3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

Сабуров Анатолий Николаевич, ассистент

**7. Рекомендована:**

Научно-методическим советом физического факультета, протокол № 6 от  
26.06.2019

**8. Учебный год:** 2022/2023

**Семестр(ы):** 7,8

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: овладение знаниями и практическими навыками в области современной аналоговой и цифровой электроники, применяемой в аппаратуре ядерно-физического эксперимента, схемотехнических решений, применяемых для функционального преобразования сигналов в современных устройствах исследовательских и измерительных систем в ядерной физике, измерительных преобразователей (детекторах) параметров источников ионизирующих излучений

Задачи учебной дисциплины:

- освоение студентами наиболее общих методов измерений и обработки экспериментальных результатов, используемых при исследовании излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии.
- формирование у студентов физического подхода к процессам в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимание принципиальных возможностей и ограничений электронных устройств при регистрации, ионизирующих излучений.
- освоение студентами современной электронной базы построения исследовательских и измерительных систем в ядерной физике

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин профессионального цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Ядерная физика» направления 03.03.02 «Физика». Дисциплина базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата: «Математика», «Физика». Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции полученные при изучении соответствующих дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 «Физика»: «Автоматизированные системы научных исследований», «Экспериментальные методы ядерной физики», «Информатика», «Радиофизика и электроника», «Статистическая обработка результатов измерений»,

### 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-5	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией	знать: современное программное обеспечение для получения, хранения и переработки информации уметь: применять на практике основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; владеть (иметь навык(и)): иметь навыки работы с компьютером, как со средством управления информацией
ОПК-6	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической	знать: основы современной схемотехники, применяемой в электронной измерительной аппаратуре; общие вопросы измерения физических величин уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности

	культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	иметь навыки: информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий
ОПК-8	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности	знать: накопленный опыт современной схемотехники уметь: критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности. владеть: навыками выбора схемотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач при проведении исследования.
ОПК-9	способностью получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей	знать: особенности работы в научных группах и других малых коллективах исполнителей уметь: получить организационно-управленческие навыки иметь навыки: при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей при планировании эксперимента и обработке результатов
ПК-3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	знать: современные теории. и методы физических исследований уметь: применять на практике профессиональные знания владеть (иметь навык(и)): методами измерений физических величин
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	знать: особенности сигналов детекторов ионизирующих излучений; технические возможности информационно-управляющих систем автоматизации ядерных измерений; уметь: эффективно использовать электронные компоненты для построения измерительной аппаратуры; владеть (иметь навык(и)): знаниями особенностей функционирования электронных устройств
ПК-5	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	знать: общие методы измерений и обработки экспериментальных результатов, используемых при проведение исследований излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии. базовые принципы построения спектрометрической измерительной аппаратуры для ядерно-физических измерений; уметь: грамотно проводить ядерно-физические измерения и объяснять результаты измерений. владеть (иметь навык(и)): основами грамотного использования современной электронной элементной базы для построения спектрометрической аппаратуры.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 6/216.  
Форма промежуточной аттестации — зачёт с оценкой.**

### 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия	174	102	72
в том числе: лекции			
Практические			
Лабораторные	174	102	72
Самостоятельная работа	42	6	36
Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой – 0 час.)	Зачет с оценкой		Зачет с оценкой
Итого:	216	108	108

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>Лабораторные работы</b>		
1	Измерения электрических величин и сигналов	Измерение электрических величин, сигналов и основных параметров элементов в электрических цепях и электронных схемах
2	Аналоговая электроника	Исследование характеристик полупроводниковых приборов Транзисторные усилители. Электронные устройства на операционных усилителях Генераторы сигналов на операционных усилителях Активные фильтры на операционных усилителях
3	Цифровая электроника	Логические элементы и схемы Исследование цифровых устройств последовательного типа (триггеры, регистры, счетчики) Исследование преобразователей кодов (дешифратор, шифратор, демультиплексор и мультиплексор). Исследование цифрового компаратора
4	Аналого-цифровая электроника	Исследование интегрального цифро-аналогового преобразователя Исследование интегрального 8-разрядного аналого-цифрового преобразователя.
5	Детектор элементарных частиц как источник электрического сигнала.	Детектор элементарных частиц как источник электрического сигнала. Эквивалентная схема детектора. Выбор нагрузочного резистора.
6	Связь детектора с электронной аппаратурой	Согласование детектора с входными параметрами усилителя. Оптимальное согласование. Работа детектора на высокочастотный кабель.
7	Усилители в детекторах элементарных частиц.	Классификация усилителей в зависимости от задачи, решаемой детектором. Токовые усилители, усилители напряжения, зарядочувствительные усилители.
8	Формирование	Аналоговая обработка формы сигнала. Укорачивание сигнала.

	сигнала с детектора.	Приведение сигнала с детектора к стандартной логической форме. Формирователи, дискриминаторы.
9	Метод совпадений и антисовпадений.	Классические схемы совпадений и антисовпадений. Способы повышения временного разрешения схем совпадений. Использование стандартных интегральных схем.
10	Временные измерения.	Способы измерения коротких временных интервалов. Метод время-амплитуда-цифра. Метод нониуса. Стандартные ВЦП.
11	Амплитудные распределения.	Способы измерения амплитуды импульсных сигналов. Одноканальные амплитудные анализаторы. Принципы построения многоканальных амплитудных анализаторов
12	Преобразование амплитуда-код.	Способы преобразования амплитуды импульсного сигнала в цифровой двоичный код. Преобразователи параллельного типа. АЦП в стандарте КАМАК.
13	Цифровая регистрация событий.	Базовые логические элементы. Цифровые логические схемы. Схемы с открытым коллектором.
14	Триггеры на интегральных схемах.	Типы триггеров. Способы повышения быстродействия.
15	Двоичные счётчики, регистры.	Типы двоичных счётчиков, используемых в системах оцифровки информации в детекторах. Буферные регистры в модулях КАМАК.
16	Микропроцессоры и микро-ЭВМ.	Принципы построения специализированных процессоров для задач физического эксперимента. Микроконтроллеры.

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Измерения электрических величин и сигналов			8	2	10
2	Аналоговая электроника			14	4	18
3	Цифровая электроника			14	4	18
4	Аналого-цифровая электроника			14	4	18
5	Детектор элементарных частиц как источник электрического сигнала.			8	2	10
6	Связь детектора с электронной аппаратурой			8	2	10
7	Усилители в детекторах элементарных частиц.			14	4	18
8	Формирование сигнала с детектора.			8	2	10
9	Метод совпадений и антисовпадений.			8	2	10
10	Временные измерения.			14	3	17
11	Амплитудные распределения.			14	3	17
12	Преобразование амплитуда-код.			9	2	11
13	Цифровая регистрация событий.			9	2	11
14	Триггеры на интегральных схемах.			9	2	11
15	Двоичные счётчики, регистры.			9	2	11

16	Микропроцессоры и микро-ЭВМ.		14	2	16
	Итого		174	42	216

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

При подготовке к лабораторным занятиям обучающийся может, используя рабочую программу дисциплины, уяснить тему предстоящей лабораторной работы. Лабораторные работы выполняются при последовательном изучении тем дисциплины и представляют собой выполнение практических задач предметной области с целью выработки у обучающихся навыков решения. Перед проведением занятия преподаватель информирует обучающихся о теме занятия, методиках будущих расчетов, сообщает о целях, задачах, порядке проведения и критериях оценки результатов работы.

В зависимости от готовности обучающихся к занятию преподаватель может объяснить ход решения типовой задачи. Далее обучающиеся получают задание и время на их выполнение. После выполнения лабораторной работы преподаватель оценивает правильность её выполнения, разбирает ошибки, допущенные в ходе выполнения работы, в случае их возникновения.

Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется данной рабочей программой дисциплины. Главная задача самостоятельной работы – развитие самостоятельности, ответственности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. В ходе аудиторной самостоятельной работы обучающиеся участвуют в подготовке к лабораторным занятиям, участвуют в обсуждении задач, выполняют задания лабораторной работы. Внеаудиторная самостоятельная работа включает изучение справочной литературы, учебной основной и дополнительной литературы, подготовку к собеседованию и составление отчета по лабораторной работе.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Цитович А. П. Ядерная электроника: учеб. пособие для вузов./ А. П. Цитович. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 408 с.
2	Деменков В. Г., Деменков П. В. Начала электронных методов ядерной физики: Учебное пособие.— СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 384 с.:
3	Мелешко Е. А. Быстродействующая импульсная электроника, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. <a href="http://knigikachay.ru/bystrodeystvuyuschaya-impul-snaya-elektronika/">http://knigikachay.ru/bystrodeystvuyuschaya-impul-snaya-elektronika/</a>
4	Гаврилов Л.Е. Основы ядерной электроники. Учебное пособие.-М.: НИЯУ МИФИ, 2010, 164с

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Мелешко Е. А. Измерительные генераторы в ядерной электронике / Е.А. Мелешко, А.А. Митин .— М. : Атомиздат, 1981 .— 255 с.
6	Болоздыня А. И. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения : учеб. пособие / А.И. Болоздыня, И.М. Ободовский .— Долгопрудный : Интеллект, 2012 .— 204 с.
7	Шмидт, Ханс-Ульрих. Измерительная электроника в ядерной физике / Х. Шмидт ; пер. с немецкого Ю.А. Семенова .— М. : Мир, 1989 .— 189,[1] с.
8	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.
--	---

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

№ п/п	Источник
9	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> <a href="https://lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/nov06109.pdf">https://lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/nov06109.pdf</a>

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

№ п/п	Источник
1	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 14.03.02. Ядерная физика и технологии, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ. – 2018. – 17 с.

#### 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий:
  - презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лабораторных занятиях;
  - специализированное программное обеспечение при проведении лабораторных работ;

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online, [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) -ЗНБ ВГУ

Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, Libre Office, Code Blocks, Adobe Reader, Mozilla Fire Fox.

#### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- 1) Альфа-спектрометр СЭА-13 П (2008г.);
- 2) Жидкосцинтилляционный радиометр TRIATHLER-425-004 (2007);
- 3) Бета-спектрометр "Бееф-1С" (2001);
- 4) Рентгеновский полупроводниковый спектрометр SLP-36/250 (2005).  
Лаборатория №38
- 5) Гейгеровский счетчик - 2 шт.; высоковольтный блок БНВ-30-01 (стандарт "Вектор"); детектор СИ-8Б (СБТ-10); пересчетный прибор ПС02-4; осциллограф С1-55.
- 6) сцинтилляционный гамма-спектрометр: блок детектирования БЛБД7Г - 20Р; высоковольтный блок БНВ-30-01 (стандарт "Вектор"); усилитель БУИ-3К "Вектор"; компьютер с анализатором импульсов АИ-4К.
- 7) Полупроводниковый альфа-спектрометр: детектор ДКПсд-125, предусилитель БУШ2-50; усилитель БУИ-3К "Вектор", камера СЭА -01.

#### 19 Фонд оценочных средств:

##### 19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного)	Этапы формирования компетенции	ФОС* (средства)
---	---	--------------------------------	-----------------

	уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	(разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	оценивания)
ОПК-5 способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией	знать: современное программное обеспечение для получения, хранения и переработки информации		Отчёт по лабораторной работе
	уметь: применять на практике основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации;		Отчёт по лабораторной работе
	владеть (иметь навык(и)): иметь навыки работы с компьютером, как со средством управления информацией		Отчёт по лабораторной работе
ОПК-6 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	знать: основы современной схемотехники, применяемой в электронной измерительной аппаратуре; общие вопросы измерения физических величин		Отчёт по лабораторной работе
	уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности		Отчёт по лабораторной работе
	иметь навыки: информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий		Отчёт по лабораторной работе
ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности	знать: накопленный опыт современной схемотехники		Отчёт по лабораторной работе Тестирование
	уметь: критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности.		
	владеть: навыками выбора схемотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач при проведении исследования.		Отчёт по лабораторной работе Тестирование



ОПК-9 способностью получить организационно- управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей	знать: особенности работы в научных группах и других малых коллективах исполнителей		Отчёт по лабораторной работе
	уметь: получить организационно- управленческие навыки		Отчёт по лабораторной работе
	иметь навыки: при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей при планировании эксперимента и обработке результатов		Отчёт по лабораторной работе
ПК-3 готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	знать: современные теории и методы физических исследований		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование
	уметь: применять на практике профессиональные знания		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование
	владеть (иметь навык(и)): методами измерений физических величин		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование
ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	знать: особенности сигналов детекторов ионизирующих излучений; технические возможности информационно- управляющих систем автоматизации ядерных измерений;		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование
	уметь: эффективно использовать электронные компоненты для построения измерительной аппаратуры;		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование
	владеть (иметь навык(и)): знаниями особенностей функционирования электронных устройств		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование
ПК-5 способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза	знать: общие методы измерений и обработки экспериментальных результатов, используемых при проведении исследований излучений радиоактивных источников и		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование

физической информации в избранной области физических исследований	частиц высокой энергии. базовые принципы построения спектрометрической измерительной аппаратуры для ядерно-физических измерений;		
	уметь: грамотно проводить ядерно-физические измерения и объяснять результаты измерений.		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование
	владеть (иметь навык(и)): основами грамотного использования современной электронной элементной базы для построения спектрометрической аппаратуры		Реферат Отчёт по лабораторной работе Тестирование
Промежуточная аттестация <b>зачёт с оценкой</b>			КИМ

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
1) правильность, полнота и глубина ответа (верное и глубокое изложение фактов, понятий, законов, закономерностей, принципов; опора при ответе на исходные методологические положения; анализ основных теоретических материалов, описанных в различных источниках, связь теории с практикой; иллюстрация ответа конкретными примерами; отсутствие необходимости в уточняющих вопросах); 2) логическая последовательность изложения материала в процессе ответа; 3) грамотное изложение материала на высоком научном уровне, высокая культура речи; 4) наличие полных и обоснованных выводов; 5) демонстрация собственной профессиональной позиции (творческое применение знаний в практических ситуациях, демонстрация убежденности, а не безразличия; демонстрация умения сравнивать, классифицировать, обобщать)	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
1. Невыполнение одного из требований к ответу (к одному из	<i>Базовый</i>	<i>Хорошо</i>

<p>вопросов экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и неправильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы.</p> <p>2. Невыполнение двух требований (либо двух к одному вопросу, либо по одному к каждому вопросу экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и правильный ответ только на один дополнительный вопрос в пределах программы.</p> <p>3. Невыполнение трех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и правильные ответы не менее чем на два дополнительных вопроса пределах программы</p>	<i>уровень</i>	
<p>1. Невыполнение двух требований (либо двух к одному вопросу, либо по одному к каждому вопросу экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и неправильные ответы на два дополнительных вопроса пределах программы.</p> <p>2. Невыполнение трех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и правильный ответ только на один дополнительный вопрос пределах программы.</p> <p>3. Невыполнение четырех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и правильные ответы не менее чем на два дополнительных вопроса пределах программы</p>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<p>1. Невыполнение более четырех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1).</p> <p>2. Невыполнение трех требований в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), и неправильные ответы на два дополнительных вопроса пределах программы.</p> <p>3. Невыполнение четырех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «отлично» (п.1), правильный ответ только на один из не менее двух дополнительных вопросов в пределах программы.</p>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

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

#### 19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Что представляет собой р-п переход. Из каких полупроводников состоят диоды и стабилитроны. Каковы назначение и области применения полупроводниковых выпрямительных диодов(стабилитронов).
2. Что такое вольтамперная характеристика полупроводникового диода (стабилитрона). Какая ветвь вольтамперной характеристики является рабочей для стабилитрона, а какая для выпрямительного диода.
3. Что такое статический коэффициент передачи тока базы  $\beta$  в схеме ОЭ. Что называется входной вольтамперной характеристикой биполярного транзистора (в схеме с общим эмиттером)
4. Что называется выходной вольтамперной характеристикой биполярного транзистора (в схеме с общим эмиттером)
5. Характеристики идеального операционного усилителя. Укажите условия, благодаря которым коэффициент усиления идеального усилителя с замкнутой обратной связью полностью определяется цепью обратной связи.
6. Схемы с операционным усилителем: повторитель напряжения, неинвертирующий усилитель, инвертирующий усилитель с внешней обратной связью.

7. Дайте определение напряжения сдвига.
8. Схемы с операционным усилителем: инвертирующего сумматора, схему сложения (вычитания). Объясните принцип действия схем.
9. Объясните принцип действия интегрирующей и дифференцирующей схем с операционным усилителем.
10. Начертите схемы логарифмического усилителя. Объясните принцип действия.
11. Объясните принцип действия пикового детектора с операционным усилителем.
12. Начертите переходную характеристику идеального операционного усилителя с отрицательной обратной связью, имеющих  $U_{см} \neq 0$ ,  $U_{см} = 0$ . Объясните вид характеристик.
13. Объясните принцип работы компаратора.
14. Назовите основные преимущества активных фильтров перед пассивными. Недостатки активных фильтров. Перечислите основные типы фильтров. Начертите их частотные характеристики. Укажите полосу заграждения, пропускания и переходной участок.
15. Основные характеристики фильтров в частотной области. Временные характеристики фильтров.
16. Что такое передаточная функция фильтра? Укажите связь между числом полюсов передаточной функции и наклоном характеристики фильтра на переходном участке. Логарифмические характеристики. Их преимущества.
17. Перечислите преимущества каждого из следующих типов фильтров: Бесселя, Баттерворта, Чебышева, фильтра с критическим затуханием.
18. Полосовой фильтр. Его основные характеристики. Схемы полосового фильтра.
19. Основные понятия и термины цифровой электроники. Понятие цифровой схемы (аналоговый и цифровой сигналы).
20. Логические элементы. Основные и комбинированные. Синтез логических устройств.
21. Триггеры. Основные понятия. Асинхронный RS-триггер
22. Счетчики. Назначение. Типы счетчиков, их назначение. Основные показатели счетчиков. Делитель частоты.
23. Регистры. Назначение. Типы регистров. Параллельные регистры. Методика записи и считывания информации. Последовательные регистры. Методика записи и считывания информации. Умножение «на 2».
24. Дешифраторы и шифраторы. Назначение. Таблица истинности для дешифратора на 2 разряда и шифратора на 4 входа.
25. Назначение ЦАП (АЦП). Какие методы преобразования используются в ЦАП (АЦП).
26. Какие основные параметры имеют ЦАП (АЦП), Что такое нелинейность шкалы АЦП.
27. Чем определяются погрешности при методе последовательного уравнивания, при методе считывания, поразрядного уравнивания.
28. Каковы основные достоинства и недостатки основных методов преобразования. Что такое динамическая погрешность для АЦП.
29. Детектор элементарных частиц как источник электрического сигнала. Эквивалентная схема детектора. Выбор нагрузочного резистора.
30. Согласование детектора с входными параметрами усилителя. Оптимальное согласование. Работа детектора на высокочастотный кабель.
31. Классификация усилителей в зависимости от задачи, решаемой детектором. Токовые усилители, усилители напряжения, зарядочувствительные усилители.
32. Типы и источники шумов и наводок. Способы и рекомендации борьбы с шумами и наводками. Оптимальная фильтрация, экранирование.
33. Аналоговая обработка формы сигнала. Укорачивание сигнала. Приведение сигнала с детектора к стандартной логической форме. Формирователи, дискриминаторы. NIM - стандарт.

