

Олимпиада для студентов и выпускников вузов – 2013 г.

Демонстрационный вариант (стр. 1-5) и методические рекомендации (стр. 5-7)

по направлению «Электроника и телекоммуникация»

Профили:

«Инжиниринг в электронике»

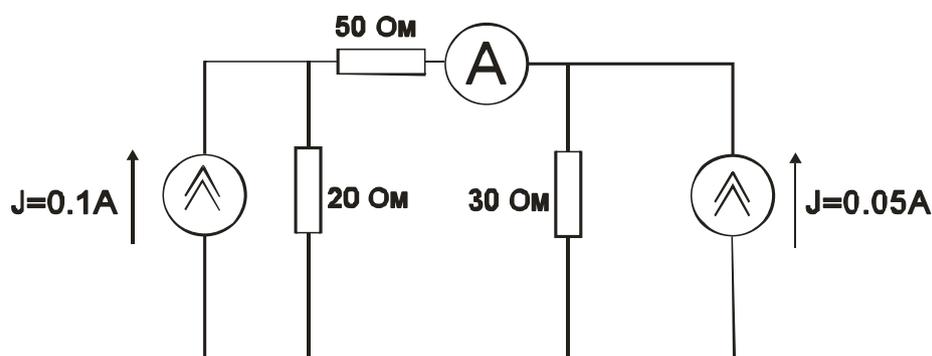
«Измерительные технологии в нанотехнологиях»

## ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ

Время выполнения задания – 180 мин.

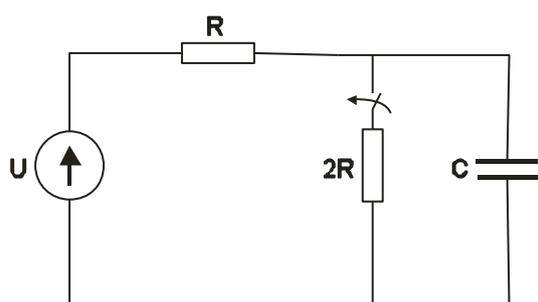
### I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Задача №1



Найти показание амперметра. Решение объяснить.

