



ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РЛВ РТВ ПВО



ТЕМА № 5

**ТРАКТ ПРИЕМА
РАДИОЛОКАЦИОННОЙ
ИНФОРМАЦИИ**

ЗАНЯТИЕ №1

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ
О
РАДИОПРИЕМНЫХ
УСТРОЙСТВАХ**





Учебные и воспитательные цели занятия:

ЗНАТЬ назначение, состав и работу радиоприемного устройства по структурной схеме;

УМЕТЬ проводить оценку влияния параметров радиоприемного устройства на тактические характеристики РЛС.





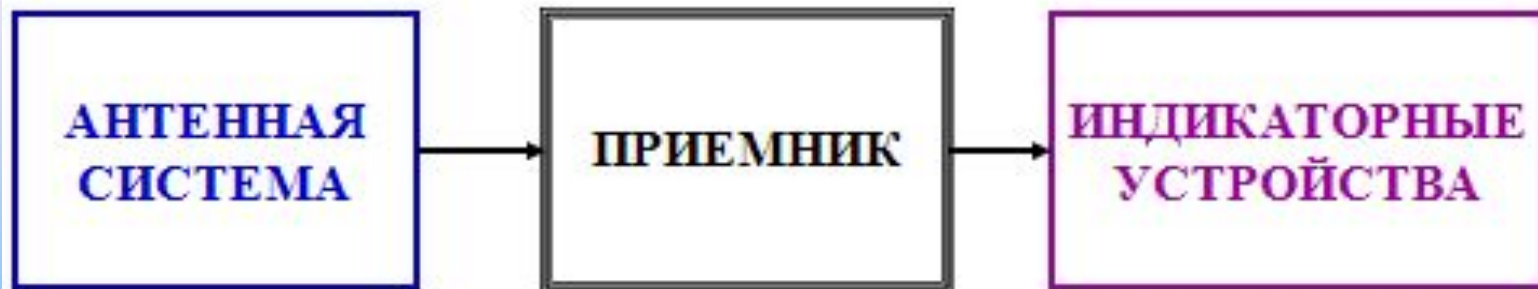
УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1. Назначение и принцип построения радиоприемных устройств**
- 2. Структурная схема приемного устройства. Назначение, состав и взаимодействие элементов.**
- 3. Параметры приемных устройств и принцип их измерения.**





Приемное устройство предназначено для частотной избирательности, усиления и преобразования эхо-сигналов в видеосигналы, которые обеспечивают нормальную работу РЛС

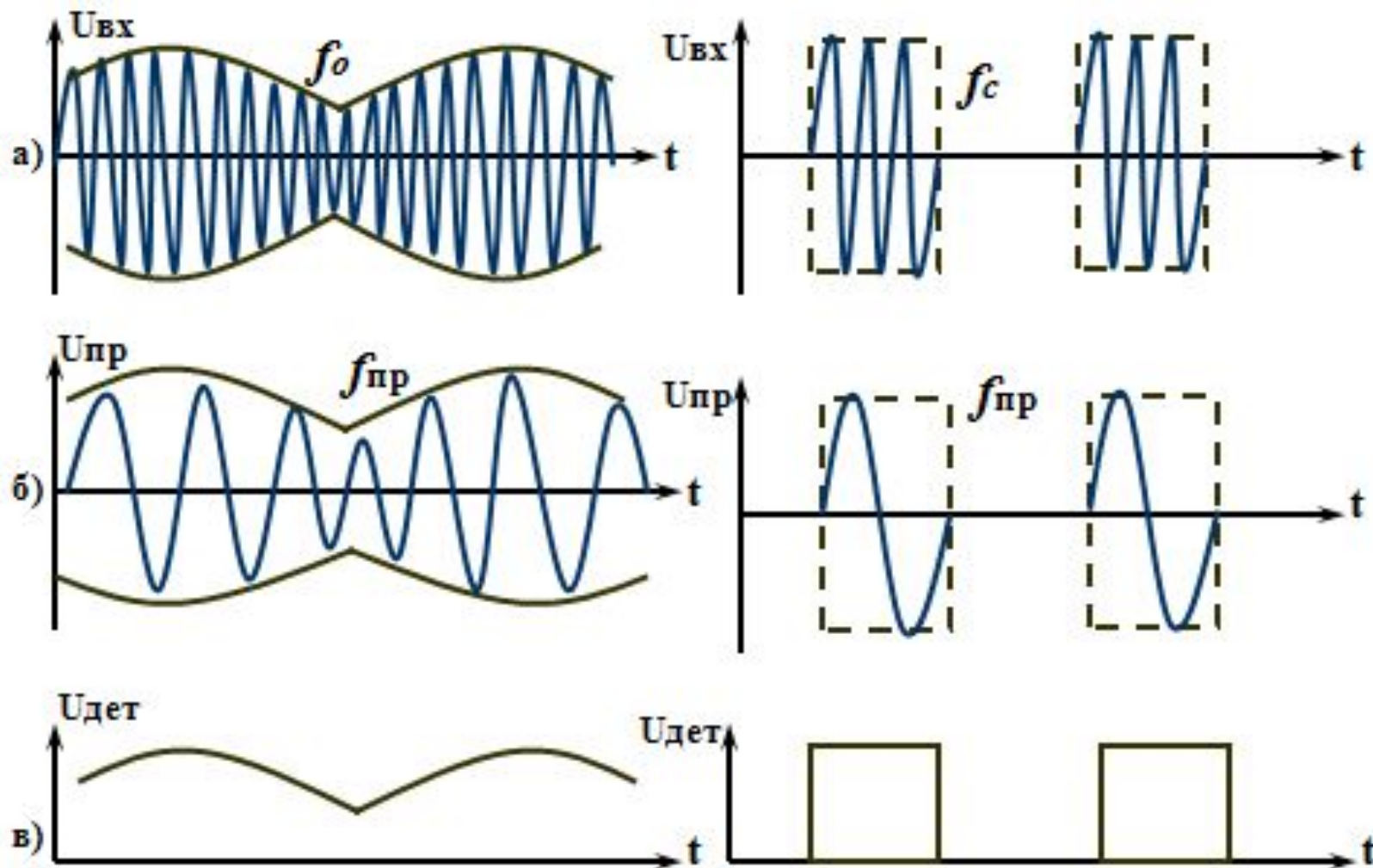




Антенная система принимает энергию отраженных электромагнитных волн и преобразует ее в энергию токов высокой частоты

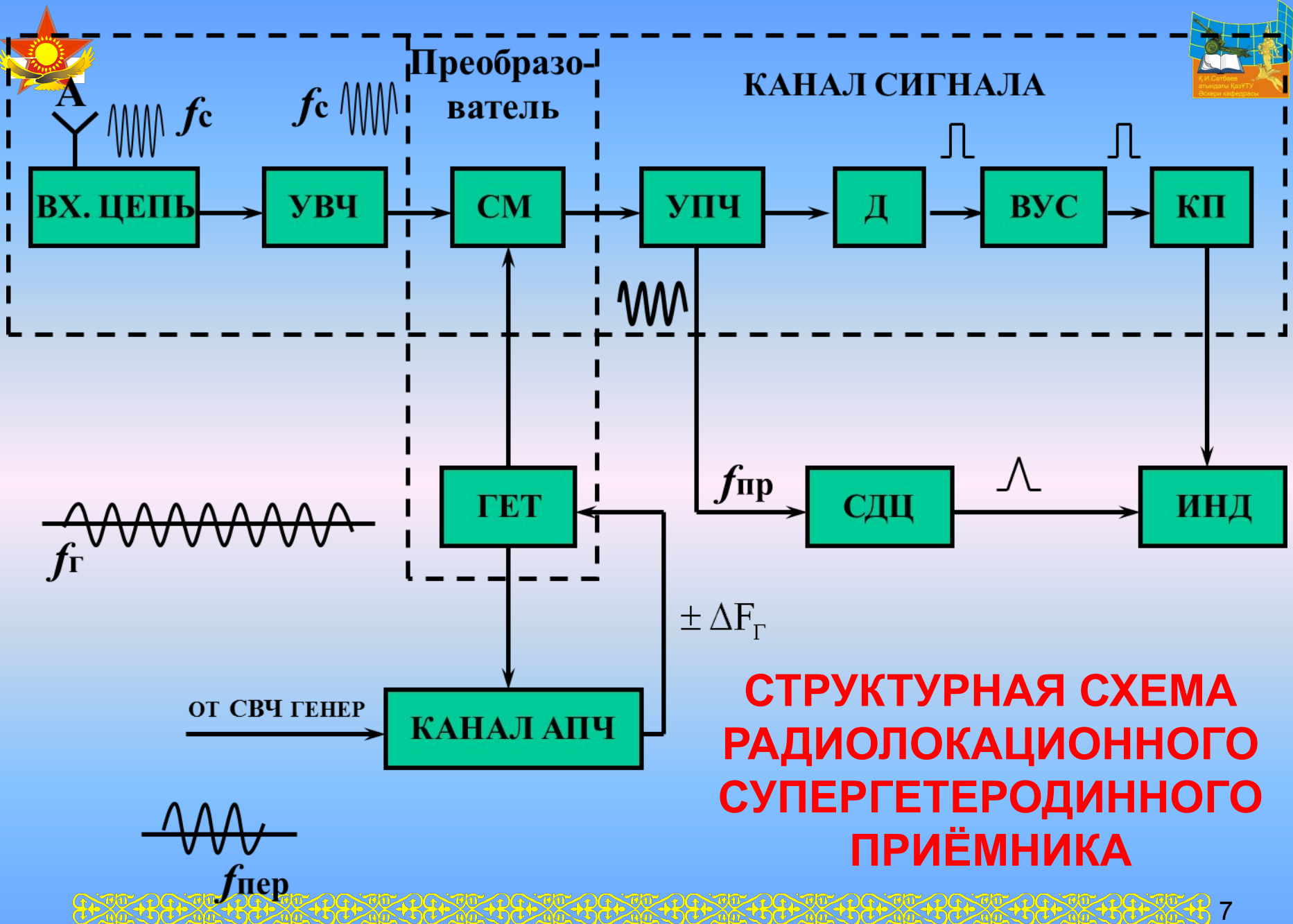
Приемник усиливает и преобразует энергию сигналов, поступающих от антенной системы.

Индикаторное устройство позволяет регистрировать принятую информацию о наличии целей.



Преобразование сигналов высокой несущей частоты в промежуточную и видеочастоту





СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РАДИОЛОКАЦИОННОГО СУПЕРГЕТЕРОДИННОГО ПРИЁМНИКА



ПАРАМЕТРЫ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Чувствительность (коэффициент шума) $R_{пр.мин.}$

Избирательность (σ)

Полоса пропускания ($2\Delta f$)

Диапазон принимаемых частот (ΔF)

Выходное напряжение ($U_{вых}$)

Коэффициент усиления (K)

Динамический диапазон (D)





ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ – это способность

приемника

принимать слабые сигналы, которые можно

надежно регистрировать оконечным устройством.

ПРЕДЕЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

приемника называют такую минимальную мощность

(ЭДС) сигнала в антенне, которая обеспечивает на

выходе его линейной части отношение сигнала к шуму,

равное единице. $U_{с\ вых}/U_{ш\ вых} = 1$ т.е. $\gamma_p = 1$

Если это отношение сигнала к шуму больше

единицы, то чувствительность приемника

называют **РЕАЛЬНОЙ**



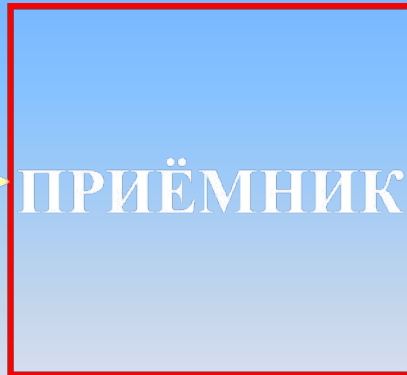
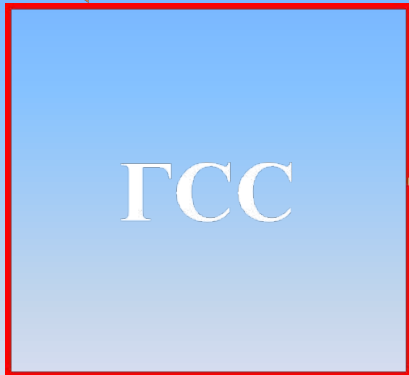


СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИЁМНИКА

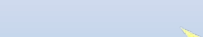
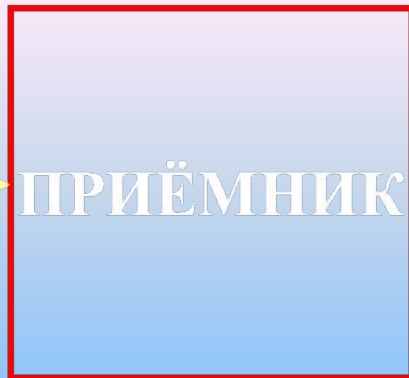
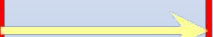


СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА ПРИЁМНИКА





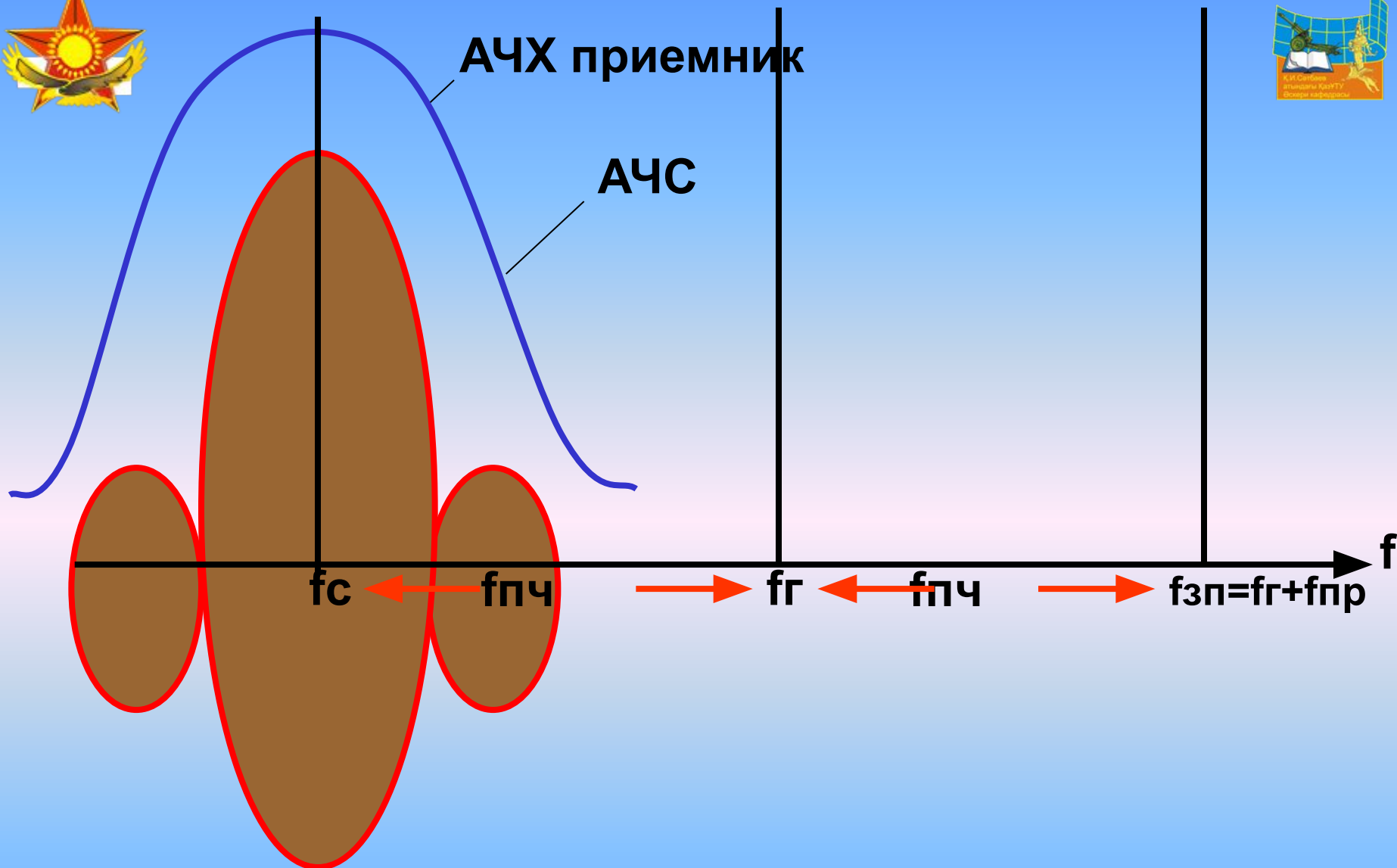
Коэффициентом шума называют число, показывающее, во сколько раз отношение мощности сигнала к мощности шума на входе приемника больше, чем на выходе:



Избирательность (σ) приемника

характеризует
его способность отделять полезный
высокочастотный сигнал от всех
мешающих
сигналов

Зеркальной помехой называют такие
высокочастотные мешающие сигналы,
которые, взаимодействуя в смесителе с
колебаниями генератора, образуют биения на
промежуточной частоте

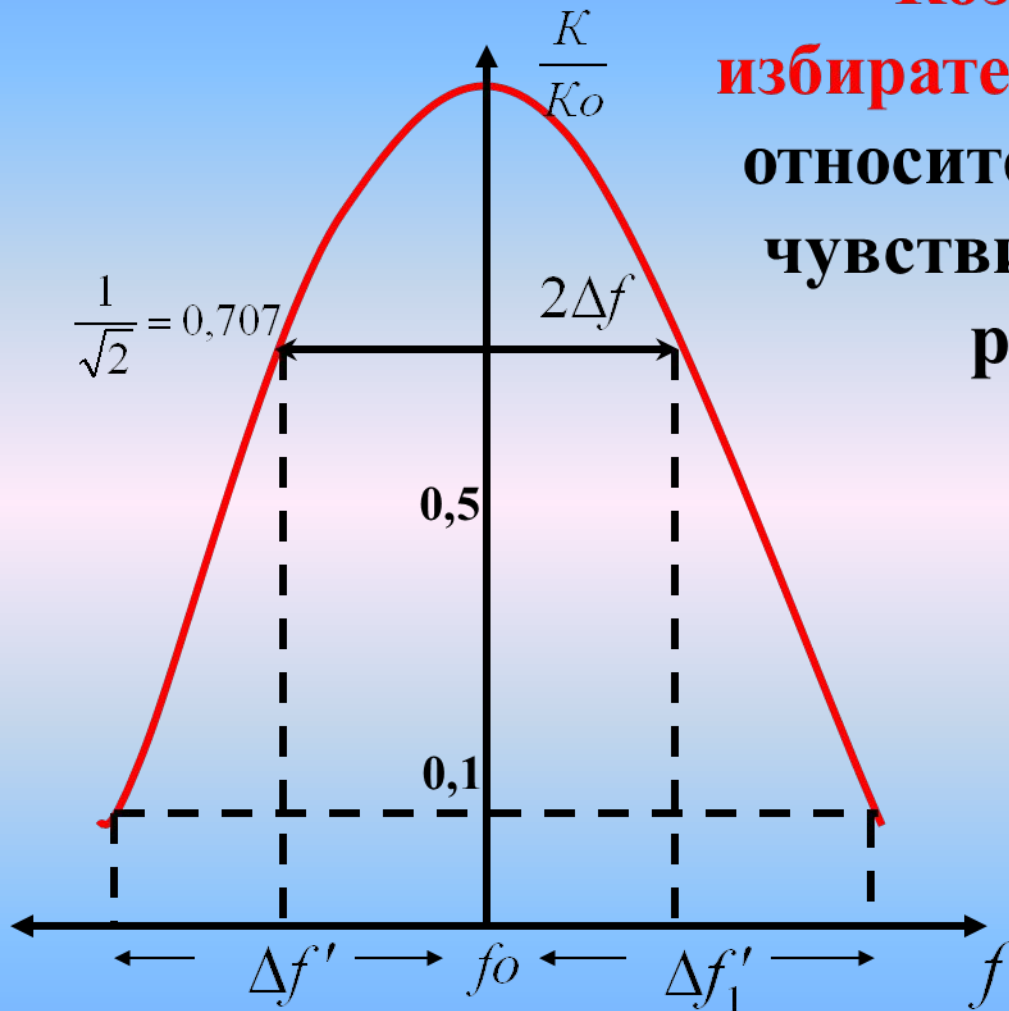


К понятию о зеркальной помехе.





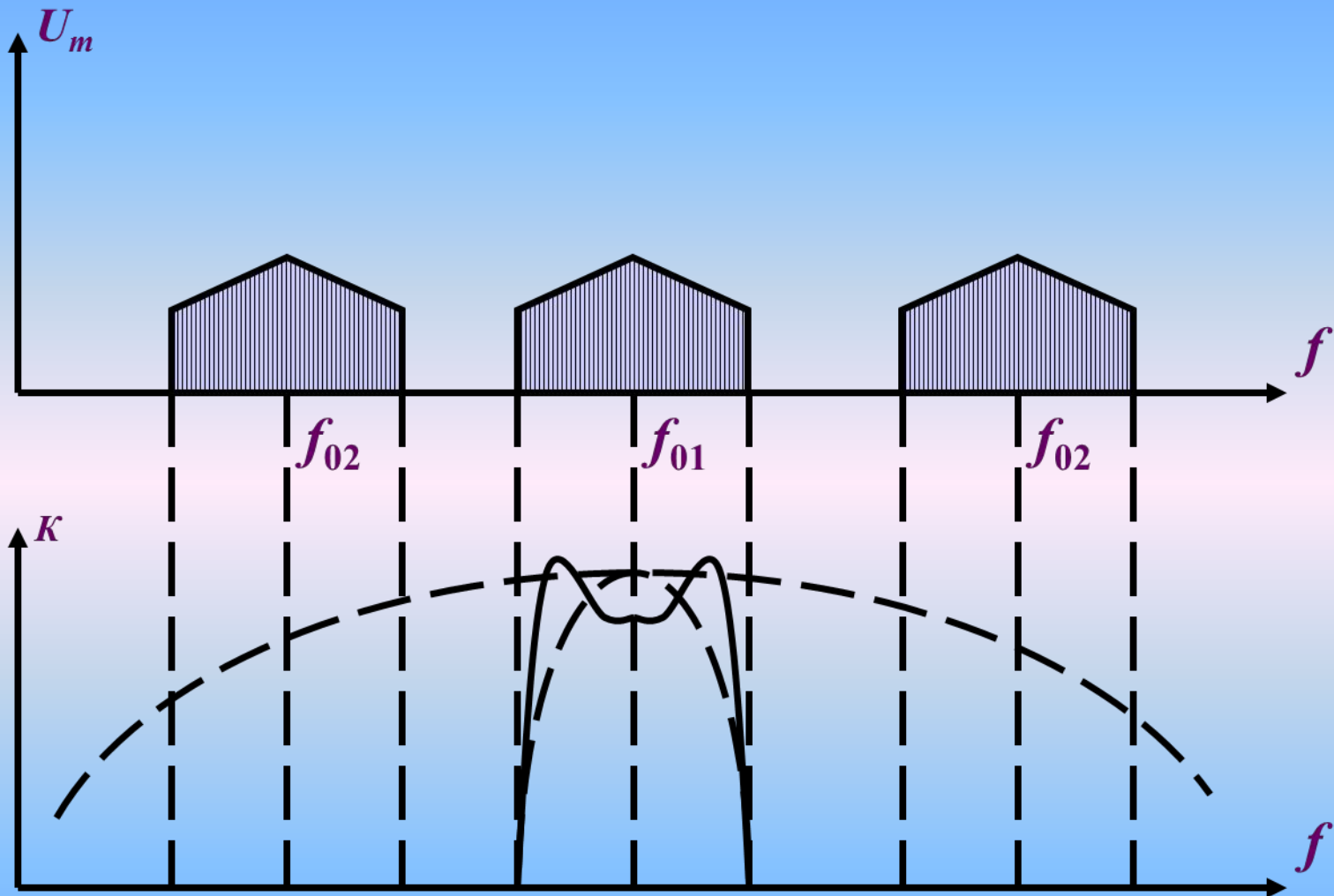
Коэффициент частотной избирательности приемника равен **относительному уменьшению его чувствительности** при заданной **расстройке частоты**



$$\sigma = \frac{K_0}{K}$$

$$\sigma_{дб} = 20 \lg \frac{K_0}{K}$$

К ПОНЯТИЮ ОБ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ И ПОЛОСЕ ПРОПУСКАНИЯ ПРИЕМНИКА.



ЧАСТОТНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ ТРЁХ РЛС, БЛИЗКИХ ПО ЧАСТОТЕ



Полоса пропускания ($2\Delta f$) – это область частот, в пределах которой коэффициент усиления приемника уменьшается до уровня 0,707 от максимального

Для импульсных РЛС полоса пропускания составляет 0,3....1 МГц
(в зависимости от диапазона)

$$2\Delta f = \frac{1,37}{\tau_u}$$



ВЫХОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ($U_{\text{вых}}$) ПРИЕМНИКА

определяется свойствами индикаторного устройства.
Для нормальной работы индикаторов с ЭЛТ требуются видеоимпульсы с амплитудой в несколько десятков вольт.

Коэффициент усиления (K) приемника

определяется отношением величин амплитуд напряжения сигнала на выходе и входе приемника:

$$K = \frac{U_{m.\text{вых}}}{U_{m.\text{вх}}}$$





Диапазон принимаемых частот определяется

теми несущими частотами от $f_{мин}$ до $f_{макс}$ на которые

настраивается приемник

$$K_f = \frac{f_{max}}{f_{min}}$$

коэффициент перестройки по диапазону

Динамический диапазон (Д) – это диапазон

уровней входных сигналов, при котором обеспечивается

необходимое качество приема (способность приемника

работать без перегрузок при воздействии

сильных сигналов и помех).
 $D = \frac{U_{ex.max}}{U_{ex.min}}$

$$D(\text{дБ}) = 20 \lg \frac{U_{ex.max}}{U_{ex.min}}$$



ТЕМА 5. ТРАКТ ПРИЕМА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

ЗАНЯТИЕ 2. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Вопросы занятия.

1. Входные цепи
2. Усилители высокой частоты
3. Преобразователи частоты
4. Усилители промежуточной частоты
5. Детекторы и видео усилители



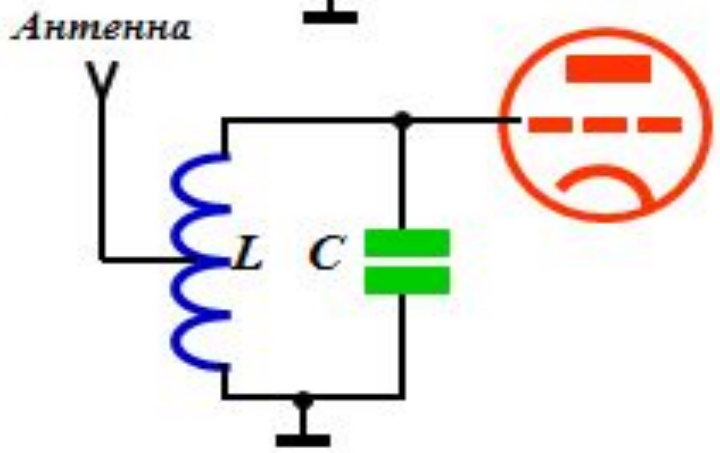
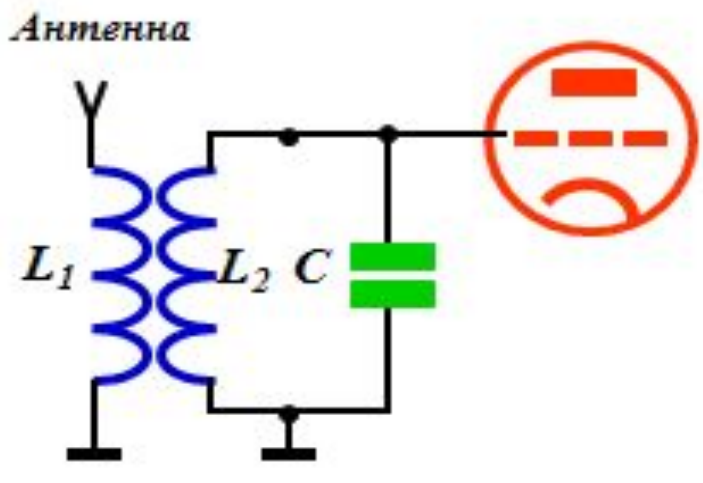
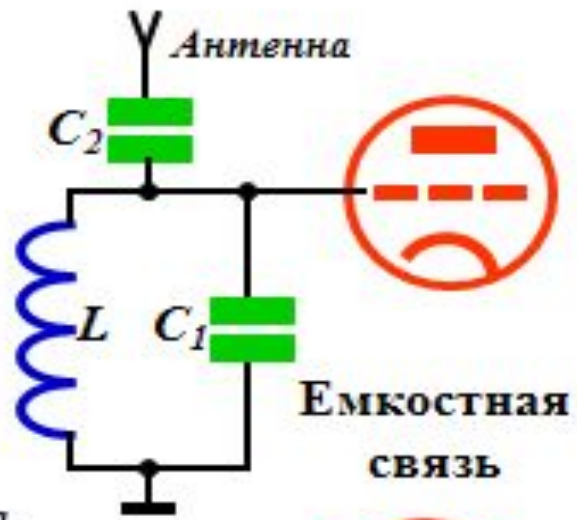


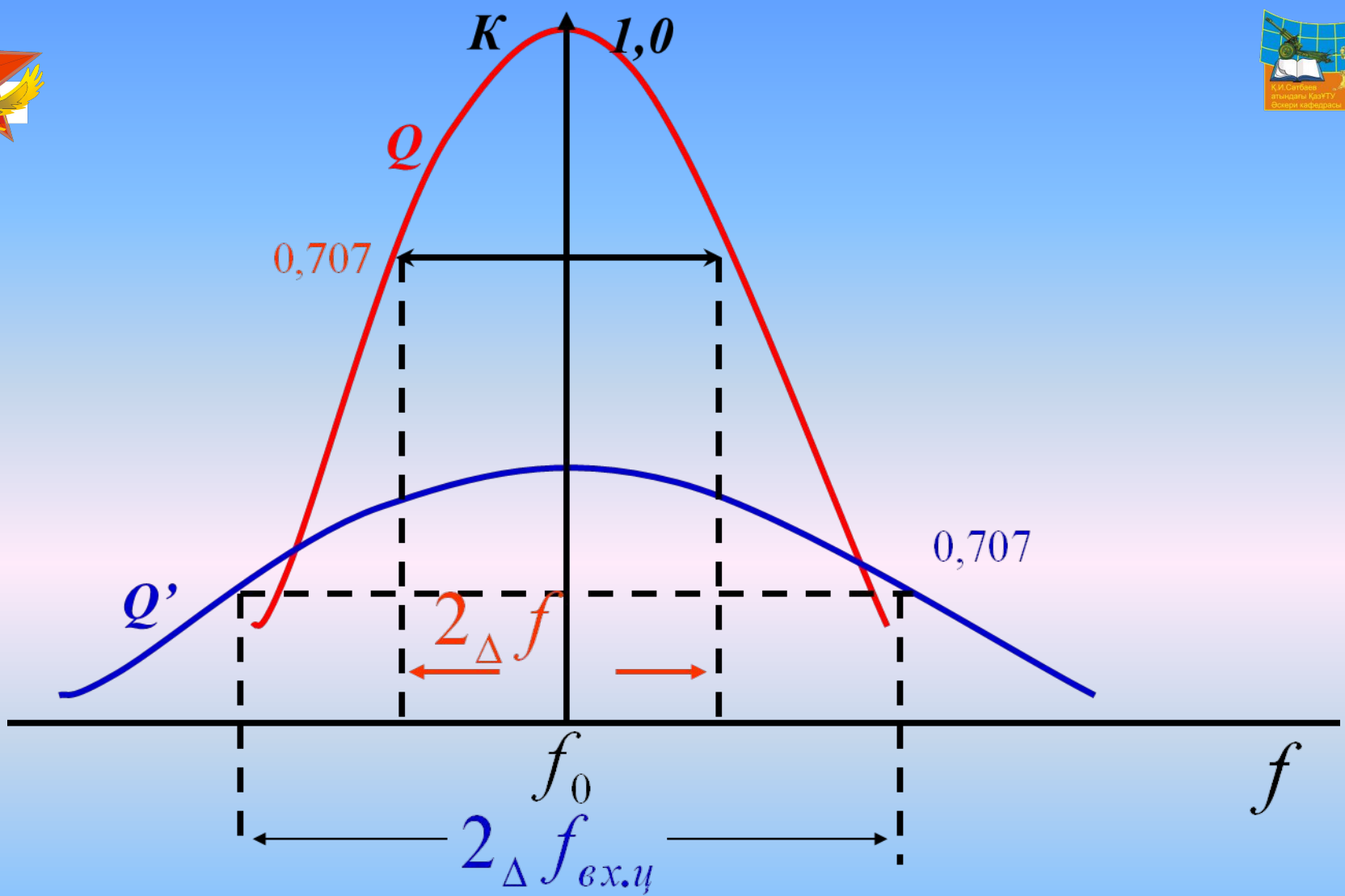
ВХОДНОЙ ЦЕПЬЮ приемника называется цепь, связывающая антенну РЛС со входом первого каскада УВЧ

НАЗНАЧЕНИЕ:

- 1. Передача полезного сигнала рабочей частоты на вход первого каскада приемника – УВЧ.**
- 2. Согласование выхода АФС со входом первого каскада приемника**
- 3. Ослабление сигнала помех**







ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ ВХОДНОЙ ЦЕПИ



ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВХОДНОЙ ЦЕПИ



ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ определяется для входной цепи, если она содержит один контур, по его частотной характеристике

ДИАПАЗОН РАБОЧИХ ЧАСТОТ – это полоса частот, в пределах которой возможна перестройка входной цепи с сохранением других показателей

КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЯ

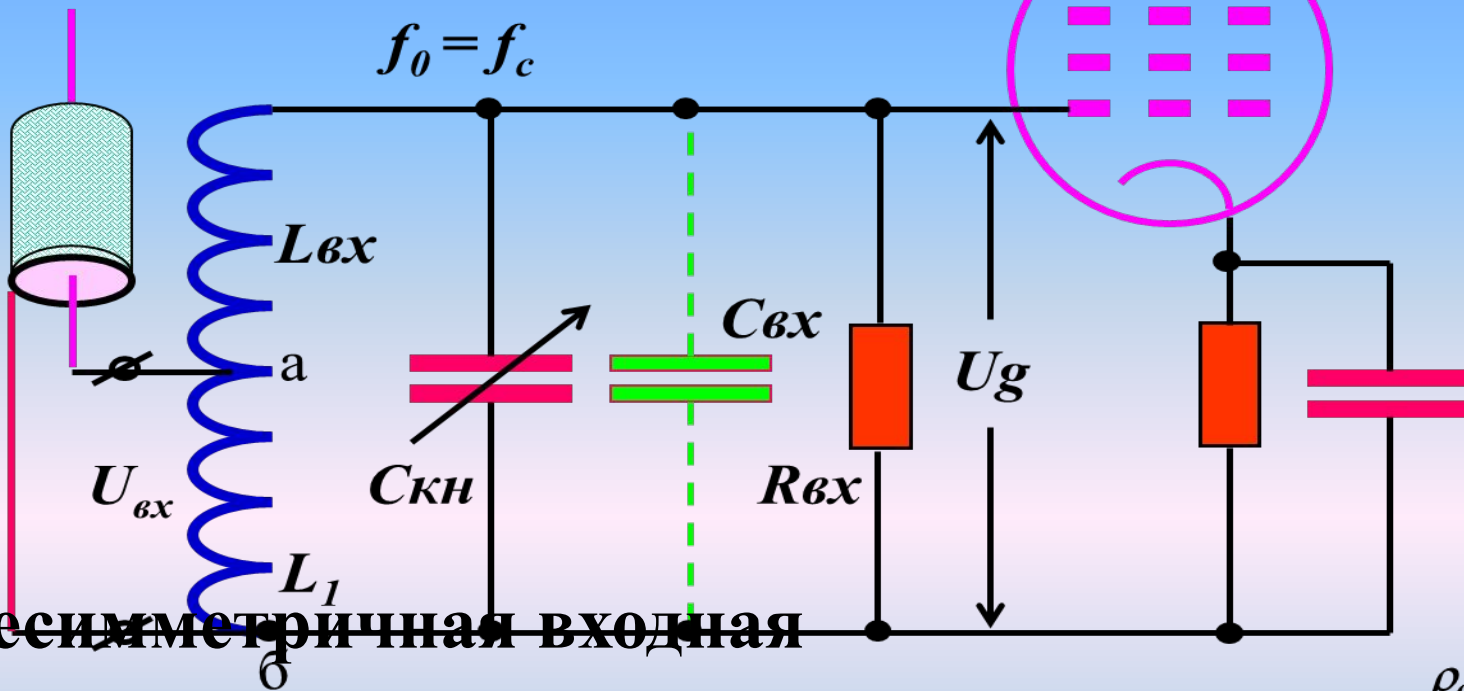
определяется выражением:

$$K_{вх} = \frac{U_{вх}}{e}$$



К антенне

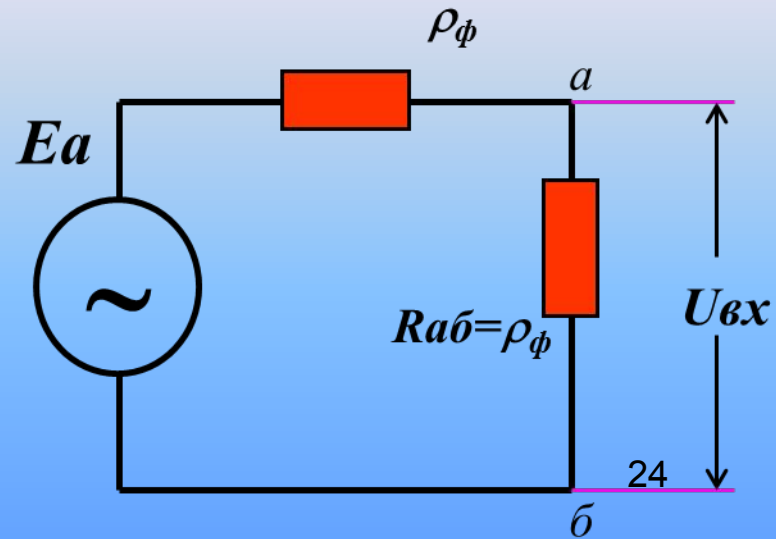
$$f_0 = f_c$$



Несимметричная входная цепь

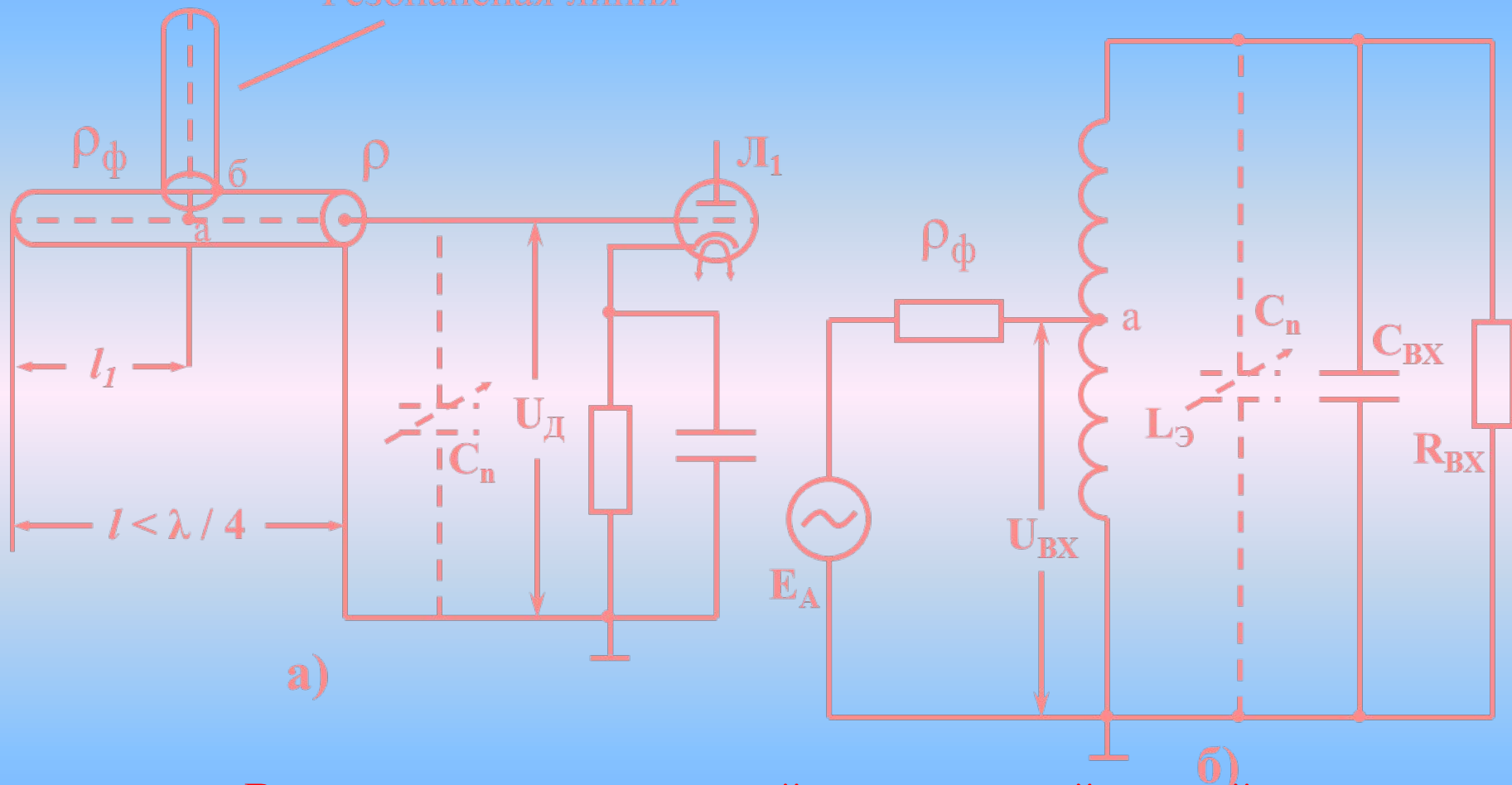
с автотрансформаторной связью и эквивалентная схема

входа приемника с выполнением





Резонансная линия

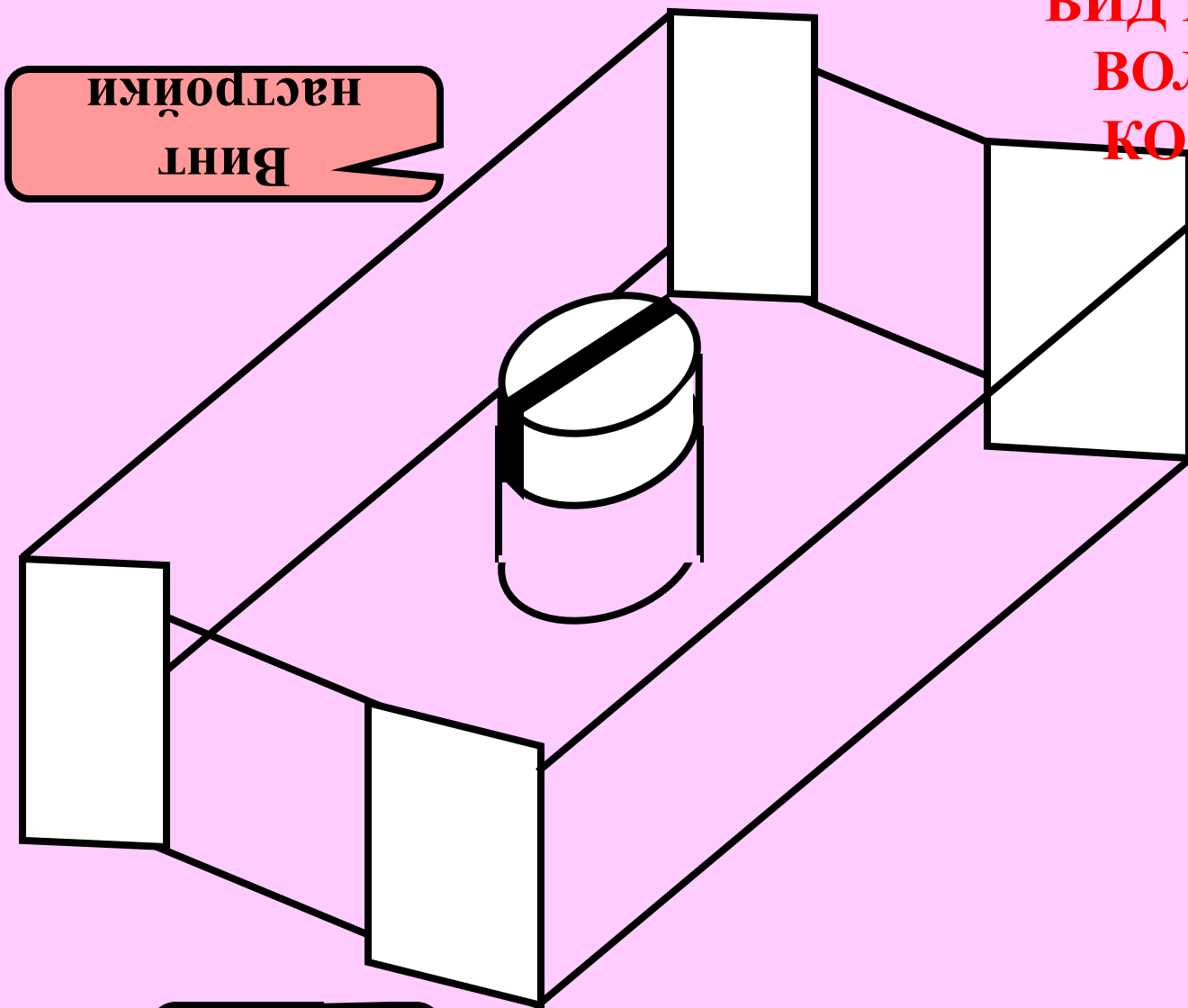


Входная цепь с резонансной коаксиальной линией:

а) принципиальная схема

б) эквивалентная схема

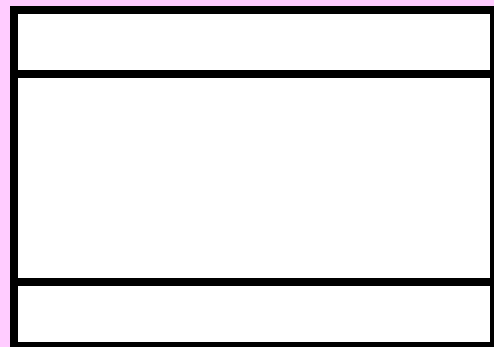
ВИД РЕЗОНАТОРА ВОЛНОВОДНОЙ КОНСТРУКЦИИ



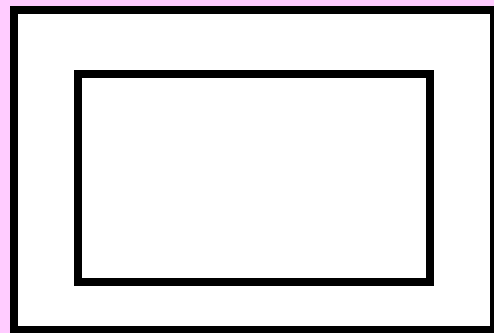
Винт
настройки

Окно
связи

Индуктивная
диафрагма



Емкостная диафрагма



Резонансное окно



В Ы В О Д Ы:

-В метровом диапазоне волн ($\lambda > 2\text{м}$) в качестве входных цепей используются контуры с сосредоточенными параметрами, состоящие из катушек индуктивности и конденсаторов.

-С уменьшением длины волны необходимо уменьшить L и C , но есть пределы уменьшения, поэтому на ДМ волнах ($\lambda = 1\text{м} \dots 10\text{ см}$) контуры выполняются с распределенными параметрами на отрезках длинных линий, а в СМ диапазоне – в виде объемных резонаторов





ВХОДНОЙ ЦЕПЬЮ приемника называется цепь, связывающая антенну РЛС со входом первого каскада УВЧ

НАЗНАЧЕНИЕ:

- 1. Передача полезного сигнала рабочей частоты на вход первого каскада приемника – УВЧ.**
- 2. Согласование выхода АФС со входом первого каскада приемника**
- 3. Ослабление сигнала помех**





УСИЛИТЕЛИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры:

- коэффициент усиления по напряжению и по мощности (K_u и K_p);
- входное сопротивление ($R_{вх}$);
- коэффициент шума ($K_{ш}$);
- резонансный и максимально достижимый коэффициент усиления (K_0 и K_{0max});
- полоса пропускания ($2\Delta f$);
- избирательность (σ).





КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ ПО НАПРЯЖЕНИЮ И ПО МОЩНОСТИ (K_u и K_p):

$$K_u = \frac{U_{m \text{ Вых}}}{U_{m \text{ Вх}}}$$

$$K_p = \frac{P_{\text{Вых}}}{P_{\text{Вх}}}$$

РЕЗОНАНСНЫЙ И МАКСИМАЛЬНО ДОСТИЖИМЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ (K_o и $K_{o \max}$);

$$K_o = S_d \cdot R_{\text{э}}$$

S_d – динамическая крутизна лампы.

$R_{\text{э}}$ – эквивалентное сопротивление, пропорционально сопротивлению настроенного контура.





ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ ($2\Delta f$):

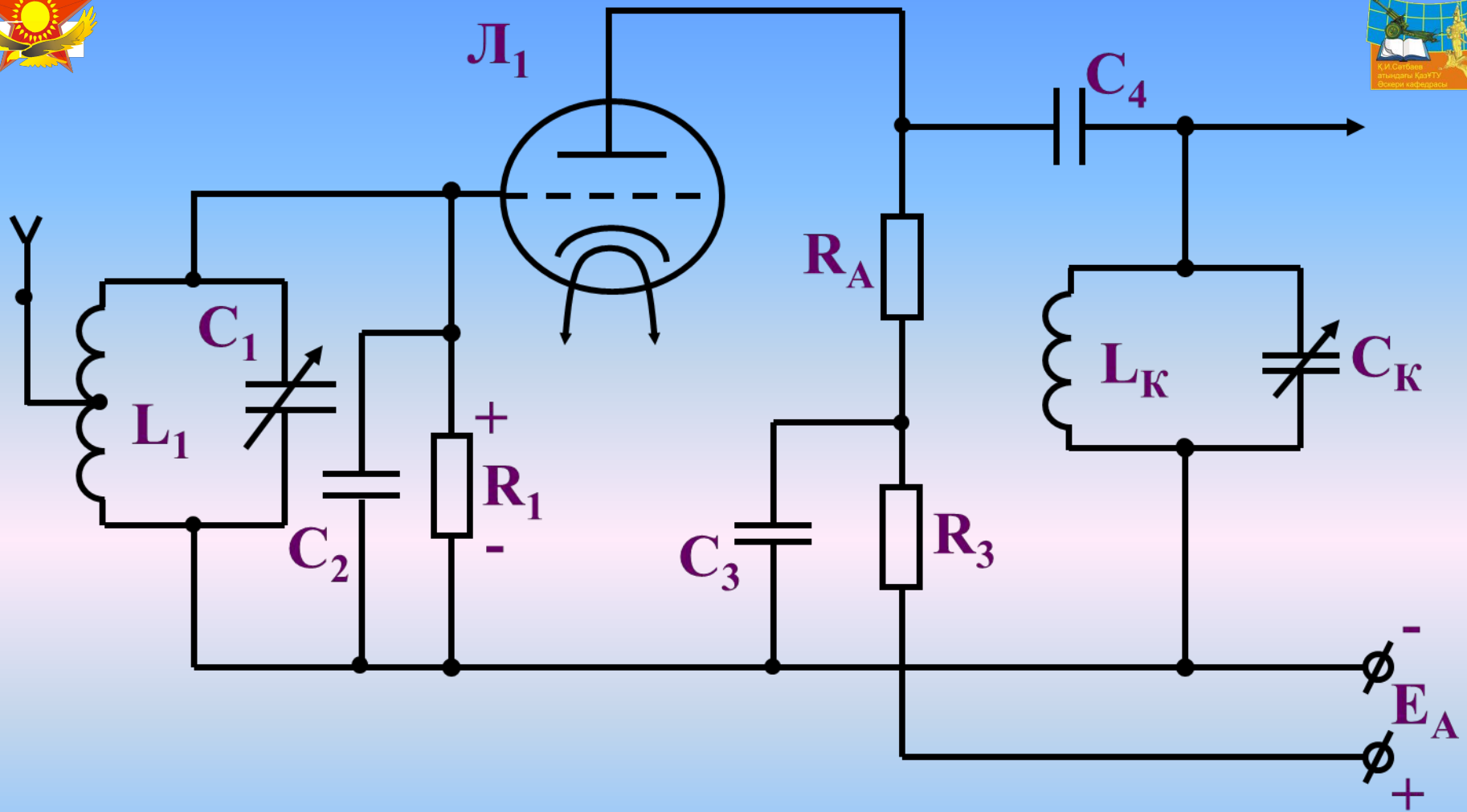
Полоса пропускания каскада УВЧ определяется как разность частот, в пределах которой коэффициент усиления понижается не более уровня 0,707 от коэффициента усиления на резонансной частоте:

$Q_{\text{э}}$ – эквивалентная добротность;

$R_{\text{э}}$ – резонансное сопротивление контура;

$C_{\text{э}}$ – эквивалентная емкость контура.



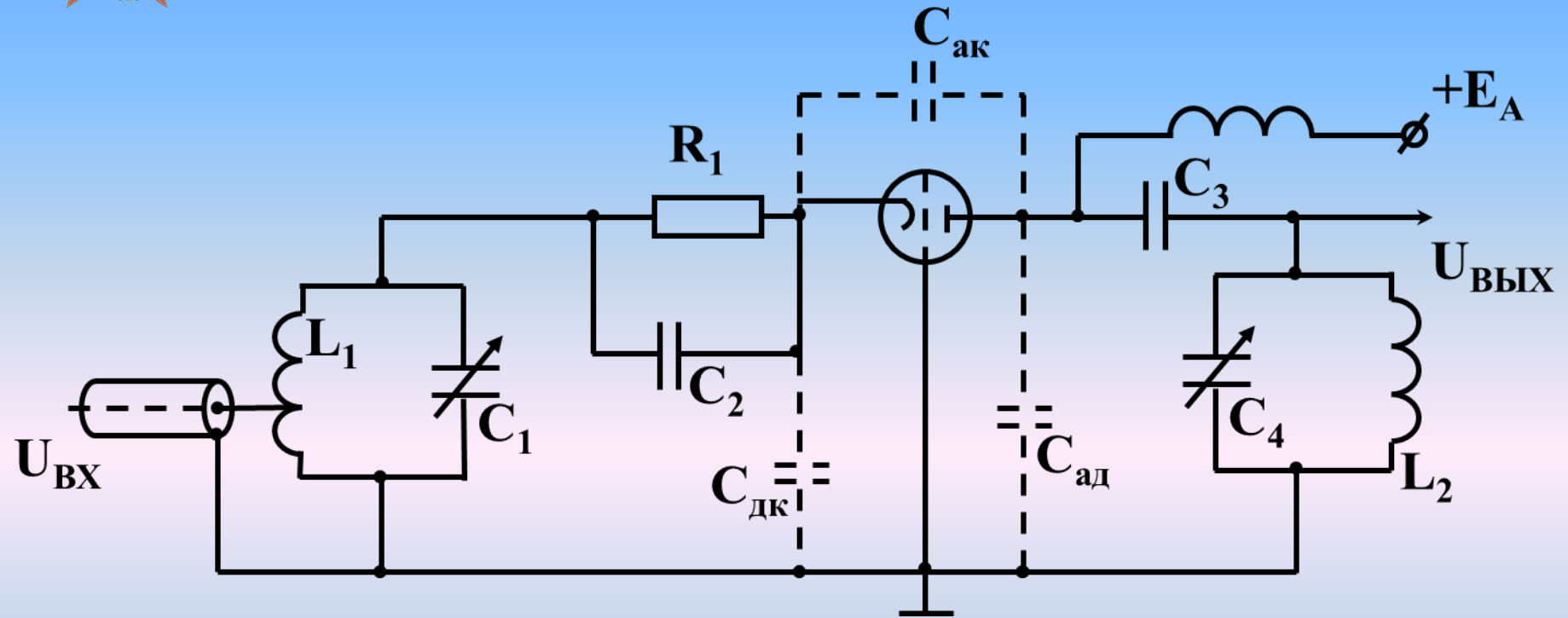


УВЧ НА ТРИОДЕ С ОБЩИМ КАТОДОМ



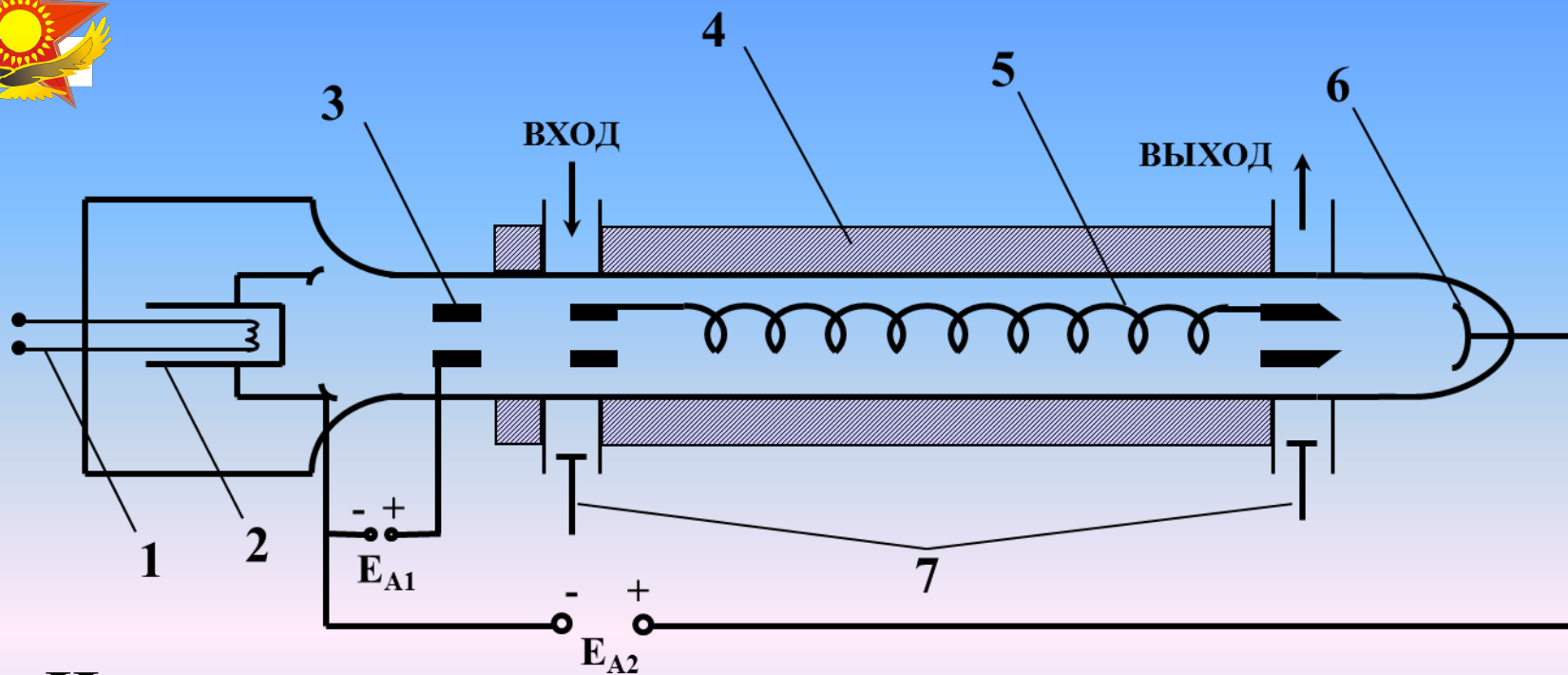


Қ.И.Сәтбаев
атындағы ҚРҰТҰ
Әлеуметтік ғылымдары



УВЧ НА ТРИОДЕ С ОБЩЕЙ СЕТКОЙ



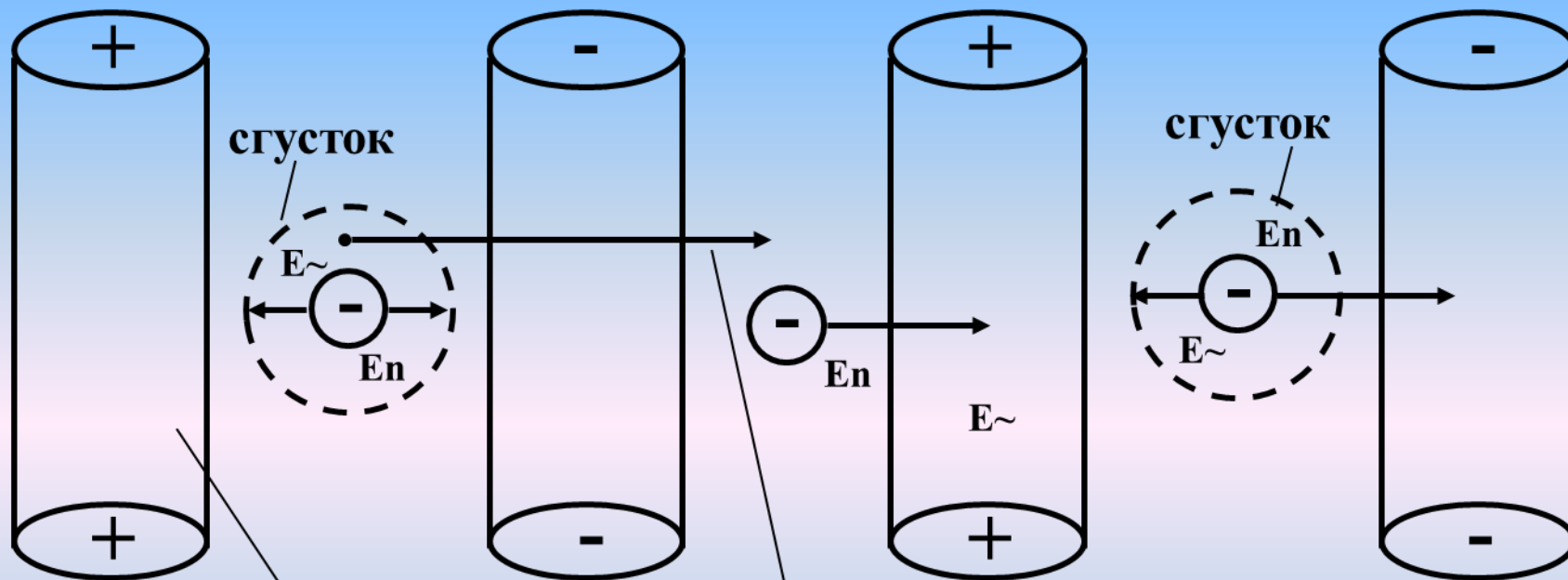


1. Нить накала
2. Катод
3. Анод
4. Фокусирующая система
5. Проволочная спираль
6. Коллектор
7. Входное и выходное устройство



ускоряющее поле СВЧ

замедляющее поле СВЧ



виток спирали

E поля

катод - коллектор

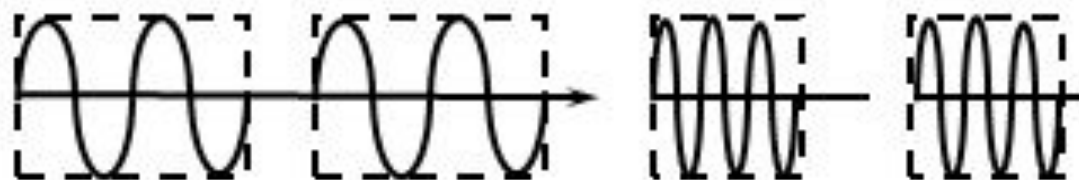
ПРИНЦИП РАБОТЫ ЛБВ



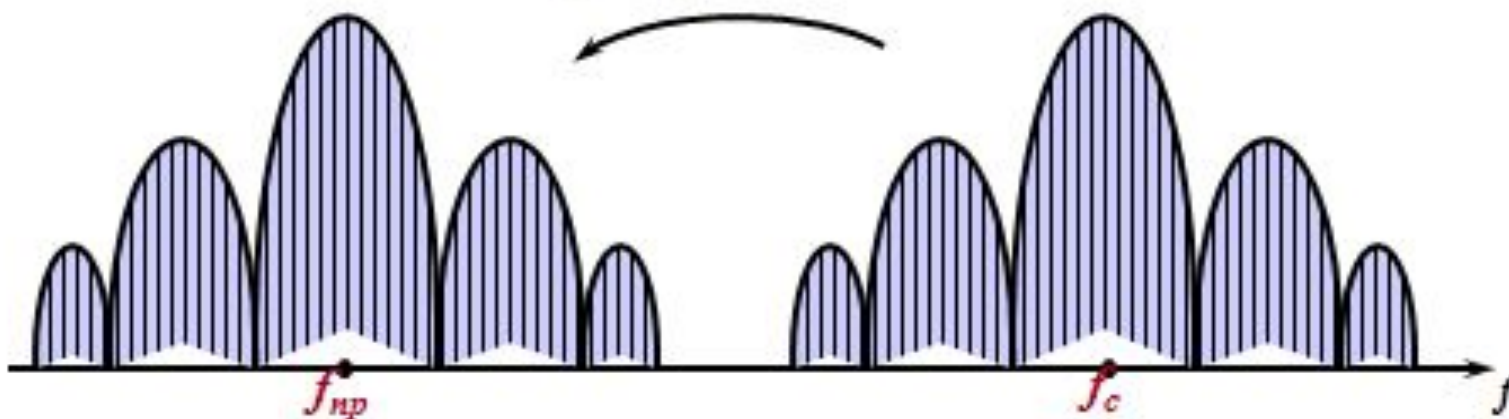
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ.

Преобразователем частоты называется устройство, в котором несущая частота принятого сигнала (f_c) преобразуется в промежуточную (f_{np}) без изменения закона модуляции.