34. Классические схемы совпадений и антисовпадений. Способы повышения временного разрешения схем совпадений. Использование стандартных интегральных схем. Программируемые логические матрицы.
35. Способы измерения коротких временных интервалов. Метод время-амплитуда-цифра. Метод нониуса. Стандартные ВЦП.
36. Способы измерения амплитуды импульсных сигналов. Одноканальные амплитудные анализаторы. Принципы построения многоканальных амплитудных анализаторов
37. Способы преобразования амплитуды импульсного сигнала в цифровой двоичный код. Преобразователи параллельного типа. АЦП в стандарте КАМАК.
38. Современные многоканальные системы регистрации событий, работающие в конвейерном режиме.
39. Базовые логические элементы. Цифровые логические схемы. Схемы с открытым коллектором.
40. Быстродействующие схемы с ненасыщенными ключами. Серия 500. Помехоустойчивость цифровых схем.
41. Типы триггеров. Способы повышения быстродействия.
42. Типы двоичных счётчиков, используемых в системах оцифровки информации в детекторах. Буферные регистры в модулях КАМАК.
43. Принципы построения, различие в назначении систем NIM, САМАС. Напряжения питания, логические уровни сигналов, элементная база.
44. Принципы построения специализированных процессоров для задач физического эксперимента. Микроконтроллеры.

### Пример КИМ:

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ядерной физики  
С.Г. Кадменский  
подпись, расшифровка подписи  
\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки: 03.03.02 Ядерная физика  
Дисциплина: Спецпрактикум  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: зачет с оценкой  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Характеристики идеального операционного усилителя. Укажите условия, благодаря которым коэффициент усиления идеального усилителя с замкнутой обратной связью полностью определяется целью обратной связи.
2. Дешифраторы и шифраторы. Назначение. Таблица истинности для дешифратора на 2 разряда и шифратора на 4 входа.
3. Детектор элементарных частиц как источник электрического сигнала. Эквивалентная схема детектора.
4. Аналоговая обработка формы сигнала. Укорачивание сигнала. Приведение сигнала с детектора к стандартной логической форме.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Сабуров А.Н.  
подпись расшифровка подписи

### 19.3.2 Перечень практических заданий

#### 19.3.4 Тестовые задания

### 9. Исследование характеристик полупроводниковых приборов

1. Укажите, какой **формулой** описывается ВАХ  $p-n$ -перехода?

$$U = RI \quad I = GU \quad I = I_0(e^{U/\phi_T} - 1) \quad I = \alpha U^{3/2}$$

( $\phi_T \approx 25$  мВ – температурный потенциал электрона при температуре  $t = 20$  °С)

2. Назовите типы **пробоев**  $p$ - $n$ -перехода и дайте их краткую характеристику.

3. Укажите, какой **участок** ВАХ стабилитрона является рабочим?

Прямой      Обратный      Вся ВАХ      Участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением

4. Известны параметры стабилитрона:  $U_{ст.ном} = 30$  В;  $I_{ст.мин} = 10$  мА;  $I_{ст.макс} =$       = 50 мА;  $I_{ст.ном} = (I_{ст.макс} + I_{ст.мин})/2 = (50 + 10)/2 = 30$  мА. Укажите, чему равно **динамическое сопротивление стабилитрона** в окрестности рабочей точки (считая рабочий участок ВАХ стабилитрона линейным), если напряжение на стабилитроне на рабочем участке не должно изменяться более 0,1 %?

0,3 Ом      0,5 Ом      0,75 Ом      1,0 Ом      1,25 Ом

5. Для параметрического стабилизатора справедливо соотношение

$$\Delta U_{ст} / \Delta U_{ex} = R_{ст.дин} / (R_{\bar{\sigma}} + R_{ст.дин}).$$

Откуда следует, что сопротивление балластного резистора

$$R_{\bar{\sigma}} = (\Delta U_{ex} / \Delta U_{ст} - 1) R_{ст.дин}.$$

Укажите, чему равно **сопротивление балластного резистора** в схеме стабилизации напряжения, если напряжение на её входе  $U_{ex}$ , равное 60 В, изменяется на  $\pm 10$  %, а изменение напряжения на стабилитроне не превышает  $\pm 0,1$  %? Номинальное напряжение стабилитрона  $U_{ст.ном} = 30$  В, а его динамическое сопротивление  $R_{ст.дин} = 1$  Ом.

$\approx 200$  Ом      300 Ом       $\approx 500$  Ом      750 Ом       $\approx 1,0$  кОм

6. Укажите **соотношение** между статическим  $R_{ст.стат}$  и динамическим  $R_{ст.дин}$  сопротивлениями на рабочем участке ВАХ типовых кремниевых стабилитронов.

$$R_{ст.стат} = R_{ст.дин} \quad R_{ст.стат} < R_{ст.дин} \quad R_{ст.стат} > R_{ст.дин}$$

7. Укажите, чему равен временной интервал, соответствующий задержке управляющего импульса тиристора на  $45^\circ$ , при частоте анодного напряжения, равной 50 Гц?

1 мс      1,25 мс      1,5 мс      2,5 мс      4 мс      5 мс

8. Укажите, как **называют** в отечественной литературе тиристор, пропускающий ток при положительной и отрицательной полуволнах анодного напряжения?

Динистор      Диак      Тринистор      Триак      Симистор

9. Укажите, возможно ли после отпираания тиристора и положительном напряжении на его аноде **прервать** протекание анодного тока посредством изменения полярности управляющего импульса?

Да      Возможно только  
во всех типах тиристорov      Невозможно      в специальных типах тиристорov

10. Назовите **режимы** работы биполярного транзистора и дайте их краткую характеристику.

11. Укажите, какой **формулой** описывается коэффициент передачи по току  $h_{21Э}$  биполярного транзистора?

$$h_{21Э} = \Delta U_{КЭ} / \Delta I_K |_{I_B = const} \quad h_{21Э} = (\alpha - 1) / \alpha \quad h_{21Э} = \Delta I_K / \Delta I_{Э} \quad h_{21Э} = \Delta I_K / \Delta I_B |_{U_{КЭ} = const}$$

12. Укажите, в какой **схеме включения** биполярного транзистора:

а) **максимальное входное сопротивление:**

в схеме с ОЭ      в схеме с ОБ      в схеме с ОК

б) **максимальный коэффициент усиления по мощности:**

в схеме с ОЭ      в схеме с ОБ      в схеме с ОК?

13. Укажите **порядок** входного сопротивления полевых транзисторов, включенных по схеме с ОИ:

Десятки-сотни ом;       Десятки-сотни килом;       Десятки-сотни мегаом.

14. Укажите возможную **максимальную частоту** преобразования сигналов в устройствах на базе полевого транзистора:

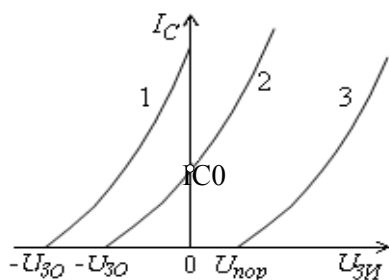
а) с управляющим *p-p*-переходом:

500 МГц;            1...2 ГГц;            8...10 ГГц;            12...18 ГГц;

б) с изолированным затвором:

500 МГц;            1...2 ГГц;            8...10 ГГц;            12...18 ГГц

15. Укажите номер стоко-затворной характеристики *n*-канального полевого транзистора:



а)    1            2            3

б) с управляющим *p-p*-переходом:

1            2            3

в) со встроенным каналом:

1            2            3

16. Каков физический смысл *h*-параметров и при каких условиях их определяют?

17. Укажите, какая схема включения биполярного транзистора наиболее распространена?

Схема с ОЭ

Схема с ОК

Схема с ОБ

18. Укажите, какие основные носители зарядов в полевом транзисторе:

а) с *n*-каналом: электроны; дырки; электроны и дырки;

б) с *p*-каналом: электроны; дырки; электроны и дырки.

19. Укажите, какими преимуществами обладают полевые транзисторы по сравнению с биполярными?

Малой инерционностью, обусловленной только процессами перезарядки его входной и выходной ёмкостей. В полевых транзисторах отсутствуют процессы накопления и рассасывания объёмного заряда неосновных носителей, оказывающих заметное влияние на быстрдействие биполярных транзисторов.

Пониженным выходным сопротивлением.

Высоким входным сопротивлением по постоянному току и высокой технологичностью.

Большим падением напряжения  $U_{си}$  при коммутациях малых сигналов.

Большой температурной стабильностью его характеристик.

Пренебрежительно малым входным током, независимым от напряжения между затвором и истоком.

20. Определите понятия полевых транзисторов: а) пороговое напряжение; б) напряжение отсечки; в) напряжение насыщения.

21. Укажите, в чём различие между транзисторами с управляющим *p-p*-переходом и МДП-транзисторами?

Характером изменения сечения проводящего канала: в транзисторе с *p-p*-переходом площадь поперечного сечения канала меняется за счёт изменения площади обеднённого слоя обратного включенного *p-p*-перехода, а в МДП-транзисторе сечение проводящего канала меняется за счёт изменения приповерхностного обогащённого носителями зарядов слоя или созданием и расширением возникающего инверсионного слоя в полупроводнике.

Полевые транзисторы с *p-p*-переходом работают только на обеднение канала носителями зарядов, а МДП-транзисторы работают всегда только на обогащение проводящего канала.

Максимальной границей частоты  $f_m$  преобразования сигналов: для устройств на транзисторах с *p-p*-переходом частота  $f_m = 12...18$  ГГц, а для устройств на МДП-транзисторах  $f_m = 1...2$  ГГц.

Видом стоко-затворных характеристик: при нулевом напряжении на затворе у транзисторов с *p-p*-переходом ток стока максимальный, а у МДП-транзисторов – ток стока ничтожно малый.

22. Укажите, чем **отличаются** МДП- МОП-?

- Материалом изоляции (диэлектрик или диоксид кремния) между затвором и каналом.
- Материалом подложки (диэлектрик или двуокись кремния).
- Конструкцией канала: в МДП-транзисторе встроенный канал, а в МОП-транзисторе – изолированный.
- Степенью обогащения канала: в МДП-транзисторе канал обеднен носителями заряда, а в МОП-транзисторе обогащён ими.

### 10.Транзисторные усилители.

1. Укажите **тип усилителя**, у которого коэффициент усиления по напряжению меньше единицы.