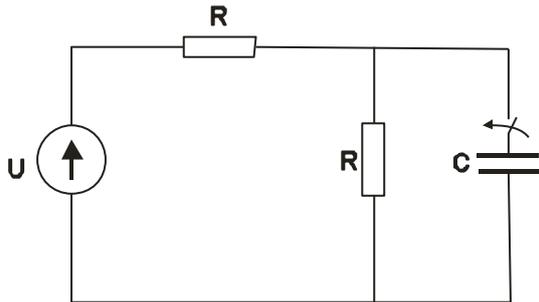
Задача №2



Нарисовать зависимость  $U_C(t)$

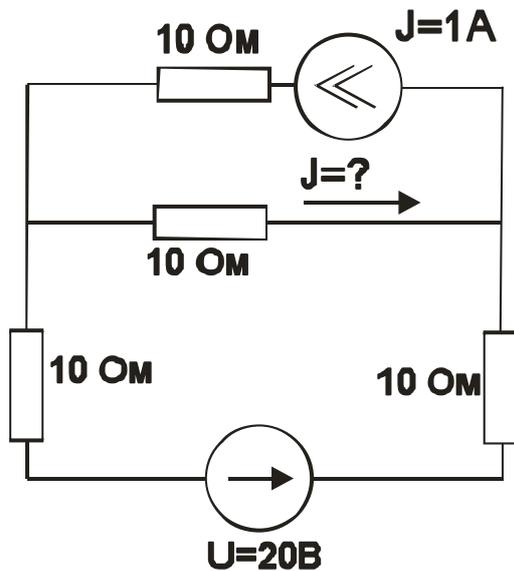
Решение объяснить

**Задача №3**



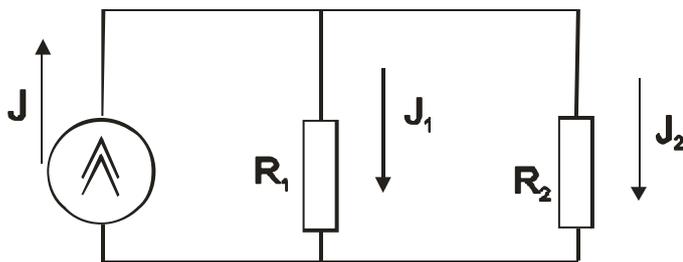
Нарисовать зависимость  $U_c(t)$ . Решение объяснить

**Задача №4**



Определить значение тока в средней ветви. Решение объяснить

**Задача №5**



$R_1 = 5 \text{ Ом}$     $R_2 = 2 \text{ Ом}$     $J_2 = 2 \text{ А}$

Определить ток  $J_1$  и мощность источника. Решение объяснить

**Задача № 6**

Конденсатор, заряженный до напряжения 100 В, соединен параллельно с конденсатором такой же емкости, но заряженным до 200 В: один раз одноименно заряженными

обкладками, другой – разноименно заряженными обкладками. Какое напряжение установится между обкладками после соединения в обоих случаях?

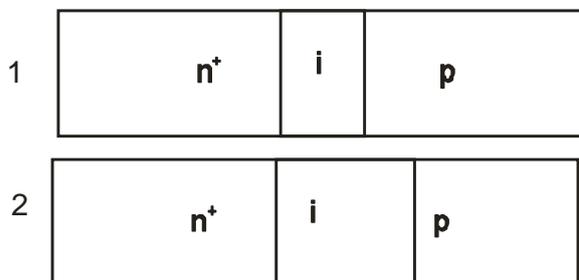
Решение объяснить

## II. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В соответствии со своим выбором программы магистерской подготовки выберите и выполните только один из следующих блоков заданий специальной части.

### Блок 1. «Инжиниринг в электронике»

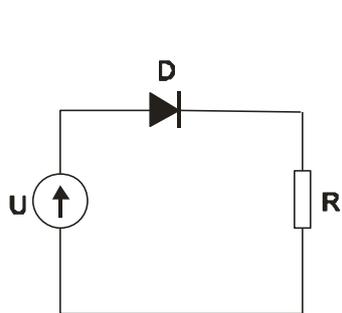
#### Задача №1.1



Для изображенных структур сравнить эюры плотности объемного заряда и электрического поля. Концентрации примесей в обеих структурах одинаковы.

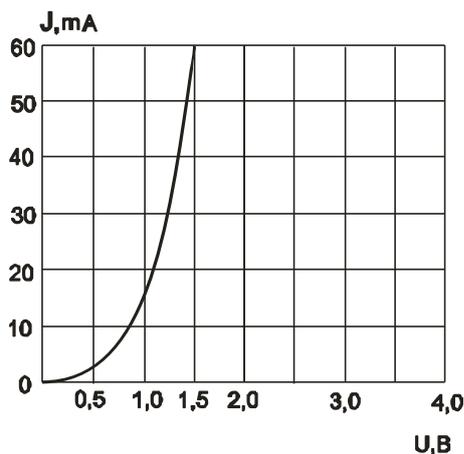
Ответ подробно аргументировать

#### Задача №1.2



$$U=4\text{В}$$

$$R=80\ \text{Ом}$$



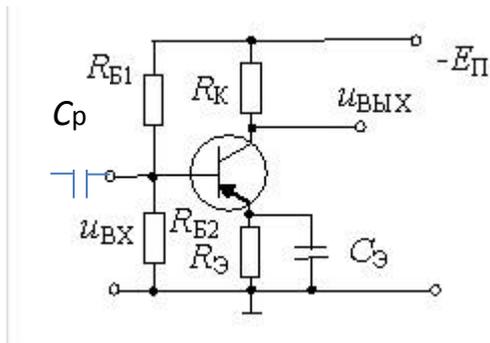
Вольтамперная характеристика задана графически.

