

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ИНК
_____ В.А. Клименов
«___» _____ 2013 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Узлы и элементы биотехнических систем

Направление (специальность) ООП
201000 Биотехнические системы и технологии
Номер кластера (для унифицированных дисциплин) _____

Профиль(и) подготовки (специализация, программа)
Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Квалификация (степень) бакалавр
Базовый учебный план приема 2013 г.
Курс 3 семестр 6
Количество кредитов 6
Код дисциплины Б3.Б11

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	40
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	80
Самостоятельная работа, ч	118
ИТОГО, ч	198

Вид промежуточной аттестации дифференцированный зачет,
экзамен

Обеспечивающее подразделение кафедра промышленной и
медицинской электроники Института неразрушающего контроля

Заведующий кафедрой ПМЭ _____ Г.С. Евтушенко
(ФИО)

Руководитель ООП _____ Д.Н. Огородников
(ФИО)

Преподаватель _____ Д.Н. Огородников
(ФИО)

2013 г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Цели освоения дисциплины:

в области обучения – формирование специальных знаний, умений, навыков расчета и проектирования, а также компетенций в сфере современных высокоэффективных биотехнических систем;

в области воспитания – научить эффективно работать индивидуально и в команде, проявлять умения и навыки, необходимые для профессионального, личностного развития;

в области развития – подготовка студентов к дальнейшему освоению новых профессиональных знаний и умений, самообучению, непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Узлы и элементы биотехнических систем» относится к профессиональному циклу. Для успешного освоения модуля требуются базовые знания по электронике.

Дисциплине «Узлы и элементы биотехнических систем» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Электротехника и электроника
- Цифровые устройства

Содержание разделов дисциплины «Узлы и элементы биотехнических систем» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- нет

3. Результаты освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Узлы и элементы биотехнических систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р4 (ОК-1, ОК-10, ПК-2, ПК-4, ПК-6, ПК-9, ПК-18, ПК-20)	34.1	методы расчета электрических и электронных цепей;	У4.1	проводить анализ и расчет линейных цепей переменного тока, анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами	В4.2	применения методов и средств разработки и оформления технической документации
	34.3	базовые элементы аналоговых и цифровых устройств				

Р9 (ОК-1, ОК-6)	39.1	методы планирования и организации индивидуальной и командной работы;	У9.1	критически переосмысливать накопленный опыт и изменять, при необходимости, профиль своей профессиональной деятельности;	В9.1	планирования и организации индивидуальной работы и работы в качестве руководителя группы;
	39.2	технологии индивидуальной и командной работы;	У9.2			
Р12 (ОК-1, ОК-6, ПК-5, ПК-6, ПК-18, ПК-21)	312.1	виды самостоятельной образовательной деятельности для профессионального, личностного, социального и культурного развития;	У12.1	самообучаться для решения жизненных проблем и достижения профессиональных целей;		
			У12.2	использовать в качестве источника самообучения собственный профессиональный и жизненный опыт, а также опыт других		

В результате освоения дисциплины «Узлы и элементы биотехнических систем» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Решать профессиональные задачи в области и с использованием узлов и элементов биотехнических систем
РД2	Выполнять комплексные инженерные проекты в области электронных биотехнических систем
РД3	Презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины

Введение

Назначение дисциплины и ее место в общепрофессиональной подготовке дипломированного специалиста в области электроники. Понятие об интегральных технологиях.

Раздел 1. Понятие об операционном усилителе

Определение операционного усилителя (ОУ), функциональная схема ОУ. Обозначение микросхем ОУ. Схема включения, характеристики и параметры ОУ. Основные характеристики: амплитудная, амплитудно-частотная, фазо-частотная. Параметры ОУ: основные, эксплуатационные. Классификация ОУ. Способы коррекции характеристик и параметров ОУ.

Раздел 2. Линейные функциональные преобразователи

Масштабные усилители и сумматоры электрических сигналов. Дифференциальный усилитель. Электронные интеграторы и дифференциаторы, способы их коррекции и защиты. Активные фильтры.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лабораторная работа №1. Исследование функциональных преобразователей аналоговых сигналов на основе операционных усилителей

Раздел 3. Нелинейные функциональные преобразователи

Логарифмические и антилогарифмические усилители. Принцип построения, действия. Погрешности логарифмирования, температурная коррекция логарифмических усилителей. Защита от возбуждения и перегрузки ОУ.