преобразование





ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ



1. Коэффициент преобразования (коэффициент передачи или коэффициент усиления):

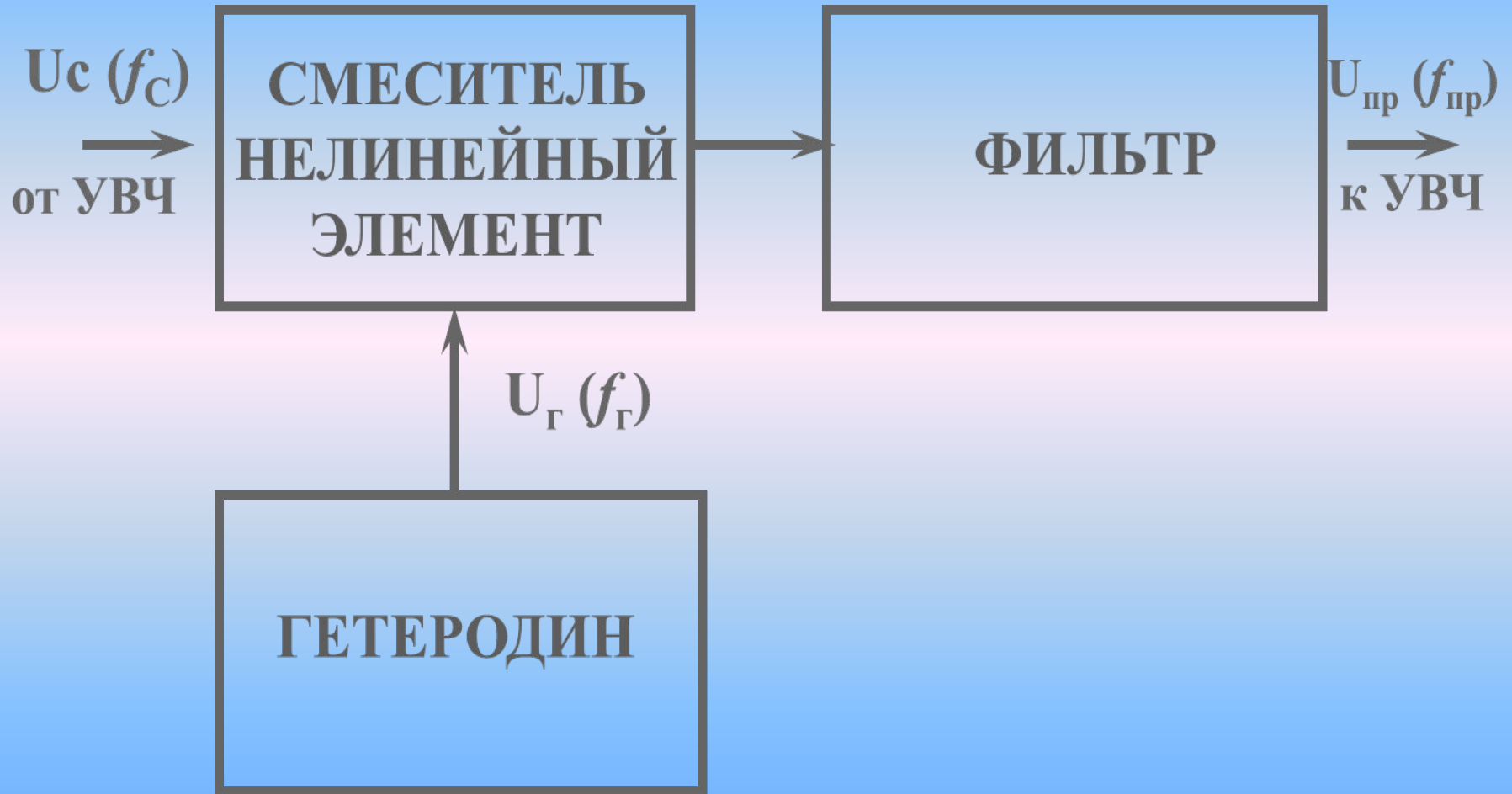
$$K_{np} = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = \frac{U_{т.пр}(F_{пр})}{U_{т.с}(f_c)}$$

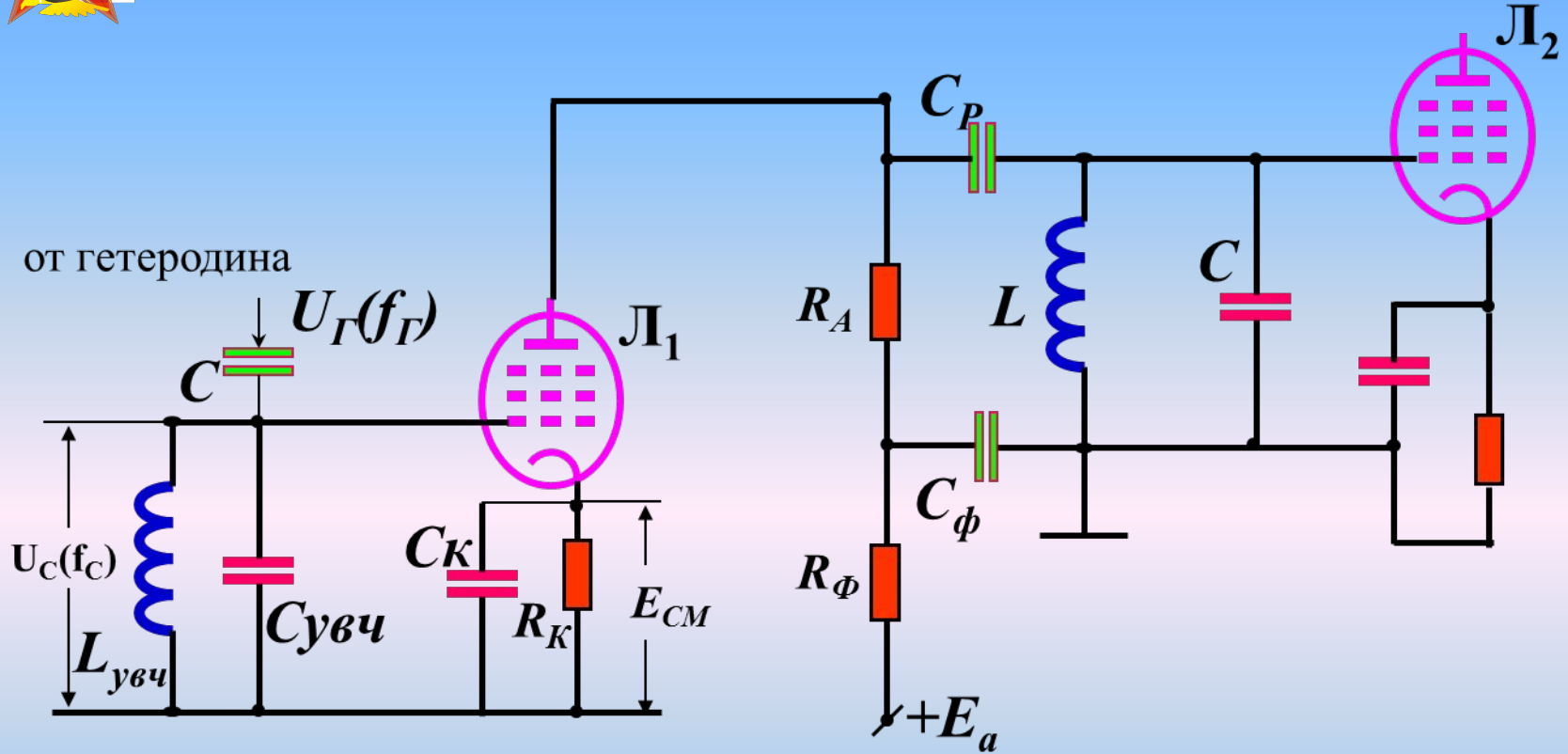
2. Устойчивость работы ПРЧ





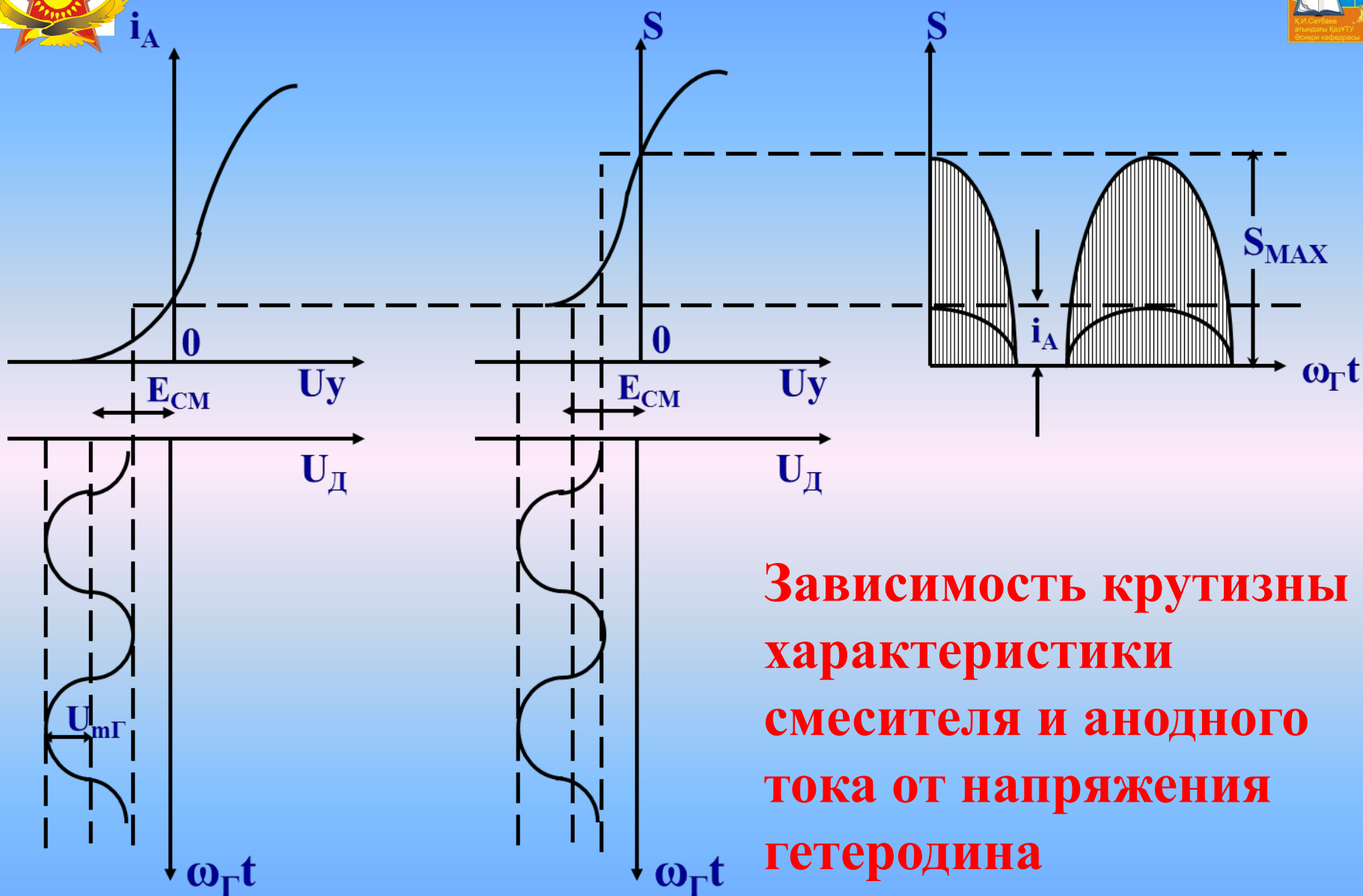
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ





ОДНОСЕТОЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ





**Зависимость крутизны
характеристики
смесителя и анодного
тока от напряжения
гетеродина**





от УВЧ

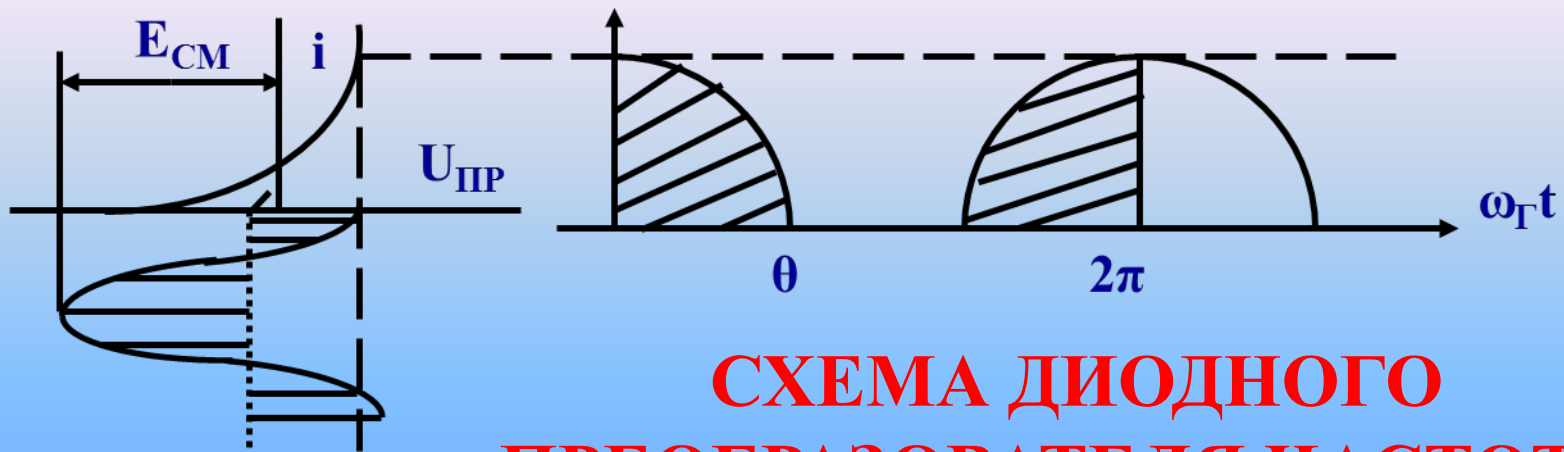
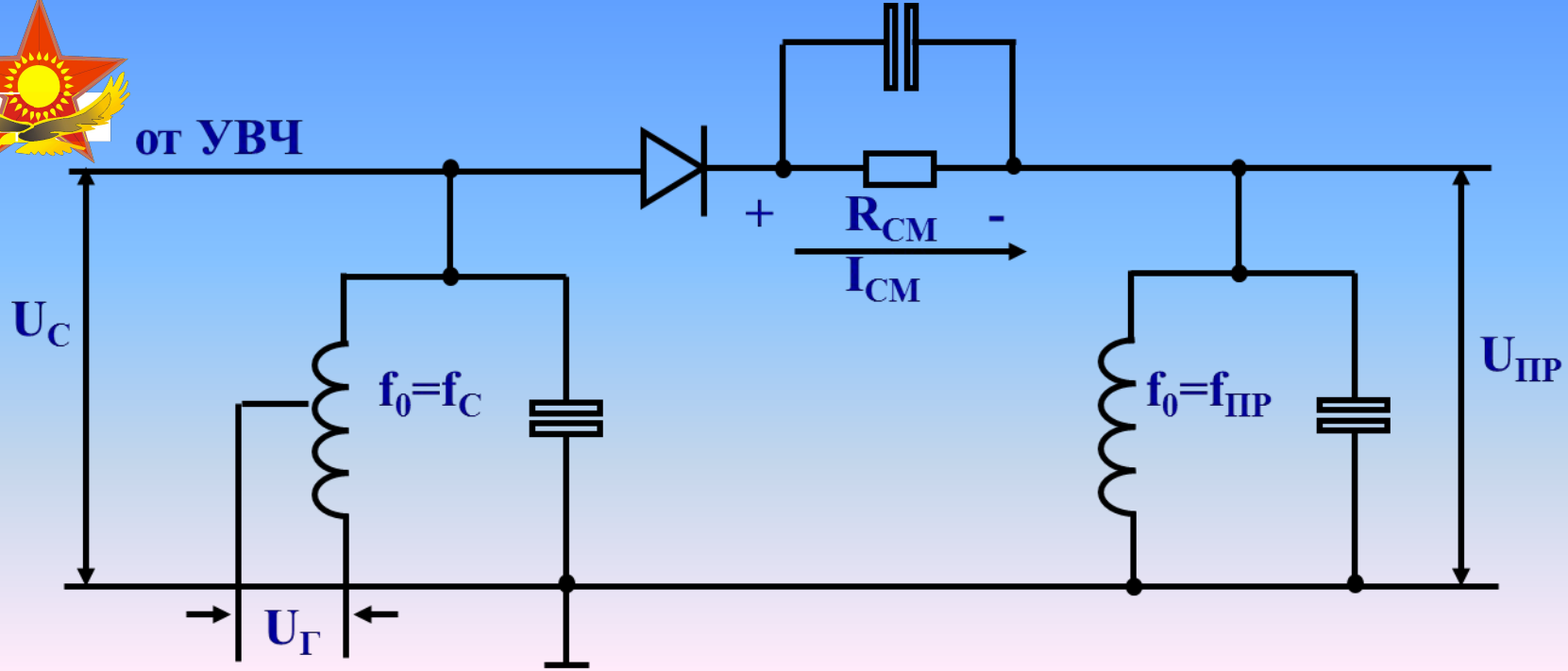


СХЕМА ДИОДНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ





УСИЛИТЕЛИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

УПЧ находятся после преобразователя частоты и осуществляют основное усиление приемника

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

- ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ЧАСТОТА** выбирается в зависимости от диапазона приемника и его назначения. Лежит в пределах 5 – 90 мГц.
- КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ** равен отношению комплексной амплитуды напряжения на выходе $U_{вых}$ к комплексной амплитуде напряжения на входе $U_{вх}$.

