


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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

/Кадменский С.Г./  
28.06.2021г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.О.36 Медицинская электроника**

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

30.50.03 Медицинская кибернетика

**2. Профиль подготовки/специализация:** Медицинская кибернетика

**3. Квалификация выпускника:** врач-кибернетик

**4. Форма обучения:** очная

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

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

старший преподаватель Сабуров Анатолий Николаевич,

к.ф.-м.н. доцент Долгополов Михаил Анатольевич

**7. Рекомендована:**

Научно-методическим советом физического факультета,  
протокол № 6 от 26.06.2021

**8. Учебный год:** 2021-2022 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** С

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- получение необходимых теоретических сведений о принципах построения современной электронной медицинской аппаратуры, схемотехнических решениях применяемых для функционального преобразования сигналов в современных устройствах съема медико-биологической информации, применяемых при постановке медико-биологического эксперимента.

Задачи учебной дисциплины:

- количественнокачественноописыватьсвязисвойствбиосистемы(медико-биологическогопоказате-

ля)сизмеряемымфизическимпараметром;усвоитьалгоритмпроведенияизмерений.

- овладение знаниями и практическими навыками в области элементной базы современной аналоговой и цифровой электроники и схемотехнике электронных устройств, применяемой в медицинской аппаратуре и измерительных преобразователях физиологических параметров.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина Б1.О.36 является обязательной частью блока Б1. Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: знание основ математики, информатики, физики. Дисциплина основывается на знаниях, умениях и навыках обучающихся, полученных при изучении дисциплин таких как:

- Математический анализ,
- Информатика, медицинская информатика,
- Механика и электричество,

Освоение дисциплины является предшествующей для производственной и преддипломной практики.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи	ОПК-3.1	Оказывает медицинскую помощь с использованием специализированного диагностического и лечебного оборудования, медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере	<p>Знать:- общие вопросы получения медико-биологической информации и измерения физических величин с помощью электроники;</p> <p>-основы современной схемотехники, применяемой в электронной медицинской аппаратуре и устройствах автоматизации медико-биологического эксперимента;</p> <p>- типовую реализацию и назначение функциональных узлов аппаратуры медицинского назначения</p> <p>Уметь:- пользоваться измерительной аппаратурой, правильно оценивать амплитудно-временные и энергетические параметры электрических сигналов;</p> <p>- моделировать электронные схемы на ЭВМ и объяснять результаты моделирования,</p> <p>- выполнять требуемое функциональное преобразование сигналов с первичных преобразователей физиологических параметров посредством схемных решений на операционных усилителях и цифровой электронике;</p> <p>Владеть: - практическими навыками выбора схемотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач</p>

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. - 2/72.

## Форма промежуточной аттестации - зачет

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		Семестр С
Аудиторные занятия	50	50
в том числе:	лекции	22
	практические	
	лабораторные	22
	ГК	6
Самостоятельная работа	22	22
Форма промежуточной аттестации		Зачет
Итого:	72	72

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Электрофизиологические методы исследования биообъекта. Биомедицинские сигналы.	Предмет медицинской электроники. Электрофизиологические методы исследования функционального состояния биообъекта (биофизические принципы). Основные характеристики свойств и параметров излучений и физических полей биообъекта. Физиологические показатели. Биомедицинские сигналы (БС).	
1.2	Измерительно-диагностическая и терапевтическая система для измерения физиологических показателей и терапии	Обобщенная структурная схема измерительно-диагностической и терапевтической системы. Краткая характеристика функций, требований и свойств отдельных компонент системы. Особенности получения, обработки и интерпретации биомедицинских сигналов. Датчики медико-биологической информации. Электроды для съема медико-биологической информации. Природа и источники артефактов и помех при измерении, практические пути их исключения или ослабления.	
1.3	Измерения электрических величин и сигналов	Измерение электрических величин, сигналов и основных параметров элементов в электрических цепях и электронных схемах	
1.4	Аналоговые методы и устройства обработки биомедицинских сигналов.	Аналоговые методы и средства обработки биомедицинских сигналов Активные фильтры. Линейные и нелинейные схемы обработки биомедицинских сигналов (дифференциатор, интегратор, логарифмический усилитель и т.д.) Измерительные усилители. Основные характеристики.	
1.5	Цифровые методы и устройства обработки биомедицинских сигналов.	Цифровые методы и средства обработки биомедицинских сигналов. Элементы алгебры логики. Синтез логических	