- Транзисторный усилитель в схеме с ОЭ
- Транзисторный усилитель в схеме с ОК
- Дифференциальный усилитель

2. Укажите **выражение** коэффициента усиления по напряжению транзисторного усилителя в схеме с ОЭ.

$$\mathcal{K}_u \approx \frac{h_{21}R_K}{h_{11}(1 + h_{22}R_K)} \quad \mathcal{K}_u \approx \frac{h_{21}}{h_{11}} R_K \quad \mathcal{K}_u \approx \frac{(1 + h_{21})R_{\mathcal{E}}}{h_{11} + (1 + h_{21})R_{\mathcal{E}}}$$

3. Укажите, как изменится **положение нагрузочной линии** в транзисторном усилителе в схеме с ОЭ:

а) *при уменьшении сопротивления  $R_K$  в цепи коллектора:*

- Линия сдвинется влево
- Наклон линии уменьшится
- Линия сдвинется вправо
- Наклон линии увеличится

б) *при увеличении ЭДС источника питания  $E_n$ :*

- Линия сдвинется влево
- Наклон линии уменьшится
- Линия сдвинется вправо
- Наклон линии увеличится

4. Укажите, какой **коэффициент усиления по напряжению** в децибелах имеет двухкаскадный усилитель, если  $K_{u1} = 100$  и  $K_{u2} = 10$ , где  $K_{u1}$  и  $K_{u2}$  – коэффициенты усиления первого и второго каскадов?

- 20 дБ     40 дБ     60 дБ     80 дБ

5. Определите **коэффициент усиления по мощности** двухкаскадного усилителя, если каждый каскад обеспечивает десятикратное усиление по напряжению.

- 100     2000     400     10000

6. Укажите, какую **роль** в схеме транзисторного усилителя с ОЭ?

а) *играет конденсатор  $C_{\mathcal{E}}$ , включенный в цепь эмиттера:*

- Обеспечивает ООС по переменной составляющей сигнала
- Обеспечивает баланс фаз
- Резко ослабляет (устраняет) ООС по переменной составляющей сигнала
- Обеспечивает подачу сигнала обратной связи на коллектор транзистора

б) *играет резистор  $R_{\mathcal{E}}$ , включенный в цепь эмиттера:*

- Обеспечивает ООС по переменной составляющей сигнала
- Обеспечивает баланс амплитуд
- Устраняет ООС по постоянной составляющей сигнала
- Обеспечивает ООС по постоянной составляющей сигнала



7. Укажите, содержит ли выходной сигнал дифференциального усилителя с симметричным входом и выходом **информацию о знаке** постоянного входного сигнала?

- Да       Нет

8. Укажите причины **дрейфа нуля** в дифференциальных усилителях.

Подключение к входу дифференциального сигнала

Изменение температуры окружающей среды или саморазогревание транзисторов

Различие в параметрах компонентов одной и той же марки, например, неодинаковые сопротивления эмиттерных областей транзисторов в усилителе, выполненном по параллельно-балансной схеме

Внешние дестабилизирующие факторы типа сил земного притяжения

Старение элементов и колебание напряжения питания усилителя

9. Укажите **характер изменения** коэффициента усиления  $K_u$  усилительного каскада с ОЭ при увеличении сопротивления резистора  $R_K$ .

- Коэффициент  $K_u$  увеличится  
 Значение коэффициента  $K_u$  не зависит от изменения сопротивления  $R_K$   
 Коэффициент  $K_u$  уменьшится

10. Поясните **назначение делителя напряжения**  $R_{B1} - R_{B2}$  в схеме усилительного каскада с ОЭ.

- Обеспечивает необходимое значение постоянного напряжения на эмиттерном переходе при питании всех цепей транзистора от одного общего источника питания  
 Обеспечивает температурную стабилизацию работы каскада  
 Устраняет ООС по постоянной составляющей сигнала  
 Увеличивает входное сопротивление усилительного каскада

11. Укажите **основную причину спада АЧХ** усилительного каскада с ОЭ в области низких частот.

- Наличие делителя напряжения  $R_{B1} - R_{B2}$   
 Включение конденсатора связи в цепь базы  
 Межэлектродные ёмкости в транзисторе и монтажные ёмкости  
 Использование конденсатора связи в выходной цепи

## 11. Электронные устройства на операционных усилителях

1. Укажите, какие **каскады** усиления входят в состав ОУ?

- 3...4 усилителя напряжения на полевых транзисторах с общим истоком и с непосредственной связью между каскадами  
 Только дифференциальные каскады усиления напряжения  
 На входе – дифференциальный усилитель, затем промежуточные усилители, а на выходе – двухтактный усилитель мощности, выполненный на комплементарных транзисторах, работающих в режиме эмиттерных повторителей  
 Только каскады усилителей мощности

2. Укажите **значения дифференциального и синфазного** сигналов при подаче на инвертирующий вход ОУ напряжения  $u_{ex1} = 0,545$  В, а на неинвертирующий – напряжения  $u_{ex2} = 0,541$  В.

а) *дифференциальный сигнал:*

- 5 мВ       4 мВ       3 мВ       2 мВ

б) *синфазный сигнал:*

- 0,541 В       1,086 В       0,545 В       0,543 В

3. Укажите **коэффициенты усиления**  $K_{u.ос}$  ОУ при  $R_1 = 10$  кОм,  $R_{oc} = 490$  кОм и коэффициенте ОУ  $K_u = 10^5$ :

а) *инвертирующего* ОУ:

- 49       50       4900       5000

б) *неинвертирующего* ОУ:

- 49       50       4900       5000

4. Укажите **выходное напряжение**  $u_{вых}$  инвертирующего ОУ при  $R_1 = 10$  кОм и  $R_{oc} = 500$  кОм, если входное дифференциальное напряжение  $u_{вх} = 4$  мВ.

- +0,4 В       +0,2 В       -0,4 В       -0,2 В

5. Укажите, с помощью каких **средств и приёмов** обеспечивается нулевое напряжение на выходе ОУ в отсутствие входных сигналов?

Поддерживается рабочая температура, указанная фирмой-изготовителем ОУ  
Используется двухполярный и симметричный источник питания, например,  $\pm 15$  В

В современных ОУ в отсутствие входных сигналов выходной сигнал всегда равен нулю и не требуются специальные приёмы коррекции его работы

Снабжают ОУ специальными звеньями, позволяющими путём регулировки устранить воздействие напряжения смещения нуля

Длительной предварительной "тренировкой" работы ОУ

6. Укажите, почему АЧХ ОУ **не имеет завала** в области низких частот?

- В ОУ отсутствуют разделительные конденсаторы между каскадами  
 Они изготовлены на комплементарных транзисторах, обеспечивающих идентичность плеч дифференциального усилителя  
 В них введены корректирующие звенья, автоматически поддерживающие неизменным коэффициент усиления по напряжению в диапазоне частот от нуля до частоты среза  
 Вследствие глубокой отрицательной обратной связи по напряжению и току

7. Укажите **основную причину**, почему ОУ без обратных связей непосредственно в качестве усилителя не применяется?

- Низкий и не стабильный коэффициент усиления  $K_u$  даже у одного типа ОУ  
 Отсутствие возможности задать коэффициент  $K_u$   
 Высокий коэффициент усиления и, как следствие, высокая чувствительность ОУ, которая приводит к его насыщению и неспособности обрабатывать входные сигналы  
 Наличие дифференциального каскада в схеме ОУ  
 Требуемый высокий уровень ( $\geq 1$  В) входного разностного сигнала

8. Укажите, в устройствах на ОУ всегда ли формируется **инверсный** выходной сигнал?

- Да       Нет

9. Укажите **соотношение** между входным и выходным сопротивлениями неинвертирующего ОУ.

- $R_{вх} \approx R_{вых}$         $R_{вх} = R_{вых} = \infty$         $R_{вх} \ll R_{вых}$         $R_{вх} \gg R_{вых}$

10. Укажите **соотношение** между длительностью  $t_u$  входного импульса и постоянной времени  $\tau = RC$  звена ООС по напряжению ОУ.

а) *в интеграторе*:

- $t_u = \tau$         $t_u > \tau$         $t_u < \tau$         $t_u = \tau^2$

б) *в дифференциаторе*:

- $t_u = \tau$         $t_u > \tau$         $t_u < \tau$         $t_u = \tau^2$

11. Укажите квазирезонансную **частоту**  $f_0$  избирательного усилителя (см. рис. 25.8) при  $R_1 = R_{oc} = 10$  кОм и  $C_1 = C_{oc} = 4$  нФ.

- 16 кГц      ○ 12 кГц      ○ 8 кГц      ○ 4 кГц

12. Укажите, **велико ли напряжение** между входами ОУ при его работе в режиме линейного усиления?

- Практически равно нулю  
 ○ Велико, более 1 В  
 ○ Диапазон входного напряжения зависит от типа ОУ  
 ○  $u_{вх} \geq U_n/2$ , где  $U_n$  – напряжение питания ОУ  
 ○  $u_{вх} = U_n/K_{u.ос}$

13. Укажите, какую **форму** приобретает выходной сигнал инвертирующего ОУ при значительном увеличении входного синусоидального напряжения?

- Биполярные полуволны, близкие к треугольной форме  
 ○ Биполярные полуволны, близкие к трапециидальной форме  
 ○ В виде прямоугольной волны  
 ○ Остаётся синусоидальной

14. Укажите принципиальное **отличие** дифференциального операционного усилителя от дифференциального каскада.

- Дифференциальный ОУ более чувствителен к внешним синфазным помехам  
 ○ Дифференциальный ОУ охвачен внешней ООС и предусматривает обязательное использование обоих входов  
 ○ У дифференциального ОУ малое входное сопротивление  
 ○ У дифференциального ОУ нет необходимости обеспечивать одинаковые коэффициенты передачи от обоих входов

15. Укажите главный **недостаток** инвертирующего ОУ.

- Невысокое входное сопротивление  
 ○ Высокое выходное сопротивление  
 ○ Невозможно задать необходимый коэффициент усиления  
 ○ Добавление входной синфазной помехи к выходному сигналу

## 12. Генераторы сигналов на операционных усилителях

1. Укажите **признаки**, характеризующие построение и работу автоколебательных мультивибраторов, построенных на ОУ.