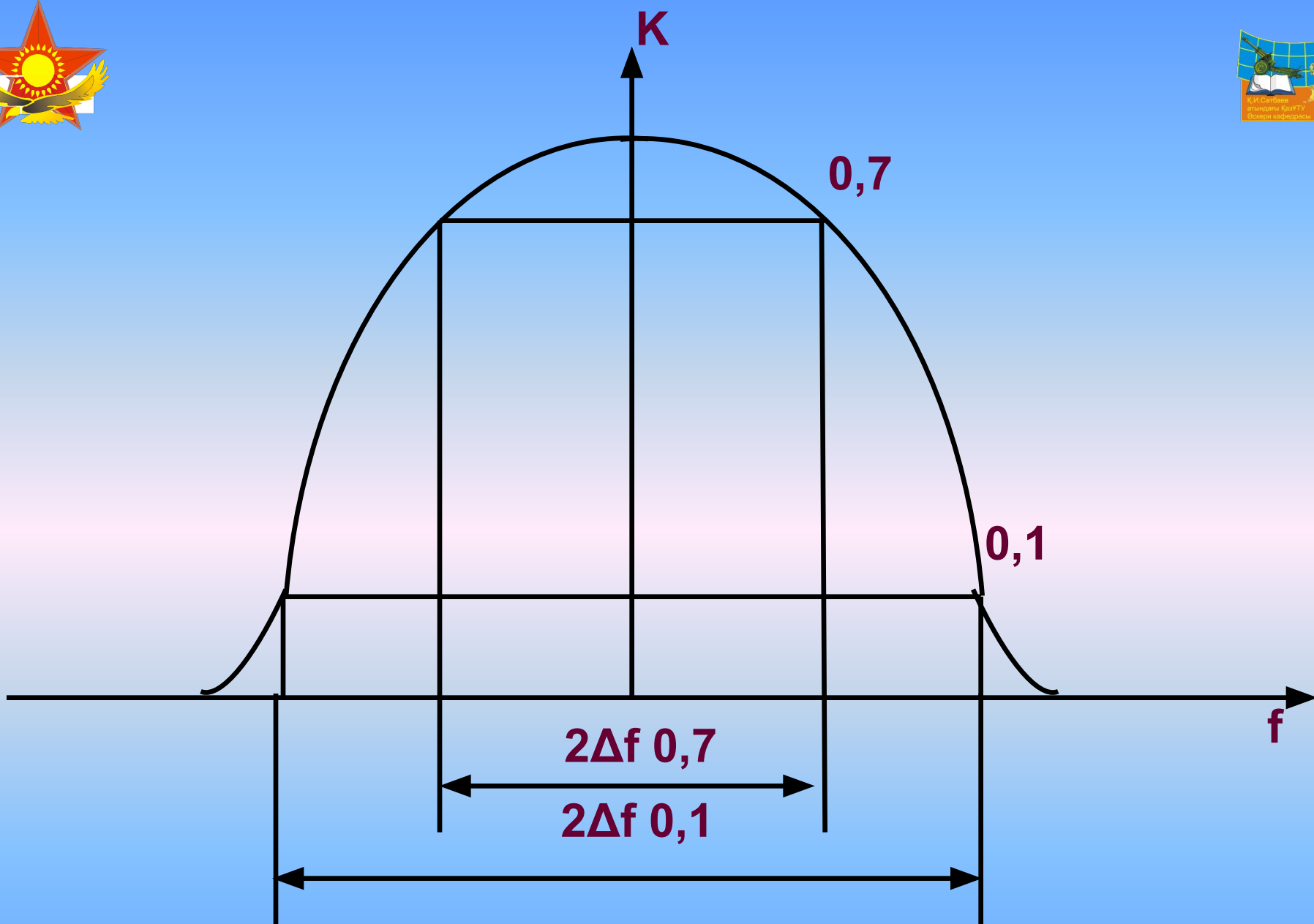


3. ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ УПЧ определяет полосу пропускания всего приемника и выбирается в зависимости от назначения его и диапазона принимаемых частот.

$$2\Delta f = 1 \dots 1,2 / \tau_{\text{ш}} \cong 2 \Delta f_{\text{опт}}$$

4. ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ УПЧ определяет избирательность всего приемника и оценивается коэффициентом прямоугольности.





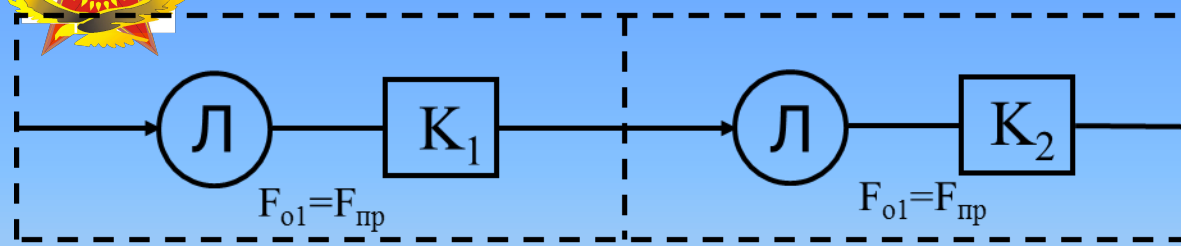
РЕЗОНАНСНАЯ КРИВАЯ УПЧ ПРИЁМНИКА



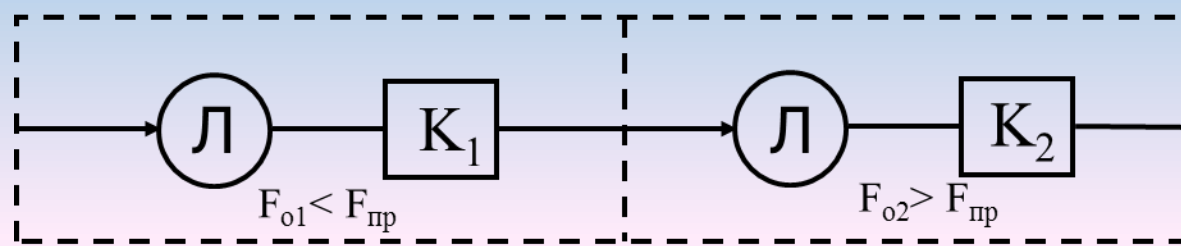
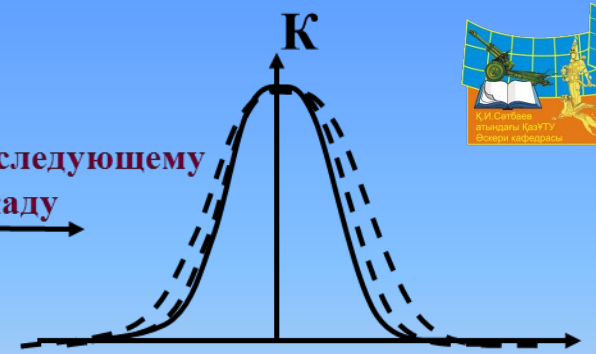
5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМЫ УПЧ – это произведение резонансного коэффициента усиления одного каскада K_{01} на полосу пропускания $2\Delta f$ всего многокаскадного усилителя.

$$\mathcal{E} = K_{01} \cdot 2 \Delta f$$

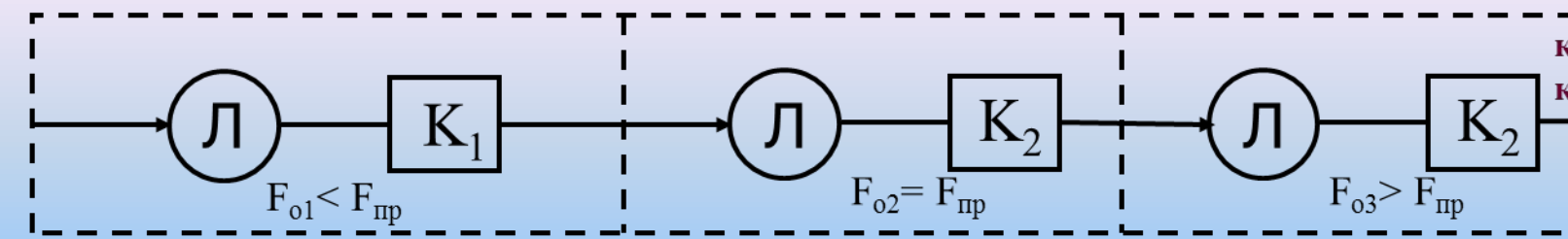
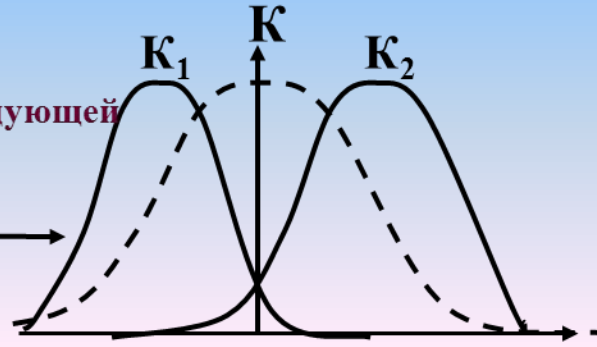
6. УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ. УПЧ не должен самовозбуждаться



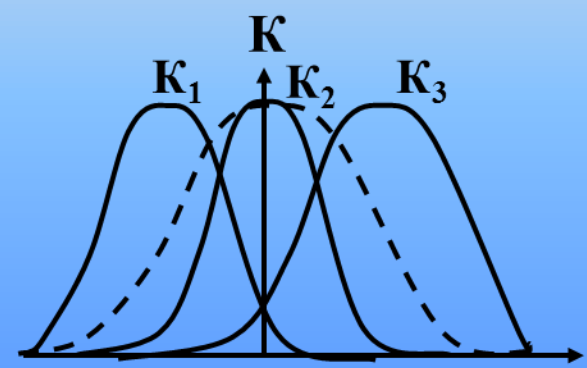
к последующему каскаду



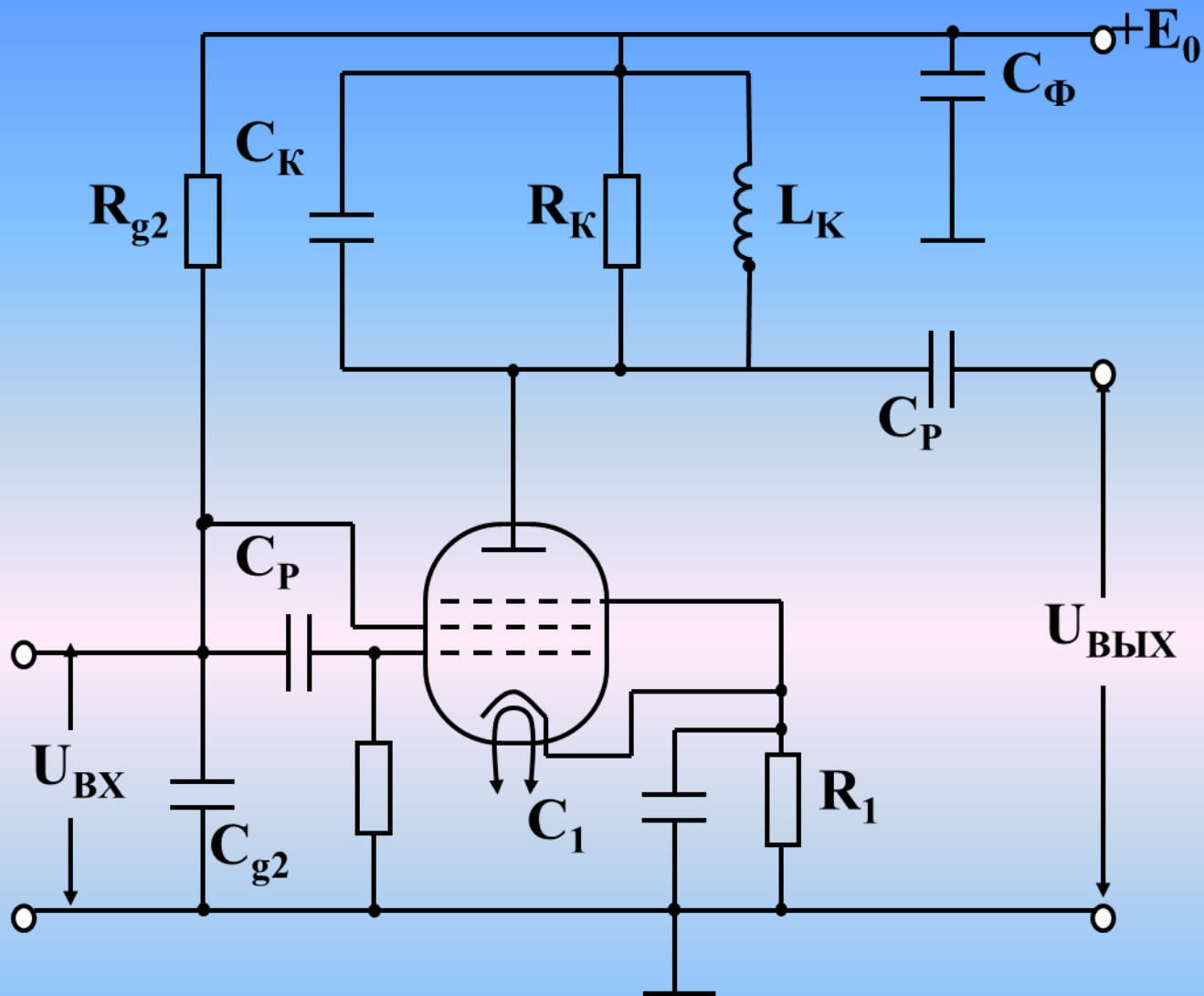
к следующей паре



к последующему каскаду



Классификация УПЧ



РЕЗОНАНСНЫЙ КАСКАД С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ НАГРУЗКИ