		устройств. Базовые логические элементы. Устройства комбинационной логики (триггеры, счетчики, генераторы, компараторы). Преобразователи кодов	
1.6	Аналого-цифровая электроника в медицинской аппаратуре	Аналогово-цифровые (АЦП) преобразователи. Основные характеристики Цифро-аналоговые (ЦАП) преобразователи. Основные характеристики.	
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Измерения электрических величин и сигналов	Измерение электрических величин, сигналов и основных параметров элементов в электрических цепях и электронных схемах	
3.2	Аналоговые методы и устройства обработки биомедицинских сигналов.	Исследование характеристик полупроводниковых приборов Транзисторные усилители. Электронные устройства на операционных усилителях Генераторы сигналов на операционных усилителях Активные фильтры на операционных усилителях	
3.3	Цифровые методы и устройства обработки биомедицинских сигналов	Логические элементы и схемы Исследование цифровых устройств последовательного типа (триггеры, регистры, счетчики) Исследование преобразователей кодов (дешифратор, шифратор, демультиплексор и мультиплексор). Исследование цифрового компаратора	
3.4	Аналого-цифровая электроника в медицинской аппаратуре	Исследование интегрального цифро-аналогового преобразователя Исследование интегрального 8-разрядного аналого-цифрового преобразователя.	

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	ГК	Самостоятельная работа	
1	Электрофизиологические методы исследования биообъекта. Биомедицинские сигналы (БС)	3			1	2	6
2	Измерительно-диагностическая и терапевтическая система для измерения физиологических показателей и терапии.	2			1	2	5
3	Измерения электрических величин и сигналов	2		2	1	2	7
4	Аналоговые методы и устройства обработки биомедицинских сигналов	6		8	1	6	21
5	Цифровые методы и устройства обработки биомедицинских сигналов .	6		8	1	6	21
6	Аналого-цифровая электроника в медицинской аппаратуре	3		4	1	4	12
	Итого:	22		22	6	22	72

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

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения выбираются разделы дисциплины, усвоение которых необходимо для выполнения практических занятий.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал дисциплины, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации и практические занятия. Для самостоятельного изучения разделов дисциплины, рекомендованных преподавателем, необходимо иметь учебники из списка основной или дополнительной литературы.

При подготовке к лабораторным занятиям обучающийся может, используя рабочую программу дисциплины, уяснить тему предстоящего занятия. Занятия 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 лабораторному занятию преподаватель может объяснить ход решения типовой задачи. Далее обучающиеся получают задание и время на их выполнение. После выполнения заданий преподаватель оценивает правильность их решения, разбирает ошибки, допущенные в ходе решения, 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 практическим занятиям, участвуют в обсуждении задач, выполняют задания практического занятия. Внеаудиторная самостоятельная работа включает изучение справочной литературы, учебной основной и дополнительной литературы, подготовку к собеседованию и составление отчета по лабораторному занятию.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Калакутский, Л. И. Аппаратура и методы клинического мониторинга: Учебное пособие [Текст] / Л. И. Калакутский, Э. С. Манелис. – Самара: СГАУ, 1999 – 160 с.
2	Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход [Текст] / Пер. с англ. Под ред. А. П. Немирко – М.: Физматлит, 2007. – 440с.
3	Гусев, В. Г. Получение информации о параметрах и характеристиках организма и физические методы воздействия на него [Текст] / В. Г. Гусев – М: Машиностроение, 2004. – 597 с.
4	Илясов Л.В. Биомедицинская измерительная техника: Учеб. пособие для вузов/Л.В. Илясов. — М.: Высш. шк., 2007. — 342 с.: ил.
5	Титце У. Полупроводниковая схемотехника, в 2-х томах : 12-е изд. / У.Титце, К. Шенк – «Додека-XXI», 2008 – т.1- 832с., т.2 – 944с., ил., схемы.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Справочник по функциональной диагностике. Под общей редакцией академика АМН СССР проф. Л. Д. Кассирского Издательство «МЕДИЦИНА» Москва: – 1970. – 823 с.
7	Федотов А.А., Акулов С.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. – М.: Радио и связь, 2013. – 250 с. – ISBN 978-5-89776-016-9
8	Кузовкин В.А. Схемотехническое моделирование электрических устройств в Multisim: : Учебное пособие/ В.А. Кузовкин, В.В. Филатов. – 2016. – 336 с.
9	Хернитер Марк Е. Multisim © 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. (Пер. с англ.) / Пер. с англ. Осипов А.И. – М.: Издательский дом ДМК пресс, 2006. – 488 с.: ил.