Обратные связи выполняют по переменному току:

Обратные связи выполняют по постоянному току:

У этих устройств имеется несколько устойчивых состояний равновесия:

Работа этих устройств заключается в **постоянной** смене состояний квазиравновесия, что сопровождается **формированием** на выходе напряжения, близкого к прямоугольной форме:

На выходе мультивибраторов формируется синусоидальное напряжение:

В цепи обратной связи вводят колебательные контуры:

2. Укажите принципиальный **подход** (приём) преобразования мультивибратора в одновибратор.

- Таких приёмов не существует, так как проектирование одновибраторов выполняется на принципиально другой основе:  
 ○ Введение дополнительной обратной связи по переменному току:  
 ○ Замена хотя бы одной обратной связи по переменному току связью по постоянному току:  
 ○ Смена полярности источника питания:

3. Укажите, каким образом симметричный мультивибратор на ОУ **можно преобразовать** в несимметричный?

- Путём изменения постоянной времени зарядки или разрядки конденсатора, например, увеличив сопротивление резистора в цепи зарядки конденсатора-
- Путём изменения постоянной времени зарядки или разрядки конденсатора, например, увеличив ёмкость конденсатора-
- Зашунтировать конденсатор диодом-
- Заменить в цепи ПОС (см. рис. 27.6) любой из последовательно соединённых резисторов конденсатором-
- Ввести дополнительную обратную связь по переменному току.

6. Укажите **длительность**  $t_u$  прямого хода ГЛИН (см. рис. 27.9), если  $U_{ex} = -5$  В,  $U_{вых} = 0,333$  В,  $R = 300$  кОм,  $C = 10$  нФ.

- 0,2 мс     2 мс     6 мс     8 мкс     10 мкс

7. Укажите значение **ёмкости** несимметричного мультивибратора (см. рис. 27,6), если  $R_1 = 50$  кОм,  $R_2 = 20$  кОм, длительность импульсов  $t_1 = 0,841$  мс,  $t_2 = 0,389$  мс.

- 10 нФ     20 нФ     30 нФ     40 нФ     50 нФ

8. Укажите, чем определяется максимальное значение **выходного напряжения** ГЛИН на ОУ (см. рис. 27.9)?

- Напряжением питания-
- Уровнем и длительностью входного напряжения и постоянной времени RC-цепи-
- Параметрами ОУ-
- Параметрами цепи зарядки конденсатора

9. Укажите, может ли на выходе мультивибратора сформироваться сигнал треугольной формы?

- Да     Нет

10. Укажите **признаки**, характеризующие структуру и работу автогенераторов синусоидальных колебаний.

На выходе автогенераторов формируется напряжение типа меандр, а синусоидальное напряжение формируется с помощью подключаемого фильтра

Простейший LC-генератор – это избирательный (резонансный) усилитель, собранный на нелинейном активном элементе с колебательной системой

Наличие глубокой положительной ОС, по которой гармоническое колебание с выхода усилителя с нелинейной ВАХ передаётся на его вход

Работа автогенераторов заключается в самовозбуждении гармонических колебаний без внешнего источника постоянного напряжения

Частота генерируемых колебаний автогенераторов определяется параметрами колебательного контура или фазосдвигающих звеньев, встраиваемых в цепи ОС избирательного усилителя с нелинейной ВАХ

Коэффициент передачи ООС всегда больше коэффициента передачи ПОС

12. Укажите **выражения**, относящиеся к условиям самовозбуждения автогенераторов гармонических колебаний.

$$K_u / (K_u + 1) > 1/3 \quad K_u / \beta = 3 \quad K_u \beta = 1 \quad K_u \beta = 1/3$$

$$\beta = k\pi \quad \beta = 2k\pi \quad \beta = k\pi/2 \quad \beta = -\pi$$

13. Укажите, можно ли выполнить автогенератор гармонических колебаний с **внутренней обратной связью**?

- Да, если использовать в схеме генератора-усилителя элементы с ВАХ, имеющим падающие участки, например туннельные диоды
- Нет
- Да, если генератор построен на полевых транзисторах
- Да, если в качестве усилительного элемента генератора использован биполярный транзистор, включенный по схеме с общей базой
- Да, если в схему генератора ввести обратную связь по постоянному току

14. Укажите **частоту** колебаний выходного напряжения генератора (см. рис. 28.10), если  $R_1 = R_2 = 20 \text{ кОм}$ ,  $C_1 = C_2 = 10 \text{ нФ}$ .

- 3568 Гц     1786 Гц     1244 Гц     796 Гц     485 Гц

15. Укажите **период** колебаний выходного напряжения LC-генератора (см. рис. 28.3), если  $C_1 = C_2 = 510 \text{ нФ}$ ,  $L = 5 \text{ мГн}$ .

- 22,2 мкс     44,4 мкс     68,6 мкс     224 мкс     1,08 мс

16. Укажите **назначение** резисторов **Rk**, **Re**, **Rb1** и **Rb2** в схеме (рис. 28.3) автогенератора гармонических колебаний.

- Для создания цепей ООС и ПОС по переменному току  
 Для обеспечения нормального режима работы транзистора VT избирательного усилителя по постоянному току с температурной стабилизацией  
 Для установки уровней переменных токов в цепях базы, коллектора и эмиттера транзистора  
 Все указанные резисторы обеспечивают обратную связь по переменному току усилителя, собранного на транзисторе VT с ОЭ

17. Укажите значение **коэффициента усиления** усилителя в LC-генераторе гармонических колебаний.

- $K_u = 1/3$          $K_u = 2/3$          $K_u \geq 1/\beta$          $K_u = 2$          $K_u \geq 3$

18. Укажите значение **коэффициента усиления** усилителя в RC-генераторе с мостом Вина.

- $K_u = 1/3$       $K_u = 2/3$       $K_u \geq 1/\beta$       $K_u = 2$       $K_u \geq 3$

19. Укажите, значение **коэффициента передачи** моста Вина на квазирезонансной частоте.

- 1/3     2/3     1     2     3

20. Укажите **выражение квазирезонансной частоты** генерируемых колебаний RC-генератора с тремя фазосдвигающими RC-звеньями.

$f_0 = 1/(2\pi \sqrt{6RC})$       $f_0 = 1/(2\pi RC)$       $f_0 = 1/(2\pi \sqrt{RC})$

21. Укажите основную **причину** изменения амплитуды и частоты генерируемых колебаний при изменении напряжения питания автогенератора.

- Изменение постоянных времени цепей зарядки и разрядки конденсаторов колебательного контура LC-генератора или частотно-зависимых цепей RC-генератора  
 Нелинейность коэффициентов передачи цепей ОС  
 Изменение дифференциальных параметров транзисторов от изменения рабочей точки покоя усилительного каскада  
 Нелинейность сопротивлений резисторов при изменении протекающих через них токов

22. Укажите, можно ли регулировкой степени ООС **перевести** избирательный усилитель RC-генератора с мостом Вина в режим генерации?

- Да.     Нет.

23. Укажите, какие автогенераторы из указанных ниже имеют меньшую стабильность частоты гармонических колебаний?

- RC-генераторы  
 LC-генераторы

### 13. Активные фильтры на операционных усилителях

#### 14. Логические элементы и схемы

1. Укажите **признаки**, характеризующие основные логические элементы.

На входах логических элементов аналоговые сигналы, а на выходах – цифровые

Операции логического сложения, логического умножения и инверсия не составляют функционально полный набор

Используя основные логические операции И, ИЛИ и НЕ, можно аналитически выразить любую сложную логическую функцию

Минимальный логический базис составляют операции ИЛИ и НЕ или И и НЕ

Входные и выходные сигналы логических элементов могут принимать только два значения: логическую 1 и логический 0

Операция логического сложения совпадает с операцией обычного сложения

2. Укажите **выражение** логической функции двух переменных  $x_1$  и  $x_2$ , реализуемой элементом "Стрелка Пирса".

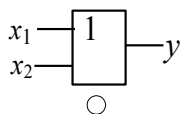
- $y = \bar{x}_1 x_2 + x_1 \bar{x}_2$    
  $y = \overline{x_1 x_2}$    
  $y = \overline{x_1 + x_2}$   
  $y = x_1 \oplus x_2$    
  $y = x_1 + x_2$    
  $y = x_1 x_2$

3. Укажите **выражение** логической функции двух переменных  $x_1$  и  $x_2$ , реализуемой элементом "Штрих Шеффера".

- $y = \bar{x}_1 x_2 + x_1 \bar{x}_2$    
  $y = \overline{x_1 x_2}$    
  $y = x_1 \oplus x_2$   
  $y = \overline{x_1 + x_2}$    
  $y = x_1 + x_2$    
  $y = x_1 x_2$

4. Укажите **выражение** логической функции трех переменных  $a$ ,  $b$  и  $c$ , записанной в совершенной дизъюнктивной нормальной форме (СДНФ).

- $y(a, b, c) = \bar{a}bc + a\bar{b}c + ab\bar{c} + abc$   
  $y(a, b, c) = (a + b + c)(a + b + \bar{c})(a + \bar{b} + c)(\bar{a} + b + c)$   
  $y(a, b, c) = (\bar{a}b + c + a\bar{b}c)(ab\bar{c} + \bar{a}b + \bar{c}a)$



$x_1$   
 $x_2$

$\&$

$\circ$

$y$

$x$

$1$

$\supset$

$y$

$x_1$   
 $x_2$

$1$

$\circ$

$y$

$\&$

$-$

$y$

$x_1$   
 $x_2$

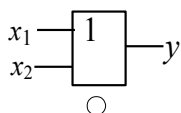
$\&$

$-$

$y$

5.

Укажите элемент ИЛИ-НЕ.



$x_1$   
 $x_2$

$\&$

$\circ$

$y$

$x$

$1$

$\supset$

$y$

$x_1$   
 $x_2$

$1$

$\circ$

$y$

$\&$

$-$

$y$

$x_1$   
 $x_2$

$\&$

$-$

$y$

6.

Укажите элемент И.

7. Укажите значение функции  $y = (ab + \bar{c})(\bar{a} + \bar{b})$ , если  $a = b = c = 1$ .

