



**Всероссийская студенческая олимпиада по автоматике,
электронике и наноструктурной электронике 2016**

№ _____
(регистрационный номер) (не заполнять)

ФИО участника _____

Вуз _____ Курс _____ Группа _____

Направление подготовки _____
(бакалавриат, специалитет)

_____ Личная подпись

«Согласовано»	«Утверждаю»
Председатель Совета Федерального УМО в системе высшего образования в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации	Председатель оргкомитета ВСО по автоматике, электронике и наноструктурной электронике

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Всероссийская студенческая олимпиада по автоматике, электронике
и наноструктурной электронике
Всероссийский этап

В а р и а н т № 1

Р а з д е л «А в т о м а т и к а»

1. Определите параметры K , T , и ξ колебательного звена с передаточной функцией

$W(s) = \frac{K}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1}$, если известно, что его логарифмическая амплитудная характеристика (ЛАХ) на нулевой частоте $\omega = 0$ имеет значение $L(0) = 10$ дБ, а ее максимум оканчивается на частоте $\omega_{\max} = 15$ рад/с и составляет $L_{\max} = 20$ дБ.



2. Найдите реакцию системы, заданной в виде структурной математической модели (рисунок 1), на единичное ступенчатое воздействие.

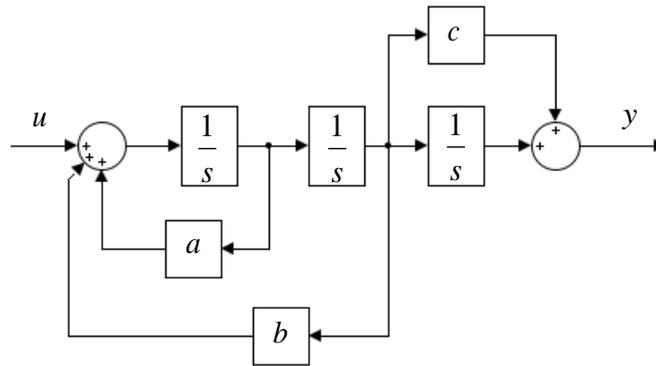
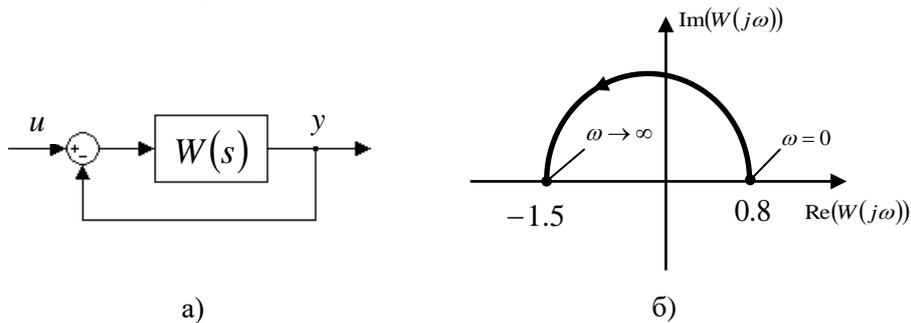


Рисунок 1

Параметры структурной схемы имеют значения: $a = 1$, $b = -2$, $c = -0.5$.

3. Сформулируйте известные Вам частотные критерии устойчивости линейных систем.

По виду годографа передаточной функции разомкнутой системы (рисунок 2) составьте ее структуру и определите параметры, обеспечивающие устойчивость замкнутой системы с отрицательной обратной связью.



а – структурная схема системы
б – годограф передаточной функции

Рисунок 2



Раздел «Электроника»

1. Полевой транзистор со структурой металл-диэлектрик-полупроводник (МДПТ) является активным элементом современных интегральных микросхем. МДПТ имеет 4 вывода: исток (И), сток (С), затвор (З), подложка (П) и может включаться в электрические схемы, как показано на рисунке 3. Через управляющий вывод (затвор) электрический ток не протекает. Если напряжение на затворе U_3 превышает пороговое значение U_0 , то между стоком и истоком протекает ток I_C , значение которого при напряжении между стоком и истоком U_C и $U = U_3 - U_0$, определяется как

$$I_C = \begin{cases} 0, & \text{при } U \leq 0, \\ b \left[U - \frac{U_C}{2} \right] U_C, & \text{крутая обл. ВАХ, } U_C < U_{CH}, \\ \frac{b}{2} (U)^2, & \text{пологая обл. ВАХ, } U_C \geq U_{CH}, \end{cases}$$
$$U_{CH} = \sqrt{\frac{2I_C}{b}}$$

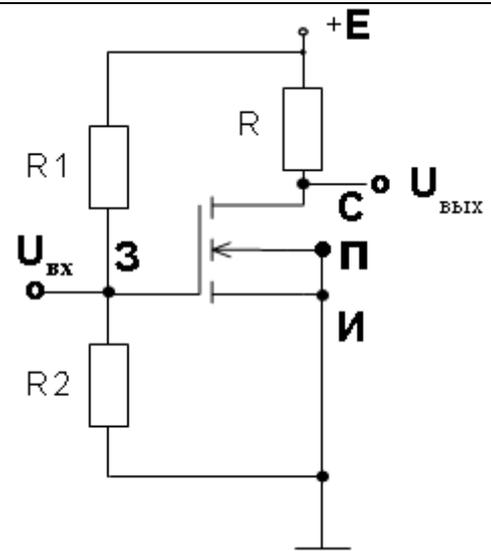


Рис. 3

Параметры транзистора:

$U_0 = 0,5$ В и $b = 2$ мА/В².