Определить величину тока в цепи и напряжения на резисторе.

Ответ подробно аргументировать

### Задача 1.3.

Объяснить назначением всех элементов в схеме усилителя на биполярном транзисторе. Рассчитать коэффициент усиления по напряжению, если крутизна  $S=0.05$  А/В,  $R_k=2$  Ком.



### Задача 1.4.

Заданы два элемента И-НЕ вида. Записать уравнение и дать структурную схему для выполнения операции «И» для двух переменных с помощью этих двух элементов.



## Блок 2. «Измерительные технологии в nanoиндустрии»

### Задача 2.1.

При измерении электрической мощности ваттметр показывает 1000 Вт. Предел допускаемой погрешности прибора  $\Delta = \pm 5$  Вт. Погрешность от подключения прибора в цепь  $\Delta_s = +2$  Вт. Тогда результат измерения следует записать ...

- a.  $998 \pm 5$  Вт
- b.  $1002 \pm 5$  Вт
- c.  $1000 \pm 3$  Вт
- d.  $1000 \pm 7$  Вт

### Задача 2.2.

С помощью цифрового вольтметра проведён ряд из 20 наблюдений (мВ):

18,22; 18,13; 18,19; 17,82; 18,10; 18,09; 18,19; 18,23; 18,09; 18,18;

18,19; 18,16; 18,21; 18,22; 18,15; 18,16; 18,13; 18,15; 18,19; 18,18.

Рассчитаны:

a) среднее арифметическое значение ряда наблюдений: 18,1490 мВ;

б) оценка среднего квадратического отклонения ряда наблюдений: 0,0881.

**Требуется:** выявить в ряду значения, которые по критерию «3σ» являются промахами.

**Примечание:** проверять нужно максимальное и минимальное значения.

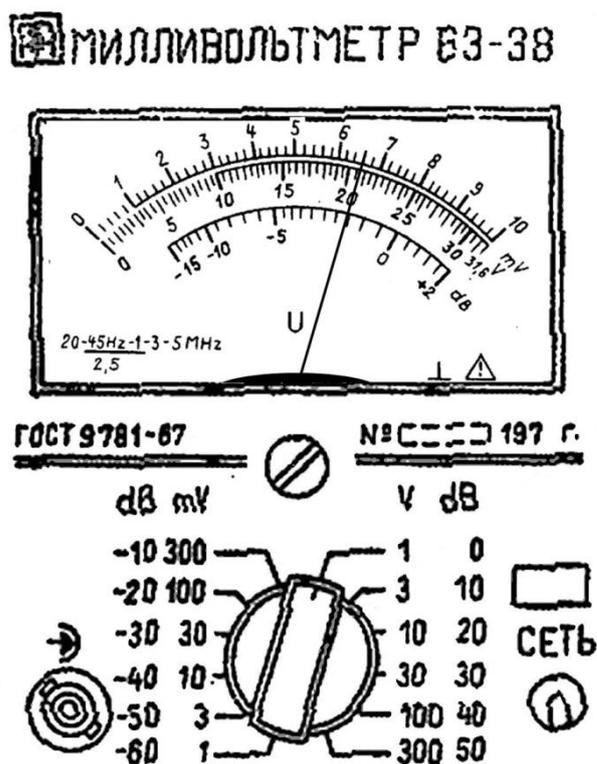
### Задача 2.3.

Выполняются прямые измерения напряжения вольтметром (рис. 1).

**Требуется:**

- а) определить показания прибора,
- б) рассчитать предел абсолютной инструментальной погрешности,
- в) рассчитать предел относительной инструментальной погрешности,
- г) записать результат измерений.

**Примечание:** для разных измерительных приборов класс точности может быть нормирован в разной форме. Этим формам соответствуют различные обозначения, которые приводятся на средствах измерения и в документации.