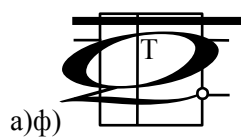
$$y = (ab + \bar{c})(\bar{a} + \bar{b})$$

15. Исследование цифровых устройств последовательного типа (триггеры, регистры, счетчики)

1. Укажите, какая комбинация логических сигналов является запрещенной для асинхронного RS-триггера?

- 01   
 11   
 10   
 00

2. Укажите условное графическое обозначение:



б)

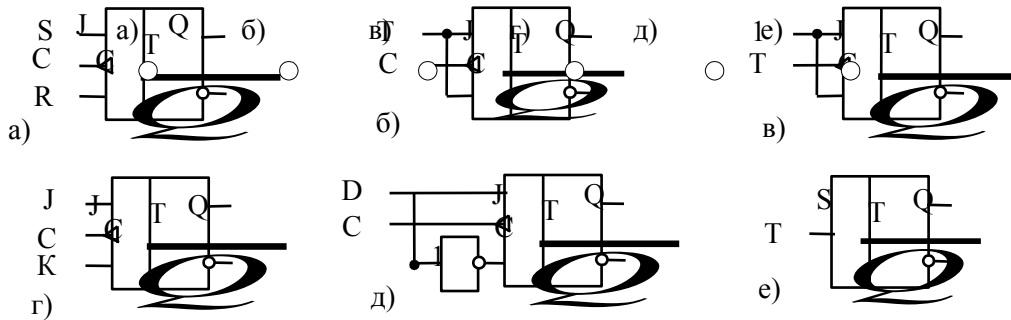
в)

г)

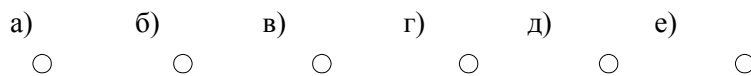
1. JK-триггера:   
 а)   
 б)   
 в)   
 г)
2. RS-триггера:   
 а)   
 б)   
 в)   
 г)

3. Укажите **условное графическое обозначение**:

1. Синхронного T-триггера, выполненного на основе JK-триггера:



2. D-триггера, выполненного на основе JK-триггера:



4. Укажите, нашли ли широкое применение **асинхронные D-триггеры**?

- Да  Нет

5. Укажите, как **функционирует JK-триггер** при комбинации  $J = 1, K = 1$  на входе?

- Триггер находится в режиме хранения  
 Триггер работает в счётном режиме  
 Такая комбинация сигналов на входе является запрещённой

6. Укажите **время запаздывания** выходного сигнала по отношению к моменту подачи на C-вход D-триггера синхроимпульса при тактовой частоте  $f = 10$  кГц ( $D^t = 1, Q^t = 0$ ).

- 1 с  0,1 с  10 мс  0,1 мс

7. Укажите значение **сигнала на выходе JK-триггера** при комбинации  $J = 1, K = 0$  на входе и  $Q = 1$  после окончания действия синхроимпульса.

- 0  1  Неопределённость: 0 или 1

8. Укажите **аналитическое выражение**, описывающее работу:

а)  $Q^{t+1} = Q^t \bar{T} + \bar{Q}^t T;$       б)  $Q^{t+1} = S + Q^t \bar{R};$   
 в)  $Q^{t+1} = \bar{C}^t Q^t + C^t \bar{Q}^t;$       г)  $Q^{t+1} = \bar{K}^t Q^t + J^t \bar{Q}^t.$

1. RS-триггера:  а)  б)  в)  г)  
 2. JK- триггера:  а)  б)  в)  г)  
 3. T-триггера:  а)  б)  в)  г)  
 4. D-триггера:  а)  б)  в)  г)

9. Укажите, чем отличается **динамическое управление** триггерами от статического управления?

- Принципиальных отличий нет: сигналы, поступающие на информационные входы всех модификаций триггеров, действуют в момент их поступления  
 У триггеров с динамическим управлением сигналы на информационных входах должны оставаться неизменными на всём интервале действия активного логического сигнала синхронизации ( $C = 1$ )

- При динамическом управлении запоминание сигналов, действующих на информационных входах триггера, происходит в момент изменения значения сигнала на входе синхронизации
- У триггеров с динамическим управлением отсутствуют прямые или инверсные входы, реагирующие на перепады сигналов на входах

10. Укажите **уровни напряжения** интегральных микросхем триггеров серии ТТЛ, принимаемые за логическую 1 и логический 0 при напряжении питания  $U_n = 5$  В.

- $2,4 \text{ В} < U^1 < 5 \text{ В}; 0 < U^0 < 0,4 \text{ В}$
- $4,0 \text{ В} < U^1 < 5 \text{ В}; 0 < U^0 < 2,4 \text{ В}$
- $3,5 \text{ В} < U^1 < 5 \text{ В}; 0 < U^0 < 0,2 \text{ В}$
- $2,4 \text{ В} < U^1 < 5 \text{ В}; 0 < U^0 < 1,4 \text{ В}$

11. Укажите, к какому **типу** триггеров относят Т-триггеры?

- К асинхронным
- К синхронным

1. Укажите **функции**, которые в общем случае может выполнять регистр.

Обнуление (очистку) хранимой информации, запись входной информации в последовательном или в параллельном коде

Суммирование по модулю 2 всех разрядов бинарных чисел с целью выяснения чётности числа

Сравнение двух бинарных чисел одинаковой разрядности с целью определения их равенства или неравенства

Преобразование информации путём её сдвига под воздействием тактовых импульсов

Хранение информации, её сдвиг вправо и влево, выдачу хранимой информации в последовательном или в параллельном коде

Преобразование десятичных чисел в двоичные или в двоично-десятичные

2. В параллельном регистре с приходом каждого тактового импульса информация на выходах поразрядно сдвигается в направлении от выхода **QD** к выходу **QA**. Укажите, как **называют** такой регистр?

- Регистр прямого сдвига
- Регистр обратного сдвига
- Реверсивный регистр
- Регистр хранения.

3. Укажите, какие регистры выполняют со **статическим** управлением?

- Последовательные
- Параллельные
- Последовательно-параллельные
- Параллельно-последовательные

4. Укажите, при каких **уровнях сигналов** на управляющих входах **S0** и **S1** информационные входы реверсивного регистра **74HC194\_4V** недоступны?

- S0** = 0, **S1** = 0
- S0** = 0, **S1** = 1
- S0** = 1, **S1** = 0
- S0** = 1, **S1** = 1

5. Укажите, в какой **разряд** вводится информация последовательного регистра **74HC194\_4V** при **S0** = 1, **S1** = 0 на управляющих входах и сигналах **SR** = 1 и  $\frac{\text{CLR}}{\text{CLR}}$  = 1?

- В разряд **D**
- В разряд **C**
- В разряд **B**
- В разряд **A**

6. Укажите, при каких **уровнях** управляющих сигналов **S0** и **S1** разрешена запись информации в параллельный регистр **74HC194\_4V**?

- S0** = 0, **S1** = 0
- S0** = 0, **S1** = 1
- S0** = 1, **S1** = 0
- S0** = 1, **S1** = 1



7. Укажите, разрешено ли последовательное **перемещение** сигналов в триггерной подсистеме параллельного регистра **74НС194\_4V** во время записи информации?

- Да       Нет

8. Укажите, сколько **входов** имеет последовательный регистр с динамическим управлением?

- Один информационный вход  
 Два: один информационный вход и вход для тактовых импульсов (импульсов сдвига)  
 Три: один информационный, вход для тактовых импульсов и установочный вход  
 Четыре: два информационных входа, вход для тактовых импульсов и установочный вход

9. Укажите, чем отличается **динамическое управление** регистрами от статического управления?

- Принципиальных отличий нет: сигналы, поступающие на информационные входы всех модификаций регистров, действуют в момент их поступления  
 У регистров с динамическим управлением сигналы на информационных входах должны оставаться неизменными на всём интервале действия активного логического сигнала синхронизации ( $C = 1$ )  
 При динамическом управлении запоминание сигналов, действующих на информационных входах регистра, происходит во входных ёмкостях МДП-транзисторов в момент изменения значения сигнала на входе синхронизации, а в статических регистрах, построенных, например на *RS*-триггерах, сигналы действуют в момент их поступления на информационные входы

1. Укажите, **в каком виде** фиксируется в счётчике число поступивших на его вход импульсов?

- В виде двоичного кода, хранящегося в триггерах  
 В виде потенциала (напряжения), хранящегося на зажимах выходного конденсатора счётчика  
 В виде двоично-десятичного кода, хранящегося в выходном регистре  
 В виде десятичного числа, высвечиваемого на индикаторе

2. Укажите необходимое **число выходов** двоичного счётчика для выдачи результатов счёта 28 импульсов.

- 3       4       5       6       8

3. Укажите, в **какой момент** 5-разрядный двоичный счетчик возвращается в начальное состояние?

- При поступлении на вход 16-го импульса  
 При подаче на вход 32-го импульса  
 При подаче на вход инверсного сигнала  
 При переполнении, наступающем при числе импульсов  $N = 2^5 - 1$

4. На 7-сегментном индикаторе десятичного счётчика высвечивается число 5. Укажите, какое **число** будет высвечиваться на индикаторе при подаче на вход ещё 6-ти импульсов?

- 0       1       2       3

5. Укажите, **каким путём передаются сигналы** от разряда к разряду в синхронном счётчике?

- Естественным путём в различные интервалы времени в зависимости от сочетания входных сигналов  
 Принудительным путём с помощью тактовых импульсов  
 Посредством специальной переключающей схемы

- Путём подачи сигнала 0 на входы  $J$  всех  $JR$ -триггеров

6. Укажите, что понимают под **коэффициентом пересчёта** счётчика?

- Это минимально допустимый период следования входных импульсов, при котором обеспечивается надёжная работа счётчика
- Это интервал времени между моментами поступления входного импульса и окончания самого длинного переходного процесса в счётчике
- Это максимальное число единичных сигналов, которое может быть зафиксировано на счётчике
- Это модуль счёта, характеризуемый числом устойчивых состояний счётчика

7. Укажите, чему равен **модуль  $M$  пересчёта** двоичного  $n$ -разрядного счётчика?