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

№ п/п	Ресурс
-------	--------

10	<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	Медицинская электроника. Часть 1. Учебное пособие. - Сабуров А.Н., Долгополов М.А., Данилов И.А. – ВГУ. 2020. – 46 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

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 практических занятий;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач, разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам.

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

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерный класс (для проведения лекционных и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации), ауд. 506 П	Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (8 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет»
Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 40/5)	Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Электрофизиологические методы исследования биообъекта. Биомедицинские сигналы	ОПК-3: Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи	ОПК-3.1 Оказывает медицинскую помощь с использованием специализированного диагностического и лечебного оборудования, медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере	устный опрос
2.	Измерительно-диагностическая и терапевтическая система для измерения физиологических показателей и терапии			
3.	Измерения электрических величин и сигналов			отчет по лабораторным занятиям

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
4.	Аналоговые методы и устройства обработки биомедицинских сигналов			
5.	Цифровые методы и устройства обработки биомедицинских сигналов.			
6.	Аналого-цифровая электроника в медицинской аппаратуре			
Промежуточная аттестация форма контроля –зачет				Перечень вопросов к зачету, КИМ

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: **отчет по лабораторным занятиям**

#### Перечень лабораторных занятий:

- 1.Измерение электрических величин, сигналов и основных параметров элементов в электрических цепях и электронных схемах.
- 2.Исследование характеристик полупроводниковых приборов.
- 3.Транзисторные усилители.
- 4.Электронные устройства на операционных усилителях
- 5.Генераторы сигналов на операционных усилителях
- 6.Активные фильтры на операционных усилителях
- 7.Логические элементы и схемы
- 8.Исследование цифровых устройств последовательного типа (триггеры, регистры, счетчики)
- 9.Исследование преобразователей кодов (дешифратор, шифратор, демультиплексор и мультиплексор).
- 10.Исследование цифрового компаратора
- 11.Исследование интегрального цифро-аналогового преобразователя
- 12.Исследование интегрального 8-разрядного аналого-цифрового преобразователя.

#### Требования к оформлению отчета:

Результаты расчетного задания и заданий на эксперимент заносятся в отчет, состоящий из титульного листа (на котором указывается наименование кафедры, название и цель работы, фамилия студента и номер группы), чертежей схем электрических цепей и устройств, таблиц для занесения результатов измерений и выполненных расчетов, осциллограммы и характеристики исследуемых электронных устройств, перечень использованных в работе приборов и выводы по работе.

#### Описание технологии проведения

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.

#### Тестовые задания

#### 1.Измерение электрических величин, сигналов и основных параметров элементов в электрических цепях и электронных схемах

1. Укажите, чему равен **период**  $T$  колебания ЭДС источника синусоидального напряжения  $e = \sqrt{2} \cdot 220 \sin 314t$  В?

0,01 с      0,02 с      0,04 с      0,08 с      1 с      2 с

2. Укажите, как изменится **индуктивность** катушки, если увеличить частоту синусоидального напряжения в 4 раза?

- Величина индуктивности не изменится
- Индуктивность катушки уменьшится в два раза

Индуктивность катушки увеличится в 4 раза

- Индуктивность катушки уменьшится в 4 раза

3. Укажите, чему равен **угол  $\varphi$**  в последовательной  $RL$ -цепи, если известны значения синусоидального напряжения  $U=10$  В, тока  $I = 1$  А и мощности  $P = 8$  Вт?

90°      - 45°      37°      -30°      27°

4. Конденсатор с ёмкостью  $C = 1/6280$  Ф установлен в цепи синусоидального тока с напряжением  $u = \sqrt{2} \cdot 220 \sin(2\pi \cdot 1000t + \pi/6)$  В. Укажите, чему равно **сопротивление** конденсатора?

