



**Всероссийская студенческая олимпиада по автоматике,
электронике и наноструктурной электронике 2018**

№ _____ (регистрационный номер) _____ (не заполнять)

ФИО участника _____

ВУЗ _____ Курс _____ Группа _____

Направление подготовки _____
(бакалавриат, специалитет, магистратура)

_____ Личная подпись

«Согласовано»

«Утверждаю»

Председатель Совета Федерального
УМО в системе высшего образования
в области электроники, радиотехники
и систем связи

Председатель оргкомитета ВСО
по автоматике, электронике и
наноструктурной электронике

Соломонов А.В.

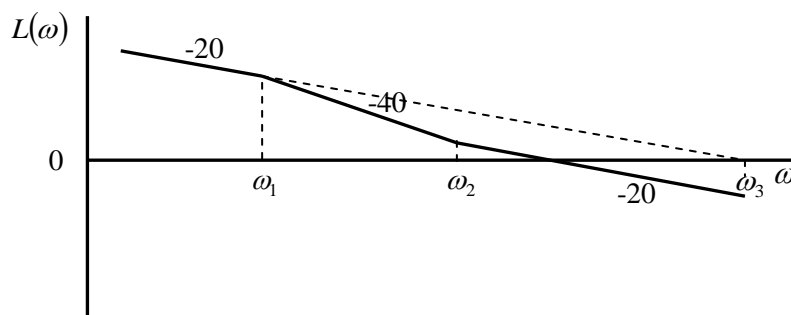
Стриханов М.Н.

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

Вариант № 1

Раздел «Автоматика»

1. Задана асимптотическая логарифмическая амплитудная частотная характеристика **неустойчивой разомкнутой** системы (см. рисунок). С ее помощью получите выражение передаточной функции разомкнутой системы, **устойчивой в замкнутом** состоянии.



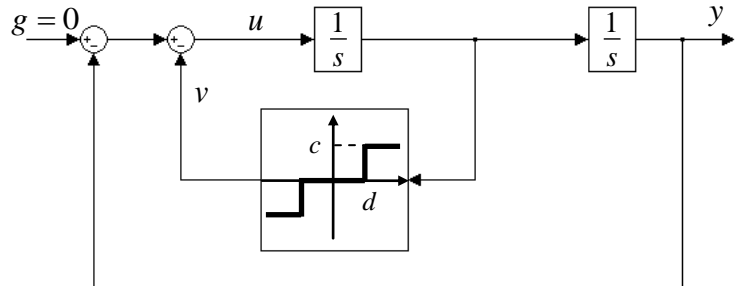
Рядом с асимптотами ЛАЧХ указаны их наклоны в дБ/дек



Постройте фазовую частотную характеристику и годограф передаточной функции $W(j\omega)$ разомкнутой системы.

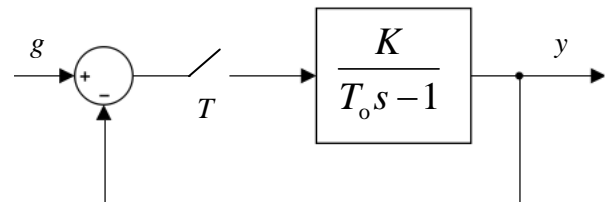
Задано: $\omega_1 = 0.5$, $\omega_2 = 4$, $\omega_3 = 100$.

2. Исследуйте свободное движение в нелинейной системе на фазовой плоскости в зависимости от начальных условий на интеграторах.



Задано: $d = 1$, $c = 2$.

3. Определите область устойчивости импульсной системы (см. рисунок) в зависимости от коэффициента усиления K .



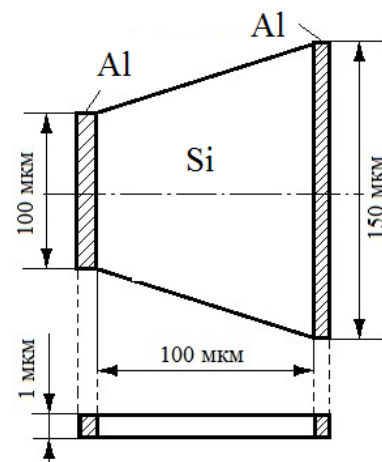
Получите переходный процесс в системе в тактовые моменты времени как реакцию на единичное ступенчатое входное воздействие $g(t) = 1(t)$.

Как выглядит выходной сигнал в межтактовые моменты времени?