- $M = 2^n$
- $M = 2^n - 1$
- $M = 2^n - 2$
- $M = 2^{n-1}$

8. Укажите, сколько **триггеров** должен иметь двоично-кодированный счётчик с коэффициентом пересчёта  $M = 8$ ?

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

9. Укажите **пути и средства**, с помощью которых изменяется направление счёта в реверсивном счётчике.

- Направление счёта определяется исключительно выбором инверсных выходов триггером для формирования сигнала переноса
- Направление счёта осуществляется с помощью разбиения разрядных схем счётчика на группы и применением внутри этих групп последовательного переключения триггеров
- Направление счёта изменяется путём изменения вида межразрядных связей
- Изменение направления счёта осуществляется путём исключения лишних состояний разрядных схем

## 16. Исследование преобразователей кодов (дешифратор, шифратор, демультиплексор и мультиплексор).

1. Укажите **задачи**:

- а) Для демультиплексирования данных и адресной логики в запоминающих устройствах, а также для преобразования двоично-десятичного кода в десятичный с целью управления индикаторными и печатающими устройствами;
- б) Для преобразования десятичных чисел в двоичные или в двоично-десятичный код, например, в микрокалькуляторах, в которых нажатие десятичных клавиш вызывает генерацию соответствующих двоичных кодов;
- в) Для хранения и преобразования многоразрядных двоичных чисел;
- г) Для коммутации в заданном порядке сигналов, поступающих с нескольких входных шин на одну выходную;
- д) Для распределения в требуемой последовательности по нескольким выходам сигналов с одного информационного входа, в частности, для передачи информации по одной линии от нескольких установленных на ней датчиков, при решении которых используется:

- 1. Шифратор:  а)  б)  в)  г)  д)
- 2. Дешифратор:  а)  б)  в)  г)  д)
- 3. Мультиплексор:  а)  б)  в)  г)  д)
- 4. Демультиплексор:  а)  б)  в)  г)  д)

2. Укажите, с **какого разряда** бинарного слова генератора логического слова XWG будет передаваться информация на выход мультиплексора  $8 \times 3$  при адресном коде 100 на его входе?

- 1
- 3
- 5
- 7
- 9

3. Укажите число **выводов** дешифратора при трёх информационных входах.

- 2       4       6       8       16

4. Укажите назначение **стробирующих** входов в преобразователях кодов.

- Для синхронизации работы преобразователей  
 Для увеличения числа коммутируемых информационных входов, а также для блокирования работы преобразователей  
 Для увеличения числа адресных входов

5. Укажите, в каком **преобразователе** выбор входа по его номеру (адресу) осуществляется с помощью двоичного кода?

- В шифраторе     В дешифраторе     В мультиплексоре     В демультиплексоре

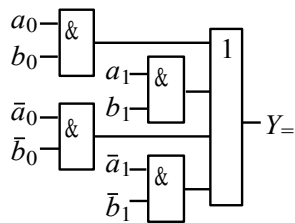
6. Укажите **число выводов** у шифратора при четырёх информационных входах.

- 16       8       4       2       1

7. Укажите, какой из приведенных преобразователей кодов выпускается промышленностью только в **составе других устройств**?

- Шифратор     Дешифратор     Демультиплексор     Мультиплексор

### 17. Исследование цифрового компаратора



1. Укажите: а) можно ли установить **факт равенства** двухразрядных бинарных чисел **A** и **B** с помощью приведенного устройства сравнения; б) какой **уровень** сигнала установится на его выходе при равенстве чисел **A** и **B**?

- а)  Да       Нет  
 б)  0       1

2. Укажите, какую **функцию** выполняет цифровой компаратор?

- Суммирование по модулю 2 всех разрядов с целью выяснения чётности числа  
 Сравнение двух бинарных чисел **A** и **B** одинаковой разрядности с целью определения равенства **A = B** или неравенства **A < B** и **A > B**  
 Хранение и преобразование многоразрядных чисел  
 Сравнение пилообразного сигнала с образцовым

3. Укажите **логическую функцию**, выражающую равенство  $i$ -х разрядов двоичных чисел.

- $y = a_i b_i + \bar{a}_i \bar{b}_i$       $y = \bar{a}_i \bar{b}_i$       $y = a_i + b_i$       $y = \bar{a}_i b_i + a_i \bar{b}_i$

4. Укажите, к какому **типу** цифровых устройств относят компараторы?

- К последовательным  
 К комбинационным

5. Укажите **число активных** логических сигналов, формирующихся на выходе компаратора при сравнении многоразрядных двоичных чисел.

- Число активных выходных сигналов равно числу разрядов сравниваемых бинарных чисел.  
 4  
 2  
 1

6. Укажите, чем определяется **число входов** цифрового компаратора?

- Компараторы всегда имеют четыре входа
- Число входов зависит от степени декомпозиции сравнивающего устройства и равно числу элементов сравнения одноразрядных слов
- Число входов определяется разрядностью сравниваемых бинарных чисел

7. Укажите, можно ли **построить** устройство сравнения требуемой разрядности, используя цифровые компараторы с ограниченной разрядностью (например, четырёхразрядные)?

- Да
- Нет

## 18. Исследование интегрального цифро-аналогового преобразователя

1. Укажите **назначение** ЦАП.

- Для преобразования информации в аналоговой форме в цифровые коды
- Для преобразования цифрового кода  $N$  в пропорциональное аналоговое значение напряжения  $u(N)$
- Для деления числа или частоты повторения импульсов на заданный коэффициент  $K$
- Для преобразования информации из последовательной во времени формы представления в параллельную форму

2. Укажите, какая структура резистивных матриц ЦАП имеет преимущество при изготовлении преобразователя посредством интегральной технологии?

- Матрица с весовыми резисторами
- При изготовлении ЦАП с помощью интегральной технологии структура матриц не играет существенного значения, так как высокая точность и быстродействие систем код-напряжение зависят от типа переключателей (ключей) во входной разрядной цепи
- Матрица  $R-2R$

3. Определите понятие "**абсолютная разрешающая способность**" ЦАП.

- Это возможное количество уровней аналогового сигнала, делённое на количество двоичных разрядов входного кода
- Это наибольшее значение отклонения аналогового сигнала от расчётного.
- Это максимальное отклонение ступенчато нарастающего выходного сигнала от прямой линии, соединяющей точки нуля и максимального выходного сигнала
- Это среднее значение минимального изменения сигнала на выходе ЦАП, обусловленное увеличением или уменьшением его кода на единицу

4. Укажите, для чего выбирают опорное напряжение **двуполярным**?

- Чтобы преобразовать двоичные коды в ток
- Для обеспечения работы ЦАП, содержащего резистивную матрицу с весовыми резисторами, диодные ключи и систему управления ключами
- Для увеличения диапазона  $\pm U_{вых}$  выходного напряжения
- Чтобы получать на выходе двуполярное напряжение  $\pm U_{вых}$  при различных входных кодах
- Чтобы максимальное выходное напряжение ЦАП не было меньше опорного напряжения  $U_0$  на величину ЗМР (ЗМР – значение младшего разряда)

5. Укажите **перспективы развития** ЦАП.

- Повышение быстродействия ключей и уменьшение времени установки ОУ
- Построение ЦАП без резистивной матрицы
- Применение стабилизированных источников опорного напряжения
- Уменьшение разрядности преобразователя код-напряжение (до 4...6)
- Улучшение качества резистивных матриц

**19. Исследование интегрального 8-разрядного аналого-цифрового преобразователя.**

1. Укажите **назначение** АЦП.

- Для преобразования кодов
- Для преобразования цифрового кода  $N$  в пропорциональное аналоговое значение напряжения  $u(N)$
- Для преобразования постоянного напряжения, заданного на тактовом интервале, в двоичный код
- Для преобразования информации из последовательной во времени формы представления в параллельную форму

2. Укажите **формулу Котельникова**, с помощью которой определяют шаг дискретизации  $\Delta t$  аналогового сигнала.

- $\Delta t \leq 1/2f_m$       $\Delta t \leq 1/f_m$       $\Delta t \leq t_{ex}/2^{N+1}$       $\Delta t \leq t_{ex}/2^{N-2}$

( $f_m$  – максимальная частота спектра аналогового сигнала;  $t_{ex}$  – длительность аналогового сигнала;  $N$  – число уровней квантования)

3. Определите понятие "**абсолютная разрешающая способность**" АЦП.

- Это число уровней квантования, делённое на количество разрядов выходного кода
- Это наибольшее значение отклонения аналогового сигнала от расчётного
- Это среднее значение минимального изменения входного сигнала, обуславливающего увеличение или уменьшение выходного кода на единицу
- Это время преобразования отсчёта входного сигнала

4. Укажите, можно ли подавать на входы  $V_{ref+}$  и  $V_{ref-}$  АЦП **разные** (по модулю) **напряжения**?

- Да     Нет

5. Укажите, можно ли **свести к нулю** погрешность квантования аналогового сигнала посредством выбора параметров устройства, например за счёт увеличения разрядности АЦП?

- Да     Нет

6. Укажите, какую **погрешность** квантования имеет 8-разрядный АЦП при напряжениях на входах  $V_{ref+} = 2$  В,  $V_{ref-} = 0$  и отсчёте входного напряжения  $u_{ex}(k\Delta t) = 1$  В?

- $\pm 4,15$  мВ      $\pm 3,91$  мВ      $\pm 3,15$  мВ      $\pm 2,25$  мВ      $\pm 1,95$  мВ

7. Укажите **десятичный эквивалент** двоичного кода на выходе 8-разрядного АЦП, если опорные напряжения  $V_{ref+} = 2$  В,  $V_{ref-} = -2$  В, а входное напряжение  $u_{ex} = 0,5$  В.

- 48     32     16     8

8. Выберите из приведенных ниже значений минимально необходимые **значения опорных напряжений**  $\pm V_{ref}$  для преобразования синусоидального напряжения  $u_{ex}(t) = 1,41\sin\omega t$ .