Ячейка «идеальный диод», принцип построения. Схема точного выпрямителя.

Кусочно-линейные аппроксиматоры нелинейных передаточных характеристик электронных преобразователей.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лабораторная работа №2. Исследование характеристик и параметров логарифмических и антилогарифмических усилителей.

Раздел 4. Перемножители аналоговых сигналов

Общие принципы построения ПАС. ПАС косвенного и прямого действия. Применения перемножителей: операции деления, возведения в квадрат, извлечения квадратного корня.

Раздел 5. Компараторы

Компараторы аналоговых сигналов: основные понятия, термины, классификация. Применение компараторов: детекторы уровня. Дребезг компараторов и борьба с ним.

Раздел 6. Генераторы электрических сигналов

Основные положения теории генераторов. Классификация генераторов.

Генераторы гармонических колебаний на ОУ: принцип построения, особенности.

Генераторы импульсов на ОУ. Автоколебательный и ждущий мультивибраторы.

Генераторы импульсов на логических элементах: принцип построения, автоколебательный мультивибратор, ждущий мультивибратор.

Генераторы импульсов на микросхемах высокого уровня
Таймер 555, функциональная схема, принцип действия. Генераторы импульсов на таймерах. Автоколебательный и ждущий режимы работы. Генераторы пилообразного напряжения (ГПН) на ОУ: общие понятия, термины, схемотехника.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лабораторная работа №3. Автогенераторы гармонических колебаний.

Лабораторная работа №4. Импульсные устройства на операционном усилителе.

Лабораторная работа №5. Генераторы импульсов на таймерах.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом;
- обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме (рекомендуется в случае недостаточного усвоения материала, а также студентам, пропустившим аудиторные занятия по какой-либо теме);
- опережающая самостоятельная работа;
- перевод текстов с иностранных языков;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку (используется для тем, не вошедших из-за недостатка времени в лекционный курс, но имеющих непосредственное отношение к данной дисциплине);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольным работам, к зачету и экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- выполнение курсового проекта.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- контроль со стороны преподавателя: в частности, предусмотрена процедура защиты лабораторных работ, курсового проекта;

- особенностью современного этапа совершенствования контроля является развитие у студентов навыков самоконтроля за степенью усвоения учебного материала, умение самостоятельно находить допущенные ошибки неточности, а также способы устранения выявленных недостатков

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Тестирование, контрольные работы	РД1
Защита курсовых проектов, диф.зачет	РД2, РД3
Экзамен	РД1, РД2, РД3

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

Вопросы входного контроля

1. Нарисуйте синусоидальный сигнал. Если известны его амплитуда и частота, как определить среднее и действующее значения?
2. Запишите законы Кирхгофа, поясните их с помощью простых электрических схем.
3. Запишите математическое выражение, связывающее ток дросселя и напряжение на нём. То же для конденсатора.
4. С помощью диаграмм поясните, что означает фазовый сдвиг синусоидального напряжения. В чём разница отставания и опережения по фазе?
5. Резисторы R_1 и R_2 соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения 15 В. Каково напряжение на резисторе R_2 , если известно $R_1 = 2 \cdot R_2$?
6. Нарисуйте вольтамперную характеристику диода. Как по ней определить величину, известную как прямое падение на диоде $U_{пр.VD}$?
7. Поясните термины: дифференциальный сигнал; синфазный сигнал.
8. Для приведенной схемы (рис. 1) в общем виде определить: ток входного источника E ; показания вольтметра.
9. Определите напряжение U_J на источнике тока в схеме, приведенной на рисунке 2.
10. В схеме (рис. 3) при нулевых начальных условиях определить закон изменения напряжения на конденсаторе после замыкания ключа K .