0,22 Ом      0,44 Ом      2 Ом      1 Ом      4 Ом

5. Укажите, чему равен **временной интервал**, соответствующий углу сдвига фаз, равного 45°, при частоте исследуемых периодических сигналов, равной 100 Гц?

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

## 2. Исследование характеристик полупроводниковых приборов

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

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

( $\varphi_T \approx 25$  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

$$\Delta U_{ст} / \Delta U_{вх} = R_{ст.дин} / (R_{б} + R_{ст.дин}).$$

Откуда следует, что сопротивление балластного резистора

$$R_{б} = (\Delta U_{вх} / \Delta U_{ст} - 1) R_{ст.дин}.$$

Укажите, чему равно **сопротивление балластного резистора** в схеме стабилизации напряжения, если напряжение на её входе  $U_{вх}$ , 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°, 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 отпирания тиристора и положительном напряжении на его аноде **прервать** протекание анодного тока посредством изменения полярности управляющего импульса?

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

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



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

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

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 р-п-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** сток-затворной характеристики  $I_C$ -канального полевого транзистора:

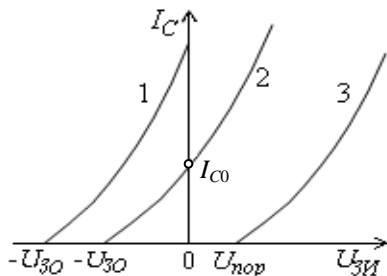
а)    1      2      3

б) с **управляющим р-п-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 **п-каналом:** электроны; дырки; электроны и дырки;

б) с **р-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 быстродействие 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.

### 3. 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.

$$K_u \approx \frac{h_{21} R_K}{h_{11}(1 + h_{22} R_K)} \quad K_u \approx \frac{h_{21}}{h_{11}} R_K \quad K_u^O \approx \frac{(1 + h_{21}) R_{Э}}{h_{11} + (1 + h_{21}) R_{Э}}$$

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  $C_{Э}$ , 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  $R_{Э}$ , 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**  $R_{Б1} - R_{Б2}$  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

#### 4. 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  $u_{вх1} = 0,545$  В, а на неинвертирующий – напряжения  $u_{вх2} = 0,541$  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**  $K_{u,oc}$  ОУ при  $R_1 = 10$  кОм,  $R_{oc} = 490$  кОм и коэффициенте ОУ  $K_u = 10^5$ :

а) **инвертирующего ОУ:**

- 49      50       490       500

б) **неинвертирующего ОУ:**

- 49      50       490       500

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 **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

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

- Да      Нет

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

## 5. 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 в постоянной смене состояний квазиравновесия, что сопровождается формированием м 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.

Заместить в цепи ПОС (см. рис. 27.6) любой из последовательно соединённых резисторов конденсатором.

Ввести дополнительную обратную связь по переменному току.

6. Укажите **длительность**  $t_d$  прямого хода ГЛИН (см. рис. 27.9), если  $U_{вх} = -5$  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 передается 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.

- $K_u/(K_u + 1) > 1/3$    $K_u/\beta = 3$    $K_u\beta = 1$    $K_u\beta = 1/3$
- $\beta = k\pi$    $\beta = 2k\pi$    $\beta = k\pi/2$    $\beta = -\pi$

13. Укажите, можно ли выполнить автогенератор гармонических колебаний **свнутренней 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  $R_1 = R_2 = 20$  кОм,  $C_1 = C_2 = 10$  нФ.

- 3568 Гц
- 1786 Гц
- 1244 Гц
- 796 Гц
- 485 Гц

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

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

## 6. Активные фильтры на операционных усилителях

## 7. 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".

$$y = \bar{x}_1 x_2 + x_1 \bar{x}_2 \quad \text{○} \quad y = x_1 x_2 \quad y = x_1 + x_2 \quad \text{○}$$

$$y = x_1 \oplus x_2 \quad y = \bar{x}_1 + x_2 \quad \text{○} \quad y = x_1 x_2 \quad \text{○}$$

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

$$y = \bar{x}_1 x_2 + x_1 \bar{x}_2 \quad \text{○} \quad y = x_1 x_2 \quad y = x_1 \oplus x_2 \quad \text{○}$$

$$y = x_1 + x_2 \quad y = \bar{x}_1 + x_2 \quad \text{○} \quad y = x_1 x_2 \quad \text{○}$$