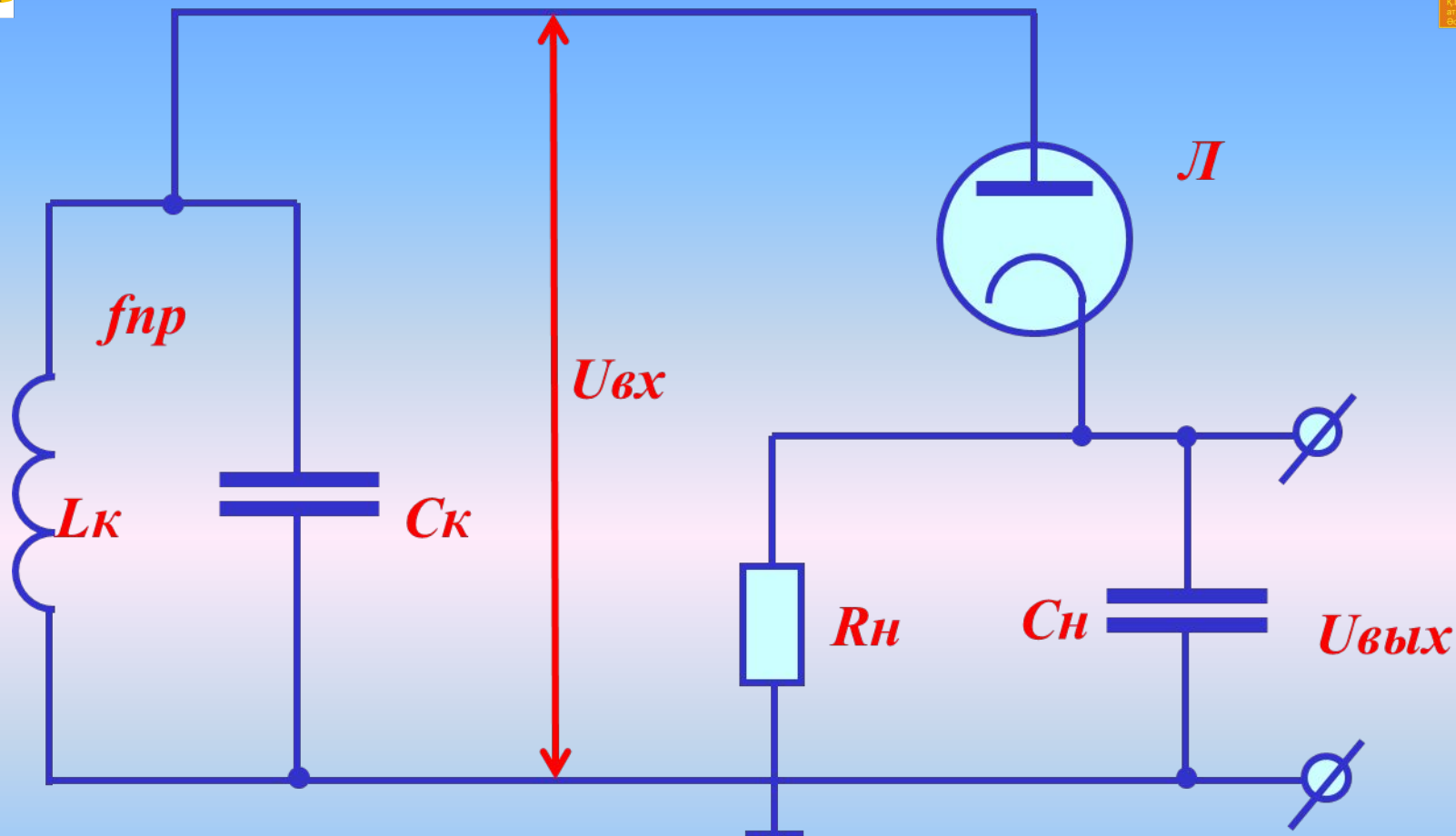
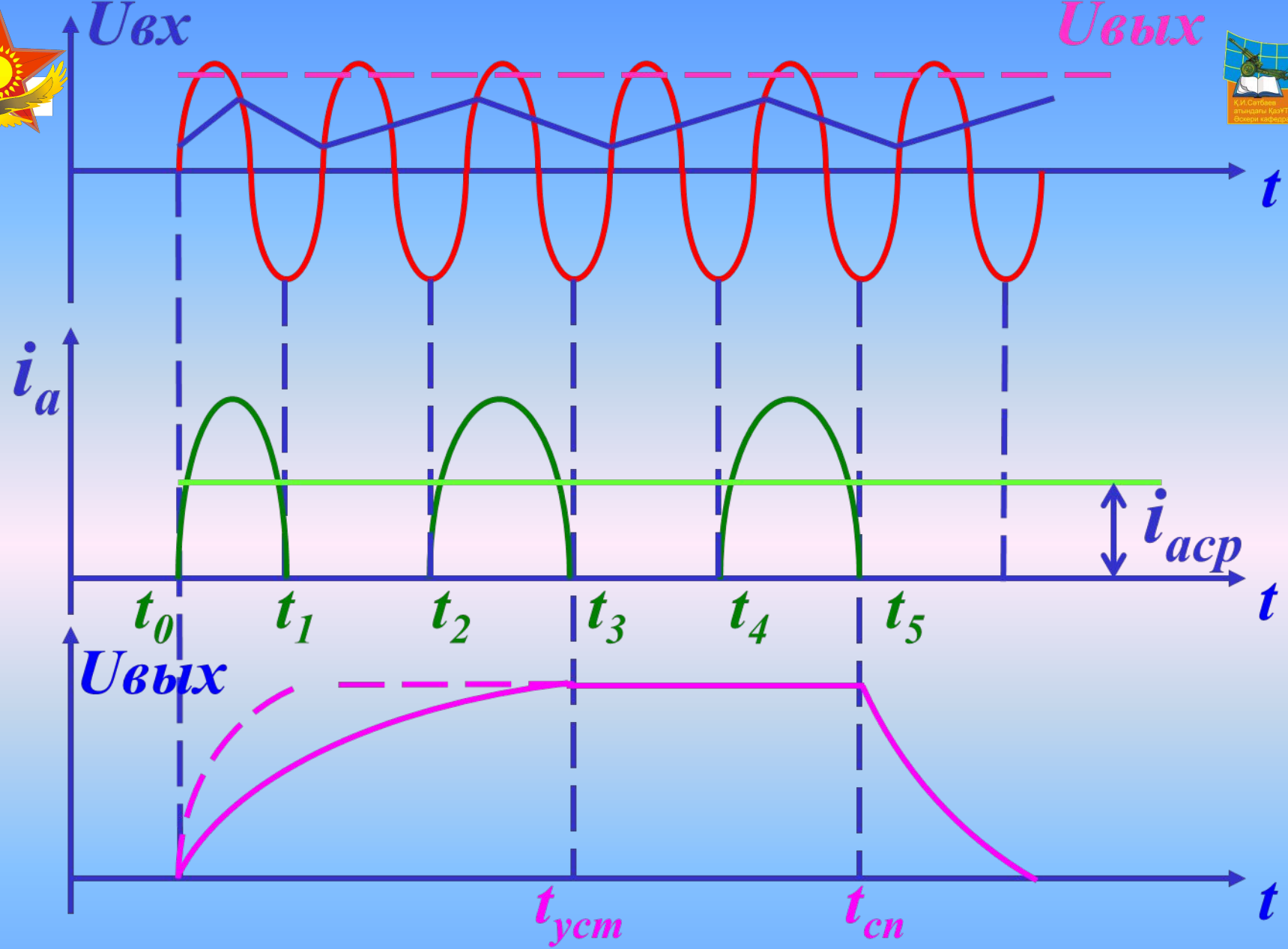
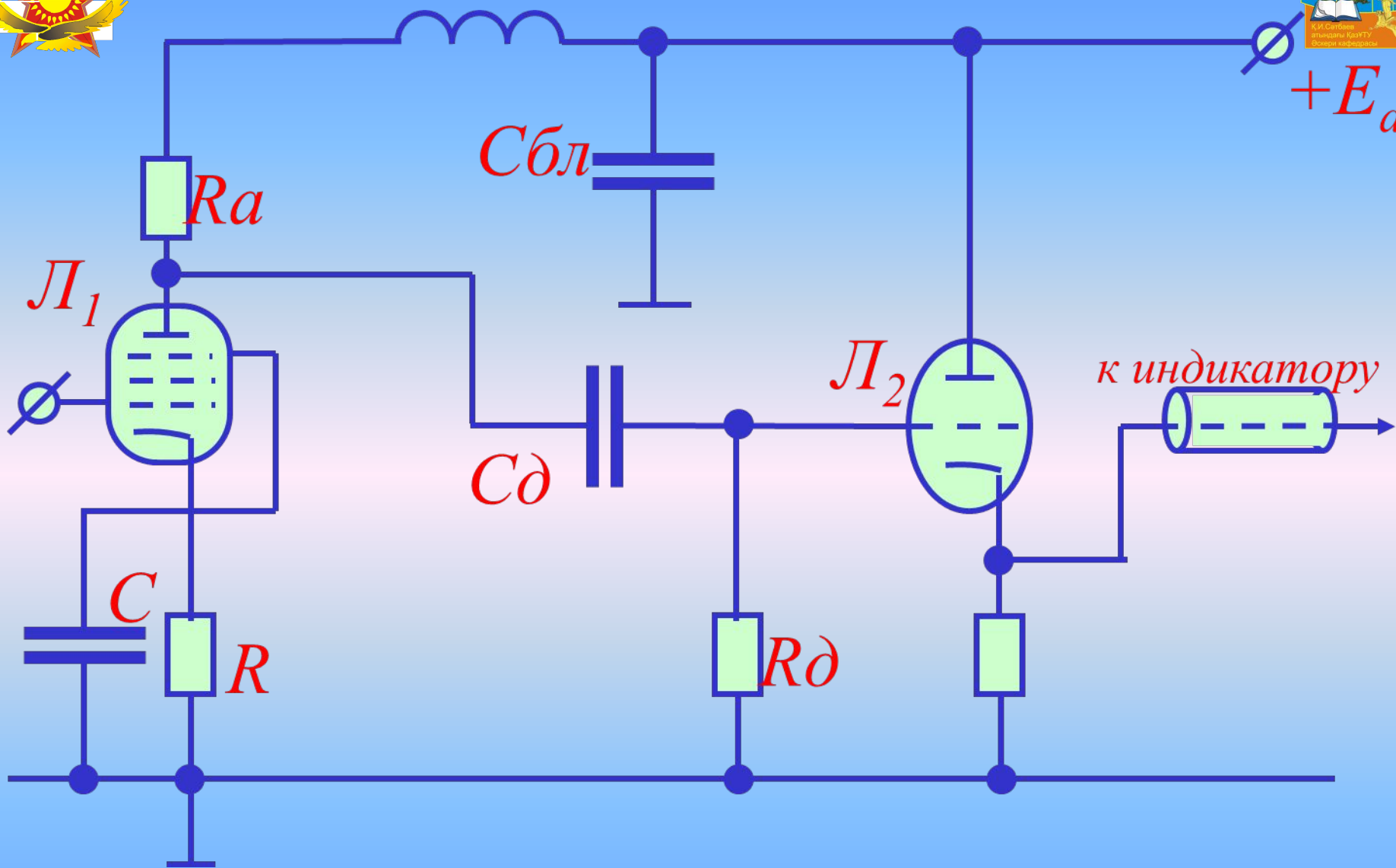


СХЕМА АМПЛИТУДНОГО ДЕТЕКТОРА

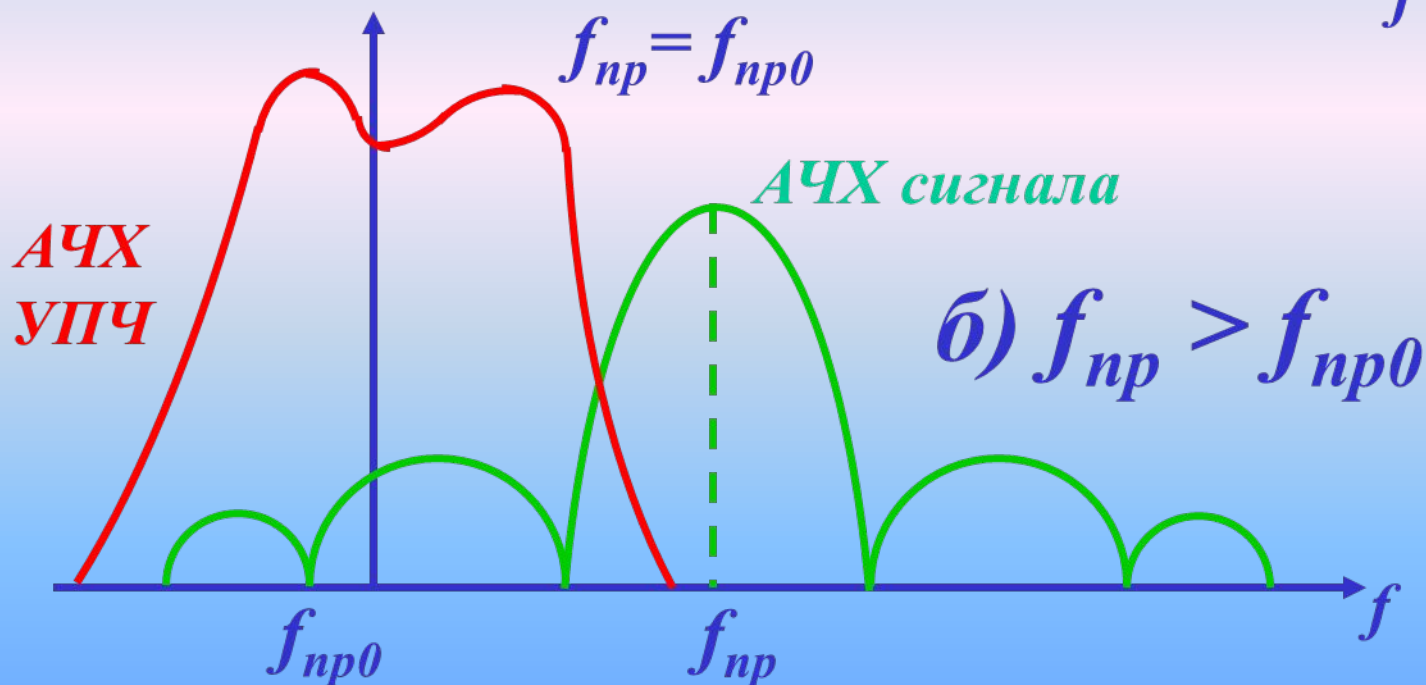
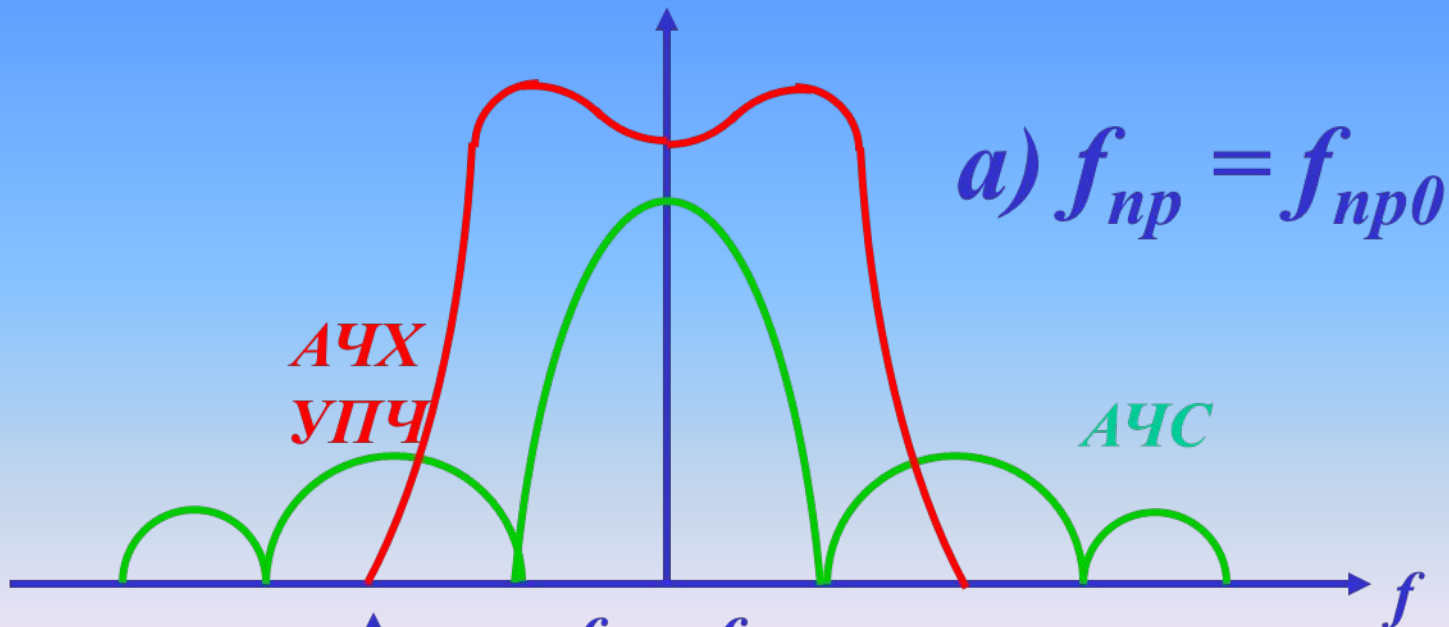