### Задача 2.4.

В процессе выполнения измерений, расчётов и из технической документации были получены следующие данные:

- а) показания оптиметра:  $L_{\text{изм}} = 32$  мкм,
- б) погрешность оптиметра (по результатам калибровки):  $\Delta L_{\text{инстр}} = -10$  мкм,
- в) неисключённая систематическая погрешность:  $\Delta L_{\text{н.с.}} = \pm 100$  нм,
- г) погрешность оптиметра (по паспорту) в диапазоне от 0 мкм до 60 мкм:  $\Delta L_{\text{опт.}} = \pm 200$  нм.

**Требуется:** определить и записать результат измерений.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ОБЩЕЙ ЧАСТИ

- Предварительные критерии оценивания  
Все задачи общей и специальной части оцениваются в 100 баллов. Каждая задача общей части оцениваются из 8 баллов.
- Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний
  1. Общая физика (раздел: электричество: электростатика, напряженность электрического поля, электрический потенциал, напряжение)
  2. Электротехника и электроники (постоянный и переменный ток, переходные процессы, законы Ома, законы Кирхгофа, цепи с нелинейными элементами)
- Список рекомендуемой литературы по общей части
  1. Трофимова Т.И., Курс физики, М., изд. Цент «Академия», 2012
  2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. – М.: Гардарики, 2007

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СПЕЦИАЛЬНОЙ ЧАСТИ

- Предварительные критерии оценивания  
Оценивание работ участников олимпиады осуществляется по стобалльной шкале. Задачи общей части оцениваются в 48 баллов.

### Блок 1. «Инжиниринг в электронике»

- Предварительные критерии оценивания  
Каждая задача специальной части оцениваются из 13 баллов.
- Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний  
Физика полупроводников (зонная теория, статистика свободных носителей заряда, основные и неосновные носители заряда, равновесные и неравновесные свободные носители заряда, статистика неравновесных носителей заряда, подвижность и электропроводность, время жизни и рекомбинация свободных носителей заряда)
- Твердотельная электроника (контакт металл-полупроводник, физические процессы в р-п-переходе, физические процессы в транзисторе) Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний. Аналоговые устройства. Схемотехника. Цифровые устройства.
- Список рекомендуемой литературы
  1. Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М.: Энергоатомиздат, 1985;

2. О.П. Спиридонов. Физические основы твердотельной электроники. Учебное пособие. М.: Высшая школа, 2008.
3. В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин, А.Д. Полупроводниковые приборы. СПб.: Лань, 2003.
4. В. Н Павлов, В.Н. Ногин. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов – М. : Горячая линия – Телеком, 2001.
5. Новожилов О. П. Основы цифровой техники. Учебное пособие. М: Радио СОФТ. 2004
6. Ф.Ф. Каяцкас. Основы радиоэлектроники. М., Высшая школа, 1998.

## **Блок 2. «Измерительные технологии в наноиндустрии»**

- Предварительные критерии оценивания  
Задачи специальной части 2.1 и 2.2 оцениваются из 9 баллов, задачи 2.3 и 2.4 оцениваются из 17 баллов.
- Перечень и содержание тем олимпиадных состязаний  
Метрология (Прямые однократные измерения, косвенные однократные измерения, однократные измерения при наличии систематической погрешности, однократные измерения при наличии систематической и случайной составляющих погрешности, многократные измерения, идентификация закона распределения результатов измерений, проверка результатов измерений на наличие грубых погрешностей).
- Список рекомендуемой литературы
  1. В.А. Кузнецов, Г.В. Ялунина. Общая метрология М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
  2. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В., Папуловский В.Ф. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 232 с.
  3. Артемьев Б.Г. Метрология и метрологическое обеспечение – М.: Стандартинформ, 2010 – 568 с.
  4. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: общая теория измерений – СПб.: Питер, 2010.
  5. К.К. Ким, Г.Н. Анисимов. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника – СПб.: Питер 2006.