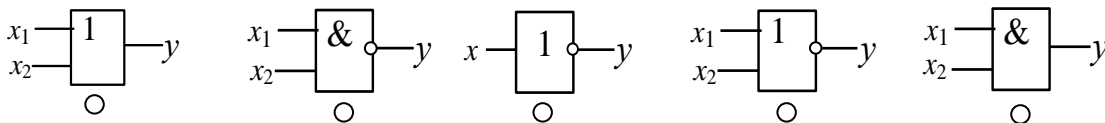
4. Укажите **выражение** логической функции трех переменных  $a$ ,  $b$  и  $c$ , записанной в совершенной дизъюнктивной нормальной форме (СДНФ).

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

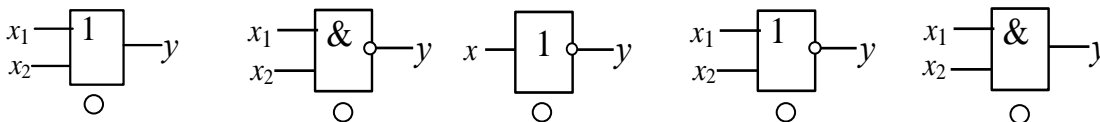
$$y(a, b, c) = (a\bar{b} + c)(a + b + \bar{c})(a + \bar{b} + c)(\bar{a} + b + c)$$

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

5. Укажите элемент ИЛИ-НЕ.



6. Укажите элемент И.



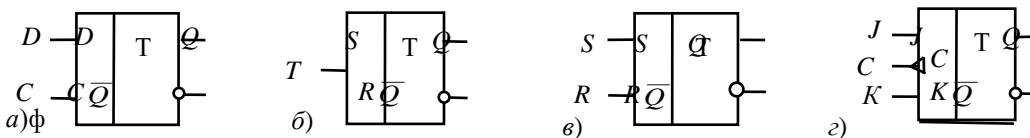
8. Исследование цифровых устройств последовательного типа (триггеры, регистры, счетчики)

Триггеры

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

- 01     11     10     00

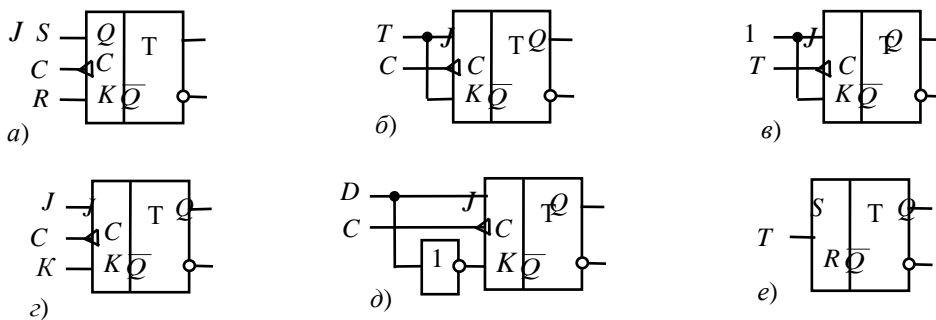
2. Укажите условное графическое обозначение:



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:

- а)    б)    в)    г)    д)    е)

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

- а)    б)    в)    г)    д)    е)

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 запрещенной

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

- 01 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)

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

ОК асинхронным

ОК синхронным

### Регистры

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 по разрядно 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 **CLR** = 1?

В разряд **DB** разряд **C**

В разряд **BB** разряд **A** .   

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

$S_0 = 0, S_1 = 0$        $S_0 = 0, S_1 = 1$   
 $S_0 = 1, S_1 = 0$        $S_0 = 1, S_1 = 1$

### Стетчики

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       16

3. Укажите, в какой момент 5-разрядный двоичный счётчик 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       4       5

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

### 8. 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;
- е) 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. Демультимплексор:  а)         б)         в)         г)         д)

2. Укажите, с **какого разряда** бинарного слова генератора логического слова XWG будет передаваться информация на выход мультиплексора 8x3 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

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

- В шифраторе     В дешифраторе     В мультиплексоре     В демультимплексоре

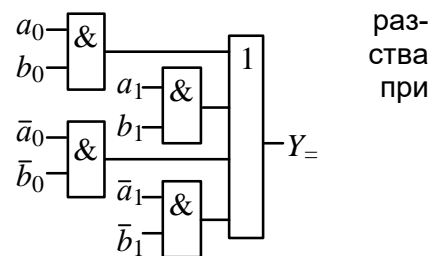
6. Укажите **число выводов** у шифратора при четырёх информационных входах.