Параметры схемы:

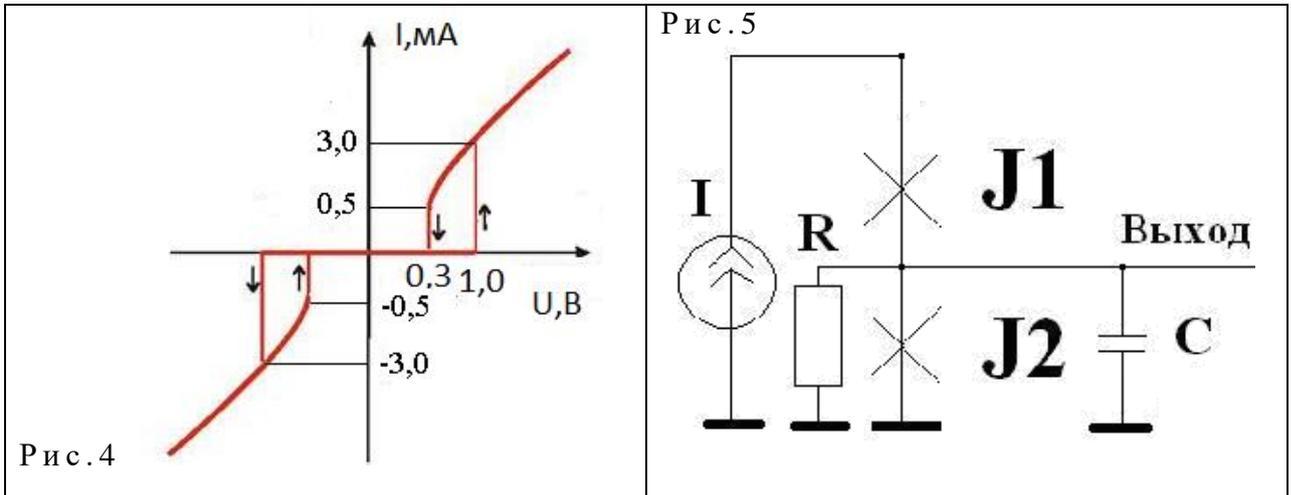
$E = 5$ В, $R = 1$ кОм, $R_1 = 8$ кОм,

$R_2 = 12$ кОм.

- 1) Определить значение статической потребляемой мощности схемы устройства (рис.3).
- 2) В каких пределах изменяется потребляемая мощность данной схемы устройства, если на вход подаётся сигнал $\Delta U_{ВХ} = 0,5 \cdot \sin(100\pi \cdot t)$ В?
- 3) В каких пределах изменяется выходное напряжение данной схемы устройства $U_{ВЫХ}$, если на вход подаётся сигнал $\Delta U_{ВХ} = 0,5 \cdot \sin(100\pi \cdot t)$ В?
- 4) Определить среднее значение коэффициента усиления схемы устройства $K = \Delta U_{ВЫХ} / \Delta U_{ВХ}$.



2. Элементы J1 и J2 имеют ВАХ приведенную на рис. 4 Ток I линейно нарастает от -3 мА до +3 мА за 1 мкс. Приведите диаграмму изменения выходного напряжения на емкости C=1пФ, если R=1кОм. Электрическая схема приведена на рис. 5.



3. Нарисуйте таблицу истинности мультиплексора. Активный уровень – логическая «1» (рис. 6).

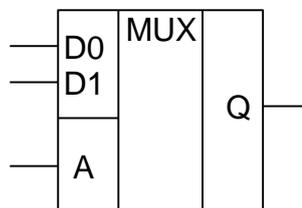


Рис. 6



Раздел «Наноструктурная электроника»

Задача 1.

Какова должна быть длина затвора нанотранзистора, созданного на основе квантовой нити InAs, чтобы его предельная частота усиления по току была 1 ТГц? Известно, что частота продольного оптического фонона в InAs равна 6,77 ТГц, а эффективная масса электрона в InAs $m^*=0,03$ от массы свободного электрона.

Задача 2.

На рисунке 7 представлена атомистическая структура плоского графенового листа. Расстояние между любыми соседними атомами одинаково и составляет 1.42 Ангстрема. Найти количество атомов, удаленных от некоторого выделенного атома менее чем на 14.2 Ангстрема (при этом сам выделенный атом не учитывается).

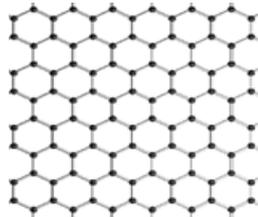


Рисунок 7. Кристаллическая структура графена

Задача 3.

Нанотриод (рис. 8) отличается от обычного триода несколько упрощенной конструкцией. Он обычно представляет собой конический катод, плоский анод, а управляющий контакт окружает острие катода. Ток в таком устройстве обеспечивается автоэлектронной эмиссией.

Пусть на анод подан положительный потенциал, а на управляющий контакт – отрицательный. Найдите общее выражение для потенциального барьера на оси симметрии системы для электрона, вылетающего из острия катода. Рассмотрите приближения.

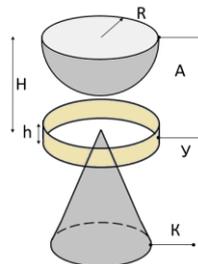


Рис. 8. Схематичное изображение нанотриода. А – анод, К – катод, У – управляющий контакт.