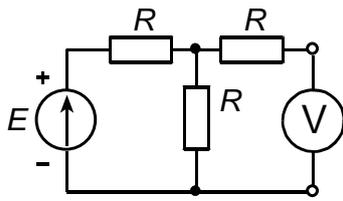


Рис. 1

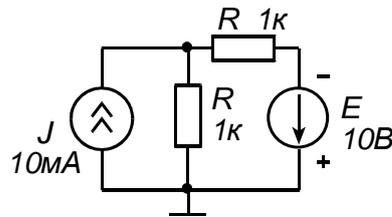


Рис. 2

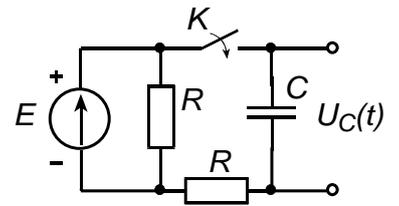


Рис. 3

Вопросы для самоконтроля

1. Что включает понятие идеального усилителя? Почему операционный усилитель называют операционным?
2. Что представляет собой операционный усилитель (структурная схема), какими основными параметрами он обладает, как изображается на принципиальной схеме?
3. Симметричный и несимметричный дифференциальные каскады, принцип действия.
4. Почему при анализе линейных схем, построенных на базе операционного усилителя, напряжение между входами ОУ можно считать равным нулю?
5. Изобразите схему неинвертирующего усилителя на базе ОУ. Приведите сфазированные диаграммы входного и выходного напряжений. Получите аналитическое выражение для расчёта коэффициента усиления.
6. Изобразите схему инвертирующего усилителя на базе ОУ. Приведите сфазированные диаграммы входного и выходного напряжений. Получите аналитическое выражение для расчёта коэффициента усиления.
7. Как выбираются резисторы цепи обратной связи неинвертирующего усилителя? Чем ограничивается минимальное и максимальное сопротивление резисторов?
8. Чему равно входное сопротивление неинвертирующего усилителя на базе ОУ? Инвертирующего?
9. Получите аналитическое выражение для расчёта выходного напряжения инвертирующего сумматора аналоговых сигналов на два входа. На три входа?
10. Нарисуйте схему и поясните принцип построения инвертирующего усилителя с единичным коэффициентом усиления.
11. Изобразите схему повторителя напряжения. Почему эта схема используется в качестве буферного усилителя?
12. Как рассчитываются весовые коэффициенты в сумматоре аналоговых сигналов? Приведите сфазированные осциллограммы напряжений, поясняющие принцип действия инвертирующего сумматора.
13. Для чего ставится и как рассчитывается сопротивление резистора R_3 в схемах исследуемых функциональных преобразователей?
14. Изобразите с пояснениями амплитудную характеристику усилителя с коэффициентом усиления, равным 1. То же, равным 7.
15. Как определяется динамический диапазон усиления усилителя, в каких величинах он измеряется?

16. Постройте АЧХ усилителя на ОУ. Определите полосу пропускания. Объясните смысл понятия: частота единичного усиления.
17. Постройте нагрузочную характеристику усилителя на ОУ. Как по ней определить выходное сопротивление усилителя?
18. Предложите схему инвертирующего усилителя с регулируемым коэффициентом усиления. То же для неинвертирующего.
19. Можно ли в схеме инвертирующего усилителя получить коэффициент усиления меньше единицы? Если можно, то какие условия при этом должны выполняться?
20. Изобразите и поясните схему, реализующую функцию:
 - а) $F = 2 \cdot U_1$; б) $F = -4 \cdot U_1$; в) $F = -3 \cdot U_1 - 10 \cdot U_2$; г) $F = U_1 + 5 \cdot U_2$
21. Дайте определение напряжения сдвига, нарисуйте схему для его определения. Найдите теоретическое значение напряжения сдвига исследуемого ОУ (параметры операционного усилителя: $A = 30000$, $U_{см} = 10$ мВ).
22. Изобразите схему для определения токов смещения операционного усилителя и поясните её принцип действия.

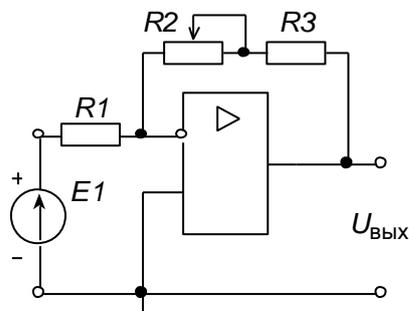
Темы презентаций (индивидуальные задания):

В рамках курсового проектирования.