- 16         8         4         2         1

### 9. Исследование цифрового компаратора

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

- а) Да                     Нет
- б) 0



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.

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

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

- К последовательностным
- 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 сравниваемого устройства и равно числу элементов сравнения одnorазрядных 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                                           

## 10. 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 определения 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  $\pm u_{\text{вых}}$  выходного напряжения

- Чтобы получать на выходе двуполярное напряжение  $\pm u_{\text{вых}}$  при различных входных кодах
- Чтобы максимальное выходное напряжение ЦАП не было меньше опорного напряжения  $u_0$  на величину  $ZMP$  ( $ZMP$  – 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

## 11. 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.

$$\Delta t \leq 1/2f_m \Delta t \leq 0/f_m \Delta t \leq t_{ex}/2^{N+1} \Delta t \leq 0_{ex}/2^{N-2} \quad \circ \quad \circ$$

( $f_m$  – 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?

$\pm 4,150$  мВ                        $\pm 3,910$  мВ                        $\pm 3,10$  мВ                        $\pm 2,20$  мВ                        $\pm 1,90$  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                       FFFFFFFA                     

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

$$D = 250 u_{ex} / (V_{ref+} + | -V_{ref-} |) \quad D = 16384 u_{ex} / (V_{ref+} + | -V_{ref-} |)$$

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

11. Укажите, как изменится **выходной код** АЦП при неизменном входном  $u_{ex}$  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                                           

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: **зачет**

### Перечень вопросов к зачету:

Примеры вопросов при проверке лекционного материала:

1. Охарактеризуйте основные типы датчиков, используемых в медицине и биологии.
2. Дайте определение величинам: погрешность преобразования, точность и диапазон, порог чувствительности.
3. Измерительные цепи прямого и уравнивающего преобразования.
4. Охарактеризуйте устройство и основные параметры электродов электрокардиографов и электроэнцефалографов, металлических и стеклянных электродов для регистрации внутриклеточных и мембранных потенциалов.
5. Резистивные датчики.
6. Полупроводниковые фотопреобразователи и их использование в медицинской аппаратуре.
7. Области применения термодатчиков в медицине.
8. Пьезоэлектрические преобразователи: принцип действия, конструкции, типовое применение в терапевтической и диагностической аппаратуре.
9. Опишите устройство и применение измерительных модуляторов и демодуляторов.
10. Типовые схемы фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения.
11. Охарактеризуйте основные схемы построения генераторов.

### Примеры вопросов при проверке лабораторных работ:

1. Что представляет собой р-п переход. Из каких полупроводников состоят диоды и стабилитроны.
2. Каковы назначение и области применения полупроводниковых выпрямительных диодов (стабилитронов).
3. Что такое вольтамперная характеристика полупроводникового диода (стабилитрона). Какая ветвь вольтамперной характеристики является рабочей для стабилитрона, а какая для выпрямительного диода.
4. Что такое статический коэффициент передачи тока базы  $\beta$  в схеме ОЭ.
5. Что называется входной вольтамперной характеристикой биполярного транзистора (в схеме с общим эмиттером)
6. Что называется выходной вольтамперной характеристикой биполярного транзистора (в схеме с общим эмиттером)