Задано: $T = 0.2$ с, $T_0 = 2$ с, $K = 1$.

Раздел «Электроника»

1. Образец кремния n-типа, представленный на рисунке, легирован атомами фосфора. Определить концентрацию легирующей примеси, если сопротивление образца между алюминиевыми омическими контактами, напыленными на его боковые поверхности равно 100 кОм. Подвижность электронов в кремнии принять равной $1200 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$. Размеры образца кремния даны на рисунке.



2. В рамках космической программы разработана схема первичного преобразователя напряжения питания микроконтроллера МК (см. рисунок), ток потребления которого равен 1 мА, а допустимый диапазон значений напряжения питания 4,5 – 5,5 В. Номинальное напряжение источника

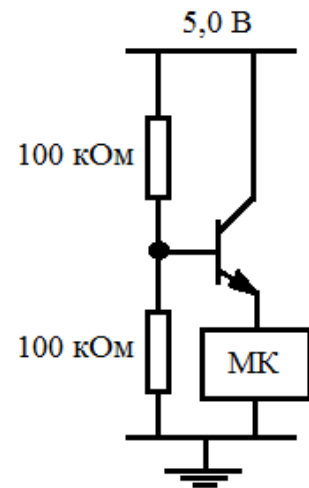


питания равно 12 В. 1 апреля 2018 г. в 15:47 в центр управления полетами поступило сообщение о неисправности системы. В результате воздействия ионизирующего излучения радиационных поясов Земли напряжение питания микроконтроллера достигло нижнего предела рабочего диапазона, средняя интенсивность которого за время данной космической миссии составила 1 мРад(Si)/с. По результатам наземных радиационных испытаний установлено, что зависимость коэффициента усиления B биполярного транзистора, на основе которого разработан преобразователь, от поглощенной дозы D выражается соотношением:

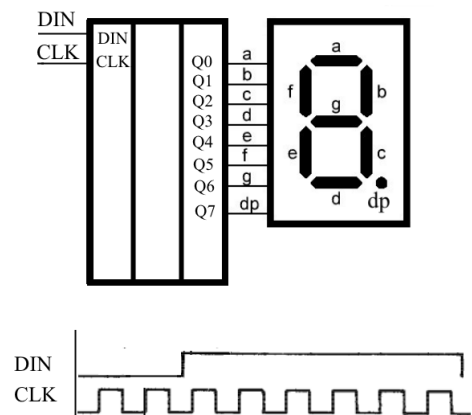
$$1/B = 1/B_0 + K \cdot D,$$

где $B_0 = 250$ – значение коэффициента усиления до облучения, $K = 1,0 \cdot 10^{-6}$ рад $^{-1}$ (Si) – коэффициент пропорциональности.

Определить дату начала космической миссии. Падение напряжения на открытом эмиттерном переходе транзистора принять равным $U^* = 0,7$ В.



3. На входы сдвигового регистра, к выходу которого подключен семисегментный индикатор, поданы сигналы, временные диаграммы которых представлены на рисунке. Определить цифру, которая в результате отобразится на индикаторе. Данные в регистр вводятся с линии DIN, сдвиг данных в регистре производится по положительному фронту сигнала CLK.



Раздел «Наноструктурная электроника»

1. Самоорганизация наноструктур.

В процессе эпитаксии на подложке InP потоки индия и мышьяка одновременно подавались в течение 1 мин и образовался слой толщиной 2 нм. Однако, при прочих равных условиях процесса, но на подложке GaAs, вместо слоя InAs возник массив нанокластеров (квантовых точек) с аспектным отношением 5. Каковы средние размеры квантовых точек, если известно, что сдвиг полосы фотолуминесценции от массива квантовых точек по отношению к образцу с плоским слоем InAs составил 60 мэВ?



2. Квантовый магнетотранспорт в наносистемах

В образце с полупроводниковым квантовым кольцом наблюдались осцилляции проводимости в магнитном поле, перпендикулярном плоскости образца. Осцилляции были периодическими относительно индукции магнитного поля, период составил 0,05 Тл. Определить радиус квантового кольца.

3. Свойства наносистем

Инженер-нанотехнолог хотел определить размер квантовой ямы GaAs/In_xGa_{1-x}As/GaAs. Для каких толщин квантовой ямы (и может быть, других внешних условий) он сможет решить задачу, если положение края собственного поглощения GaAs оказалось выше, чем красная граница чувствительности детектора?