Вопросы тестирования

Контрольная работа №1 (примеры)

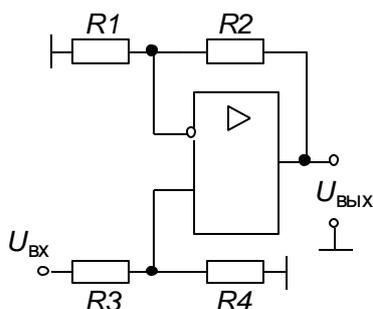
Задача 1



Дано: $R_1 = R$
 $R_2 = 2R$
 $R_3 = 3R$
 $E_1 = 1$ В

Найти: диапазон $U_{вых}$,
 максимальный $I_{вых.ОУ}$
 Построить: $K_U = f(R_2)$

Задача 5



Дано: $R_1 = R$
 $R_2 = 8R$
 $R_3 = 2R$
 $R_4 = R$
 $U_{вх}$

Найти: U_{R1} , $U_{вых}$, $I_{вх}$

Контрольная работа №2 (примеры)

Задача 1

Дано: на вход простейшей схемы интегратора на ОУ с параметрами: $R = 100 \text{ кОм}$, $C = 0.1 \text{ мкФ}$ поступает прямоугольный импульс амплитудой $U_m = 2 \text{ В}$ и длительностью $t_{\text{и}} = 0.1 \text{ с}$. Определить: $U_{\text{вых}}(t_{\text{и}})$ – выходное напряжение в момент окончания входного импульса. Построить сфазированные диаграммы входного и выходного напряжений.

Задача 2

Дано: на вход простейшей схемы интегратора на ОУ с параметрами: $R = 100 \text{ кОм}$, $C = 0.1 \text{ мкФ}$ при нулевых начальных условиях поступает пилообразное напряжение $U_{\text{вх}}(t) = 2 \cdot t / \tau, \text{ В}$ и длительностью $t_{\text{и}} = 60 \text{ мс}$. Определить: $U_{\text{вых}}(t_{\text{и}})$ – выходное напряжение в момент окончания входного импульса. Построить сфазированные диаграммы входного и выходного напряжений.

Контрольная работа №3 (примеры)

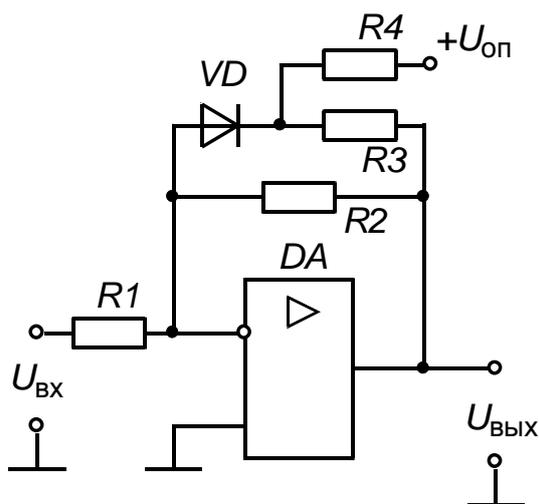


Рис. 1.

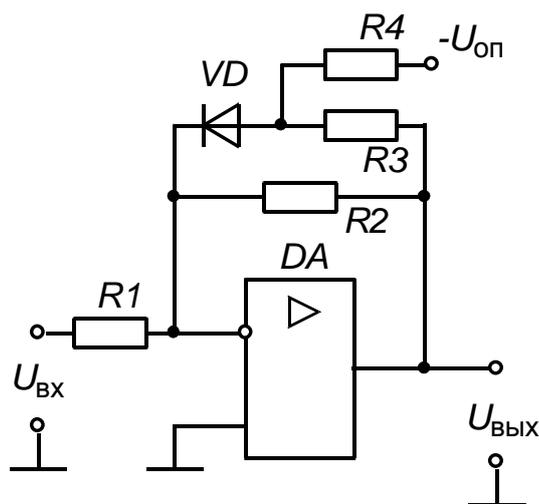


Рис. 2.

VD, DA – идеальные.

I вариант. Для схемы рис. 1 в общем виде получить выражения для коэффициентов наклона участков амплитудной характеристики, координату точки перегиба этой характеристики, а также построить с пояснениями зависимость $U_{\text{вых}}(U_{\text{вх}})$.

II вариант. То же, использовать схему рис. 2.