7. Что является основными носителями, а что является неосновными носителями в полупроводнике p-типа (n-типа)
8. Характеристики идеального операционного усилителя.
9. Укажите условия, благодаря которым коэффициент усиления идеального усилителя с замкнутой обратной связью полностью определяется цепью обратной связи.
10. Начертите следующие схемы с операционным усилителем: повторитель напряжения, неинвертирующий усилитель, инвертирующий усилитель с внешней обратной связью.
11. Дайте определение напряжения сдвига.
12. Начертите следующие схемы с операционным усилителем: инвертирующего сумматора, схему сложения (вычитания). Объясните принцип действия схем.
13. Объясните принцип действия интегрирующей и дифференцирующей схем с операционным усилителем.
14. Начертите схемы логарифмического усилителя. Объясните принцип действия.
15. Объясните принцип действия пикового детектора с операционным усилителем.
16. Начертите переходную характеристику идеального операционного усилителя с отрицательной обратной связью, имеющих  $U_{см} \neq 0$ ,  $U_{см} = 0$ . Объясните вид характеристик.
17. Объясните принцип работы компаратора.
18. Назовите основные преимущества активных фильтров перед пассивными. Недостатки активных фильтров.
19. Перечислите основные типы фильтров. Начертите их частотные характеристики. Укажите полосу заграждения, пропускания и переходной участок.
20. Основные характеристики фильтров в частотной области. Временные характеристики фильтров.
21. Что такое передаточная функция фильтра? Укажите связь между числом полюсов передаточной функции и наклоном характеристики фильтра на переходном участке. Логарифмические характеристики. Их преимущества.
22. Перечислите преимущества каждого из следующих типов фильтров: Бесселя, Баттерворта, Чебышева, фильтра с критическим затуханием.
23. Полосовой фильтр. Его основные характеристики. Схемы полосового фильтра.
24. Основные понятия и термины цифровой электроники.
25. Понятие цифровой схемы (аналоговый и цифровой сигналы).
26. Логические элементы. Основные и комбинированные.
27. Синтез логических устройств.
28. Триггеры. Основные понятия. Асинхронный RS-триггер
29. Счетчики. Назначение. Типы счетчиков, их назначение.
30. Основные показатели счетчиков. Делитель частоты.
31. Регистры. Назначение. Типы регистров. Параллельные регистры. Методика записи и считывания информации. Последовательные регистры. Методика записи и считывания информации. Умножение «на 2».
32. Дешифраторы и шифраторы. Назначение. Таблица истинности для дешифратора на 2 разряда и шифратора на 4 входа.
33. Назначение ЦАП (АЦП).
34. Какие методы преобразования используются в ЦАП (АЦП).
35. Какие основные параметры имеют ЦАП (АЦП), Что такое нелинейность шкалы АЦП.
36. Чем определяются погрешности при методе последовательного уравнивания.
37. Чем определяется погрешность при методе считывания, поразрядного уравнивания.
38. Каковы основные достоинства и недостатки основных методов преобразования.
39. Что такое динамическая погрешность для АЦП.

**Пример КИМ:**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ядерной физики

Направление подготовки: 30.50.02 Медицинская биофизика

Дисциплина: Медицинская электроника

Форма обучения: очная

Вид контроля: зачет

Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Что представляет собой р-п переход. Из каких полупроводников состоят диоды и стабилитроны.
2. Триггеры. Основные понятия. Асинхронный RS-триггер.
3. Начертите следующие схемы с операционным усилителем: инвертирующего сумматора, схему сложения (вычитания). Объясните принцип действия схем.
4. Какие основные параметры имеют ЦАП (АЦП), Что такое нелинейность шкалы АЦП.
5. Охарактеризуйте основные типы датчиков, используемых в медицине и биологии

Преподаватель \_\_\_\_\_ Сабуров А.Н.

*подпись*

*расшифровка подписи*

### Описание технологии проведения

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 по лекционному материалу и лабораторным работам по аналоговой, цифровой и аналого-цифровой электронике, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень сформированности умений и навыков.

### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется качественная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Глубокое знание основного и дополнительного учебно-программного материала на уровне количественной характеристики, владение основными понятиями дисциплины. Посещение практических занятий, составление конспектов; выполнение всех лабораторных работ, правильно оформленная работа. Ответы на все контрольные вопросы, удельный вес ошибок при контрольном тестировании - не более 20%.	сформирована	зачтено
Поверхностное знание основного учебно-программного материала, допускающее принципиальные ошибки в ответах. Наличие пропущенных лабораторных (более 50 %) и неотработанных (не сданных) практических занятий, Ошибки в расчетах, неправильно оформленная работа, отсутствие ответов на вопросы, удельный вес ошибок при контрольном тестировании - более 30%.	несформирована	не зачтено