- $\pm 1$  В      $\pm 2$  В      $\pm 3$  В      $\pm 4$  В      $\pm 5$  В

9. Укажите значение расчётного **шестнадцатеричного кода** 16-разрядного АЦП, если на его вход подано напряжение  $u_{ex}(k\Delta t) = 0,25$  В при  $\pm V_{ref} = \pm 2$  В.

- 1000     FFF     10000     FFFF     FFA

10. Укажите **выражение**, с помощью которого определяют десятичный эквивалент двоичного кода на выходе 14-разрядного АЦП

- $D = 256u_{ex}/(V_{ref+} + |-V_{ref-}|)$       $D = 16384u_{ex}/(V_{ref+} + |-V_{ref-}|)$   
  $D = 4096u_{ex}/(V_{ref+} + |-V_{ref-}|)$       $D = 655366u_{ex}/(V_{ref+} + |-V_{ref-}|)$

11. Укажите, как изменится **выходной код** АЦП при неизменном входном  $u_{вх}$  и опорных напряжениях  $V_{ref+} = 2 В$  и  $V_{ref-} = -2 В$ , если установить  $V_{ref-} = 0$ ?

- Его значение уменьшится в 2 раза
- Не изменится
- Его значение увеличится в 2 раза
- Сменится на инверсный.

12. Укажите характер изменения **общей погрешности** преобразования входного сигнала при увеличении разрядности АЦП.

- Погрешность преобразования уменьшится
- Не изменится
- Погрешность преобразования увеличится
- Нет правильного ответа

13. Укажите перспективные **направления** развития АЦП.

- Повышение быстродействия основных узлов АЦП, в частности, компараторов
- Увеличение частоты генератора тактовых импульсов
- Применение стабилизированных источников опорного напряжения
- Уменьшение разрядности преобразователя напряжение-код (до 4...6)
- Использование микропроцессоров в преобразователях

14. Укажите, какие **операции** необходимо выполнить при аналого-цифровом преобразовании?

- Ограничение уровня и дискретизацию по времени аналогового сигнала
- Тактируемое интегрирование входного сигнала и сравнение полученного результата с эталонами
- Дискретизацию по времени аналогового сигнала, квантования по уровню его отсчётов и кодирование квантованных уровней
- Дискретизацию по времени аналогового сигнала, квантование по уровню для подачи на вход ЦАП

15. Укажите, обладает ли способ последовательного счёта аналого-цифрового преобразования наибольшим быстродействием?

- Да
- Нет

**20. Детектор элементарных частиц как источник электрического сигнала.**

- a) Источник тока
- b) Источник напряжения
- c) Источник с внутренним сопротивлением 10 – 100 кОм
- d) Источник фотонов

**21. Эквивалентная схема детектора**

- a) Цепь постоянного тока
- b) Интегрирующая цепочка
- c) Дифференцирующая цепочка
- d) Комбинированная интегрирующая - дифференцирующая цепочка

**22. Условия передачи импульсного сигнала с детектора на расстояние при помощи кабеля**

- a) Согласование с волновым сопротивлением кабеля
- b) Предварительное усиление сигнала
- c) Усиление и согласование
- d) Прямая передача с детектора

23. **Согласование детектора с входным сопротивлением предусилителя**

- a) Входное сопротивление усилителя всегда больше  $R_n$  детектора
- b) Входное сопротивление усилителя всегда меньше  $R_n$  детектора
- c) Входное сопротивление усилителя зависит от типа усилителя: тока или напряжения
- d) Входное сопротивление усилителя может быть любым

**24. Основные типы усилителей, используемых при работе с детекторами**

- a) Усилители тока
  - b) Усилители напряжения
  - c) Зарядочувствительные усилители
  - d) Тип усилителя определяется условиями работы детектора и типом детектора
- 25. Работа усилителей в условиях больших загрузок детектора на пучке**
- a) Необходимо принять меры по формированию аналогового сигнала с целью укорачивания спада (хвоста)
  - b) Необходим усилитель с широкой полосой пропускания
  - c) Необходим усилитель постоянного тока
  - d) Лучше работать без усилителя
- 26. Преимущество токового усилителя**
- a) Малое входное сопротивление
  - b) Высокая чувствительность
  - c) Хорошее отношение сигнал/шум
  - d) Высокая линейность передачи сигнала
- 27. Наводки в электронных схемах**
- a) Наводки на электронные схемы обусловлены неграмотным заземлением и наличием источников электромагнитного излучения
  - b) Наводки обусловлены самим детектором
  - c) Наводки связаны с плохим согласованием кабелей
  - d) Наводки обусловлены несогласованной полосой пропускания усилителя
- 28. Шумы усилителей, происхождение шумов**
- a) Источником шумов в усилителях являются компоненты схемы (резисторы, емкости, транзисторы)
  - b) Шумы обусловлены наличием паразитных обратных связей
  - c) Шумы связаны с плохим заземлением
  - d) Шумы обусловлены плохим экранированием
- 29. Способы борьбы с шумами в усилителях**
- a) Выбор оптимальной полосы пропускания в соответствии с формой сигнала с детектора
  - b) Интегрирование сигнала
  - c) Изменение напряжения питания усилителя
  - d) Экранирование
- 30. Формирование логических сигналов с детекторов**
- a) Логический сигнал формируется с помощью ограничителей амплитуды на диодах
  - b) Логический сигнал формируется на линиях задержки
  - c) Логический сигнал формируется с помощью пороговых схем – интегральных дискриминаторов
  - d) Логический сигнал формируется с помощью дифференцирующей цепочки
- 31. Схемы точной временной привязки к моменту прохождения частицы через детектор**
- a) Схемы с фиксированным порогом по переднему фронту
  - b) С помощью дифференцирования
  - c) С помощью интегрирования
  - d) Формирователи со следящим порогом
- 32. Методы совпадений, антисовпадений, используемые в физической аппаратуре**
- a) Метод совпадения во времени логических сигналов с детекторов с помощью задержки сигналов относительно друг друга
  - b) Организация совпадений с помощью последовательных резисторов, управляемых тактовым генератором
  - c) Организация совпадений с помощью осциллографа

- 33. Измерение амплитуды импульсных сигналов**
- a) Путем интегрирования на интегрирующей цепочке и измерения вольтметром
  - b) Путем преобразования амплитуды импульсного сигнала в заряд на емкости, а затем в длительность прямоугольного сигнала при разряде емкости
  - c) С помощью интегрального дискриминатора
  - d) С помощью дифференциального дискриминатора
- 34. Измерение коротких временных интервалов**
- a) Метод прямого кодирования старт - стоп
  - b) Метод преобразования коротких временных интервалов ( $\sim$  нс) в длинные (мкс) с последующей оцифровкой
  - c) С помощью интегрирующего усилителя
  - d) С помощью зарядочувствительного усилителя
- 35. Кремниевые фотоумножители. Основные преимущества перед ФЭУ**
- a) Большой коэффициент усиления
  - b) Высокая эффективность, нечувствительность к магнитному полю, низкое напряжение питания
  - c) Малые шумы
  - d) Радиационная стойкость
- 36. Области применения ФЭУ**
- a) В сцинтилляционной методике
  - b) Регистрация одиночных фотонов
  - c) Работа в области регистрации ультрафиолетового излучения
  - d) Работа в области высоких температур
- 37. Область применения зарядочувствительного усилителя.**
- a) ППД
  - b) Газовые детекторы
  - c) ФЭУ
  - d) SiPM
- 38. Область применения физической аппаратуры в стандарте NIM**
- a) Преобразование аналоговой информации в цифровой двоичный код
  - b) Организация быстрой логики для отбора полезных событий
  - c) Быстрая обработка цифровой информации в триггерных системах отбора полезных событий
  - d) Организация связи физической аппаратуры с ЭВМ
- 39. Область применения физической аппаратуры в стандарте CAMAC**
- a) Работа с наносекундными логическими сигналами (усиление, формирование, логика)
  - b) Преобразование аналоговой информации в цифровой двоичный код и связь с ЭВМ
  - c) Усиление сигналов с детектора
  - d) Организация триггерных систем отбора полезных событий высокого уровня

#### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **19.3.5 Темы курсовых работ**

#### **19.3.6 Темы рефератов**

1. Модульные системы в ядерной электронике.
2. Способы временной привязки и быстрые дискриминаторы.
3. Пересчетные устройства.
4. Устройства измерения временных промежутков.
5. Аналого-цифровые преобразователи.
6. Цифро-аналоговые преобразователи.



7. Устройства временного согласования сигналов.
8. Предусилители спектрометрических систем.
9. Спектрометрические (линейные) усилители.
10. Структурные схема амплитудного спектрометрического тракта.
11. Интегральные амплитудные дискриминаторы.
12. Активные фильтры.
13. Дифференциальные амплитудные анализаторы.
14. Характеристики и основные требования к аналоговым устройствам спектрометрического тракта.
15. Основные виды измерений в ядерно-физическом эксперименте.
16. Спектрометрические аналого-цифровые преобразователи.

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

**Текущая аттестация** проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: рефератов, письменных работ (отчет по лабораторным работам) и тестирования. Отчет по лабораторным работам должен содержать титульный лист (на котором указывается наименование кафедры, название и цель работы, фамилия студента и номер группы), результаты расчетного задания и заданий на эксперимент, чертежи схем электрических цепей и устройств, таблицы для занесения результатов измерений и выполненных расчетов, осциллограммы и характеристики исследуемых электронных устройств, перечень использованных в работе приборов и выводы по работе. Выполненная в полном объеме работа защищается. На защите особое внимание уделяется соответствию рассчитанных и экспериментально полученных данных и объяснению их возможных расхождений. Перед защитой работы необходимо ответить на вопросы тестовых заданий.

Критерии оценивания при текущей аттестации:

знание основного и дополнительного учебно-программного материала на уровне количественной характеристики, владение основными понятиями дисциплины, посещение лабораторных занятий, правильность оформления отчетов по лабораторным работам, удельный вес ошибок при контрольном тестировании - не более 20%.

**Промежуточная аттестация** проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются 4-балльная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.