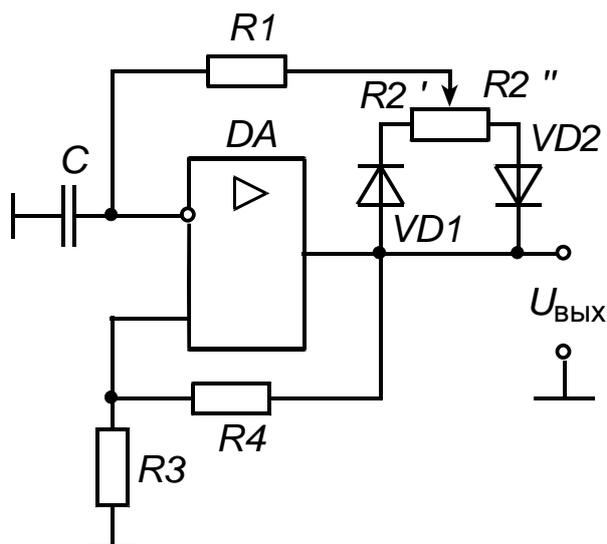
Контрольная работа №4
Несимметричный мультивибратор на ОУ (пример)

I вариант

Дано:

$C = 10 \text{ нФ}$, $R_1 = 10 \text{ кОм}$,
 $R_2 = R_2' + R_2'' = 20 \text{ кОм}$, $R_3 = 1 \text{ кОм}$,
 $R_4 = 3 \text{ кОм}$, $U_{\text{нас}} = \pm 12 \text{ В}$,
 VD, DA – идеальные.

Коэффициент заполнения
импульса: $\gamma = t_{\text{и}}^+ / T$



Построить с пояснениями
сфазированные диаграммы
напряжений $U_{\text{вых}}(t)$, $U_C(t)$ для
случая $R_2' > R_2''$, определить
верхнее и нижнее пороговые
напряжения $U_{\text{п.в.}}$, $U_{\text{п.н.}}$, получить
аналитические выражения и
вычислить минимальный γ_{min} и
максимальный γ_{max} коэффициенты
заполнения выходных импульсов.

Вопросы, выносимые на экзамен

1. Активные диодные функциональные преобразователи.
2. Антилогарифмический усилитель.
3. Внешняя компенсация напряжения сдвига.
4. Генераторы линейно изменяющихся сигналов, классификация. Параметры генерируемых сигналов.
5. Генераторы пилообразного напряжения (ГПН) на ОУ.
6. Дифференциальный усилитель на основе ОУ.
7. Импульсный режим работы операционного усилителя.
8. Интегральные генераторы электрических сигналов. Микросхема АГЗ.
9. Компаратор электрических сигналов. Дребезг компаратора
10. Логарифмический усилитель. Погрешности ЛУ.
11. Методы частотной коррекции операционных усилителей.
12. Мультивибраторы на логических элементах. Мультивибратор на КМОП.
13. Мультивибраторы на основе ОУ. Автоколебательный мультивибратор.
14. Мультивибраторы на основе ОУ. Ждущий мультивибратор.
15. Одновибраторы на логических элементах.
16. Операции возведения в квадрат и извлечения квадратного корня при помощи перемножителей.

17. Основные характеристики операционных усилителей.
18. Параметры операционных усилителей. Основные параметры ОУ.
19. Пассивные диодные функциональные преобразователи.
20. Перемножители на основе логарифмических усилителей и на квадраторах.
21. Привязка компаратора.
22. Применение компараторов в детекторах уровня
23. Принципы построения генераторов на ОУ, условия самовозбуждения.
24. Самовозбуждение логарифмических усилителей. Защита ЛУ.
25. Стандартная амплитудная модуляция с гармонической несущей.
26. Сумматоры и вычитатели аналоговых сигналов на ОУ.
27. Суммирующий интегратор. Разностный интегратор.
28. Схема удвоителя частоты на основе перемножителя.
29. Таймеры и генераторы сигналов на их основе.
30. Типовые схемы масштабирующих усилителей на ОУ.
31. "Точный выпрямитель".
32. Триггер Шмитта.
33. Характеристики операционного усилителя.
34. Шкала децибел. Логарифмическая АЧХ операционного усилителя.
35. Электронный дифференциатор. АЧХ дифференциатора, скорректированный дифференциатор.
36. Электронный интегратор. АЧХ интегратора.
37. Ячейка "идеальный диод".

Примеры билетов

Билет №1

1. Типовые схемы масштабирующих усилителей на ОУ.
2. Активные диодные функциональные преобразователи.

Билет №10

1. Ячейка "идеальный диод".
2. Антилогарифмический усилитель.

Билет №15

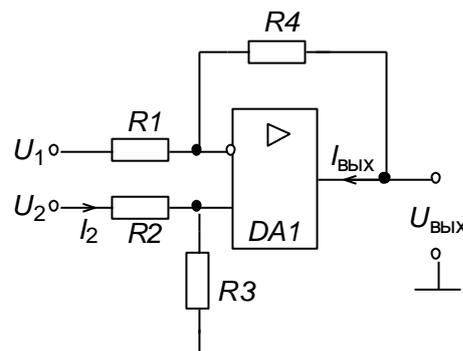
1. Шкала децибел. Логарифмическая АЧХ операционного усилителя.
2. Параметры операционных усилителей. Основные параметры.

Вопросы к государственному (междисциплинарному) экзамену (примеры)

1. Получите уравнение амплитудной характеристики для приведённой схемы. Определите выходной ток операционного усилителя $DA1$, ток

нагрузки для источника U_2 , а также напряжения на всех резисторах схемы.

2. Постройте схему неинвертирующего сумматора аналоговых сигналов на два входа с различными весовыми коэффициентами по каждому из входов. Предусмотрите возможность плавной регулировки коэффициента передачи по одному из каналов. Получите выражение для выходного напряжения.
3. Приведите схему ждущего мультивибратора на ОУ, диаграммы сигнала запуска, сигналов на выходе схемы и на времязадающем конденсаторе, получите формулу для расчета длительности формируемого импульса.
4. Для чего и каким образом вводится гистерезис в компаратор на ОУ?



8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. — 6-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2013. — 800 с. — (Бакалавриат).
2. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс): учебник для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / Ю. Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров, Междунар. акад. информатизации. — М.: Горячая Линия-Телеком, 2005. — 768 с.
3. Джонс М.Х. Электроника - практический курс: пер. с англ. / М.Х. Джонс. — 2-е изд., испр. — Москва: Техносфера, 2013. — 512 с.: ил.
4. Миловзоров О.В. Электроника: учебник для бакалавров / О.В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2013. — 407 с.: ил.

Дополнительная литература:

1. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств: учебное пособие / Г.И. Волович. — 3-е изд. — Москва: Додэка-XXI, 2011. — 528 с.: ил.
2. Фолкенберри Л.М. Применение операционных усилителей и линейных интегральных схем. — М.: Мир, 1985. — 572 с.
3. Павлов В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. — Москва: Академия, 2008. — 288 с.: ил.

Internet-ресурсы:

1. Миловзоров О.В. Электроника [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 5-е изд. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Бакалавр. Базовый курс. — Бакалавр. Углубленный курс. — Электронные учебники издательства "Юрайт". — Электронная копия печатного издания. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-37.pdf>
2. Калашников В.И. Электроника и микропроцессорная техника [Электронный ресурс]: учебник в электронном формате / В.И.

Калашников, С. В. Нефедов; под ред. Г. Г. Раннева. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Академия, 2012. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. — Приборостроение. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-111.pdf>

3. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
4. <http://ecircuitcenter.com/circuits.htm>
5. <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>
6. <http://www.national.com>
7. <http://www.analog.com>
8. <http://www.scienceresearch.com>

Используемое программное обеспечение:
не предусмотрено.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Лаборатория электронных цепей и микроэлектроники	Корпус 16в, ауд. 325, 10 раб.мест
2	Лаборатория автоматизированного проектирования Компьютерный класс, оборудованный компьютерами Pentium, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет	Корпус 16в, ауд. 327, 10 раб.мест

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки 201000 «Биотехнические системы и технологии»

Программа одобрена на заседании кафедры промышленной и медицинской электроники Института неразрушающего контроля

(протокол № 13.13 от « 30 » 08 2013 г.).

Автор: Огородников Дмитрий Николаевич

Рецензент(ы) Фокин Александр Васильевич