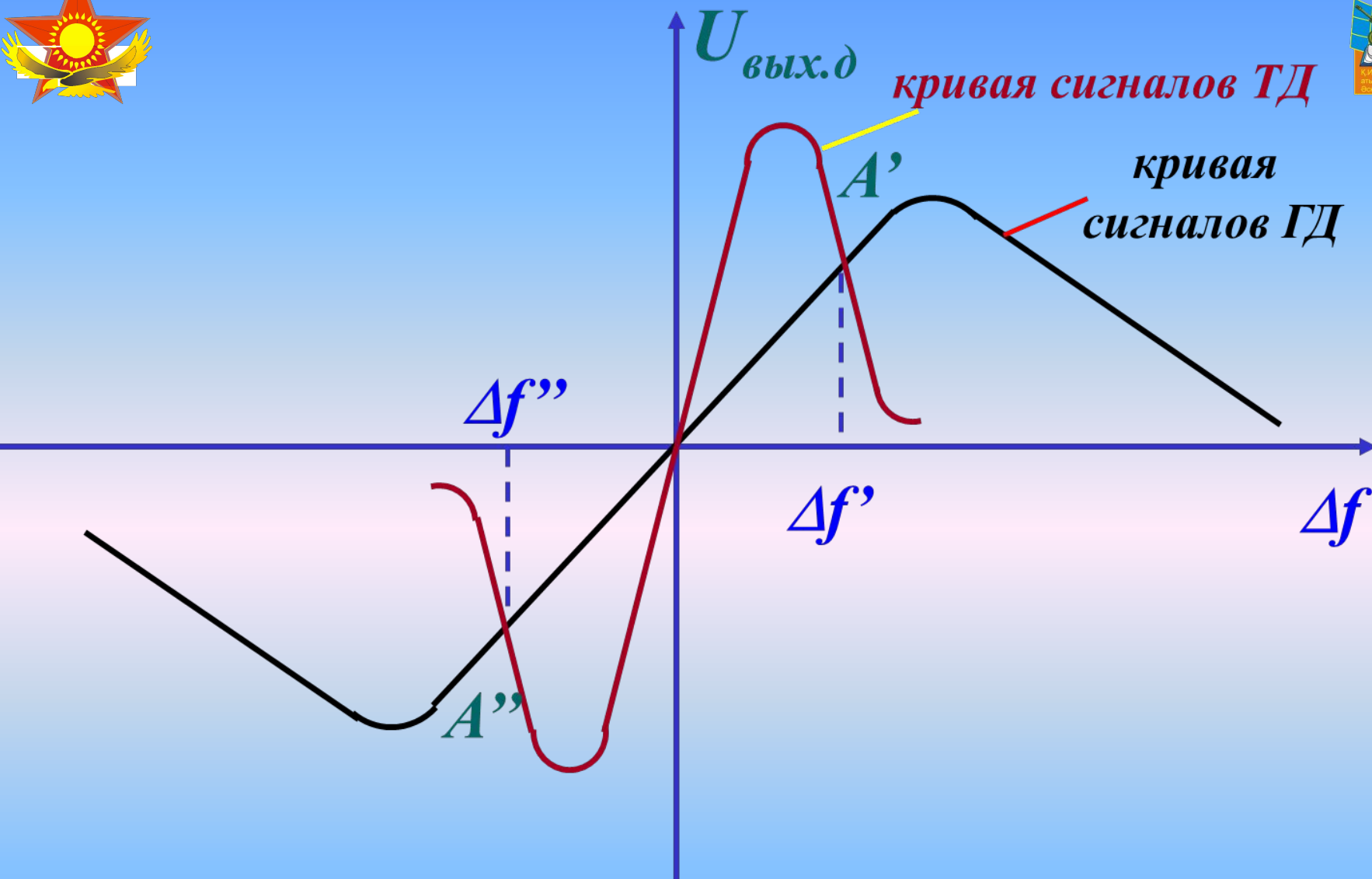
ЭЩЮРЫ НАПРЯЖЕНИЯ, ПОЯСНЯЮЩЕ ПРИНЦИП РАБОТЫ АМПЛИТУДНОГО ДЕТЕКТОРА 49



ДВУХКАСКАДНАЯ СХЕМА ВЫХОДНОГО УСТРОЙСТВА ПРИЕМНИКА

- **ЗАНЯТИЕ 3**





АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ АПЧ



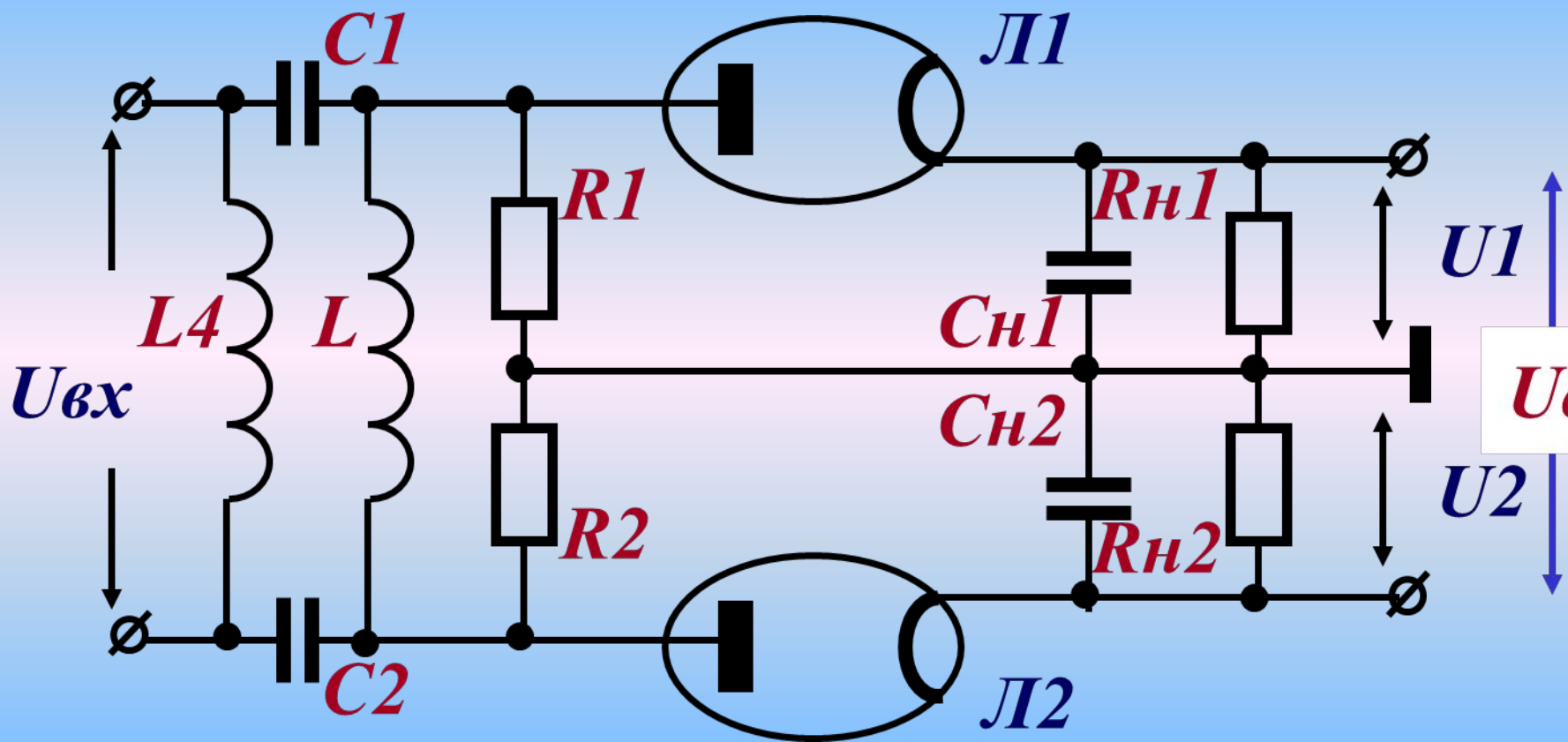
1. ПОЛОСА СХВАТЫВАНИЯ – это область максимальных начальных расстройек частоты, в пределах которых система АПЧ при ее включении способна выполнять свои функции.

2. БЫСТРОДЕЙСТВИЕ – максимальная скорость изменения частоты гетеродина или передатчика под воздействием управляющего сигнала.

3. ТОЧНОСТЬ ПОДСТРОЙКИ – характеризуется величиной остаточной ошибки.



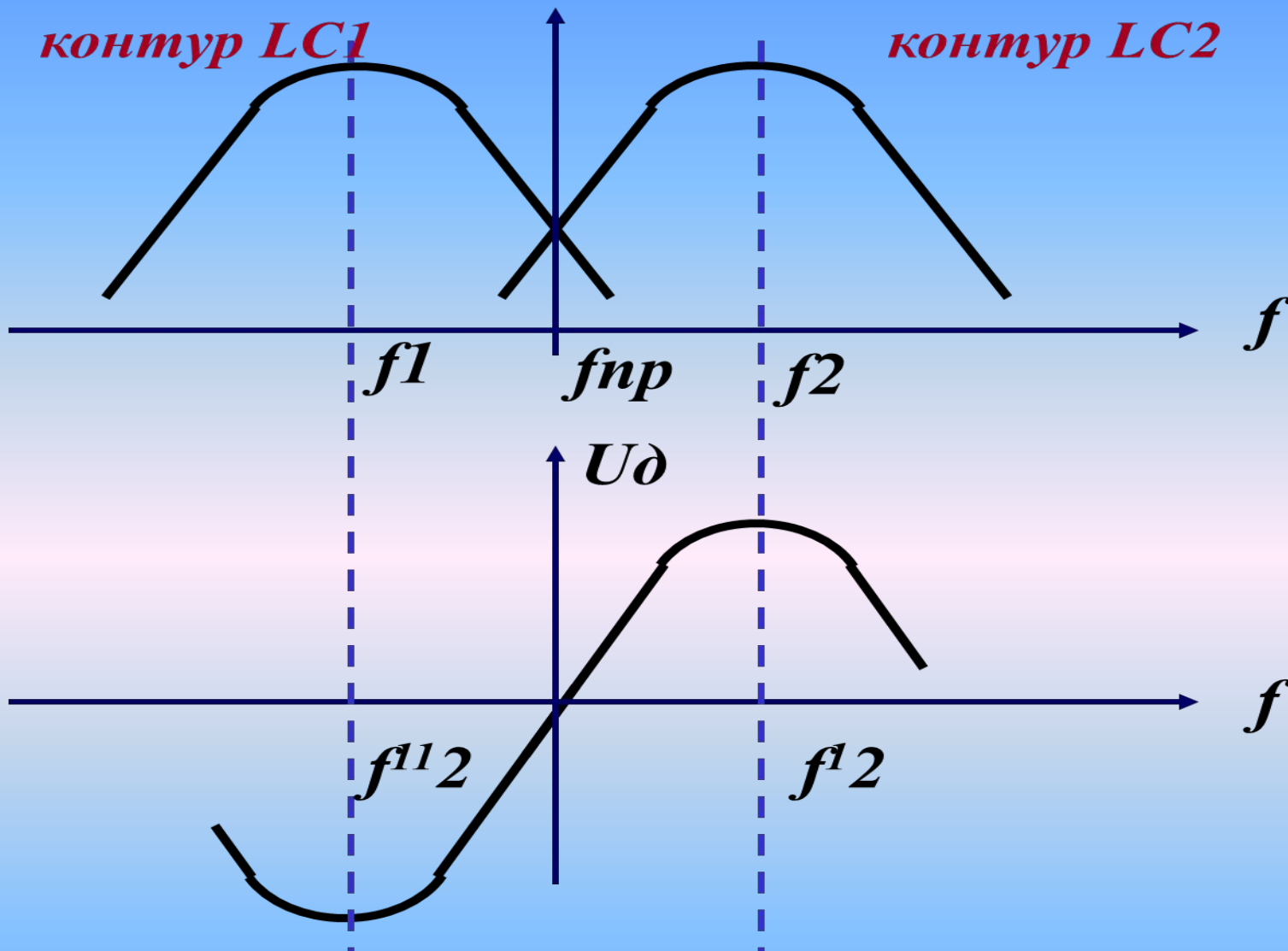
ЧАСТОТНЫЙ ДИСКРИМИНАТОР С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ РЕЗОНАНСОМ





U_{mRn}
контур LC1

U_{mRn}
контур LC2

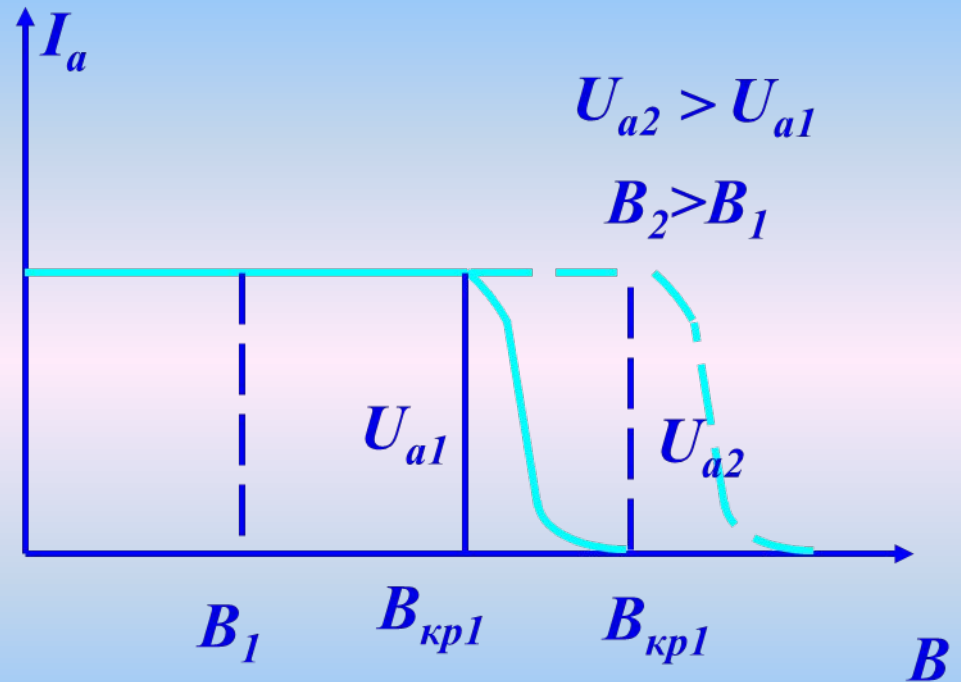
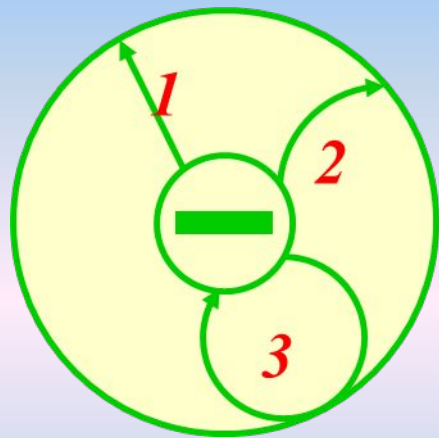


ЭШЮРЫ НАПРЯЖЕНИЙ ДИСКРИМИНАТОРА



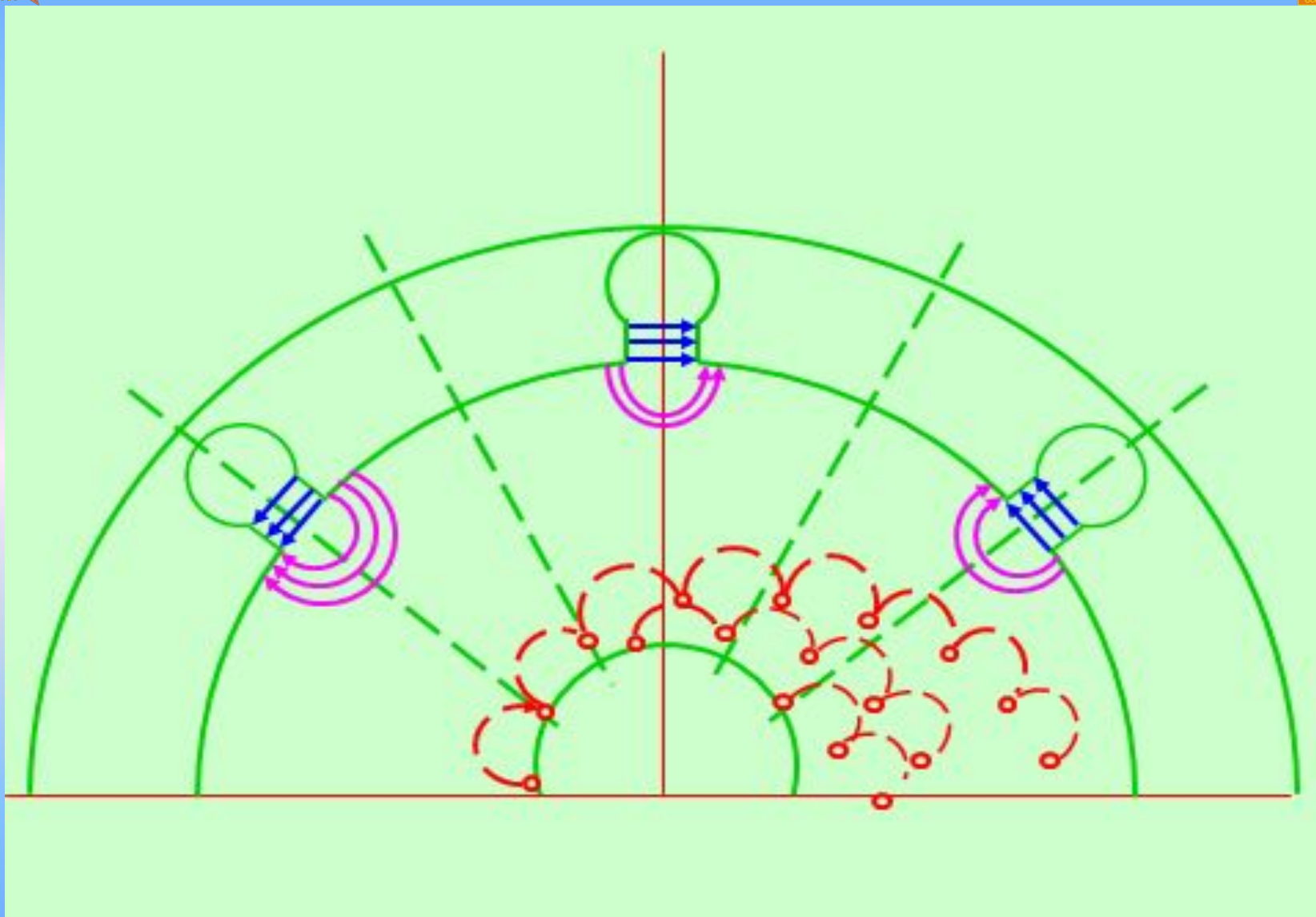






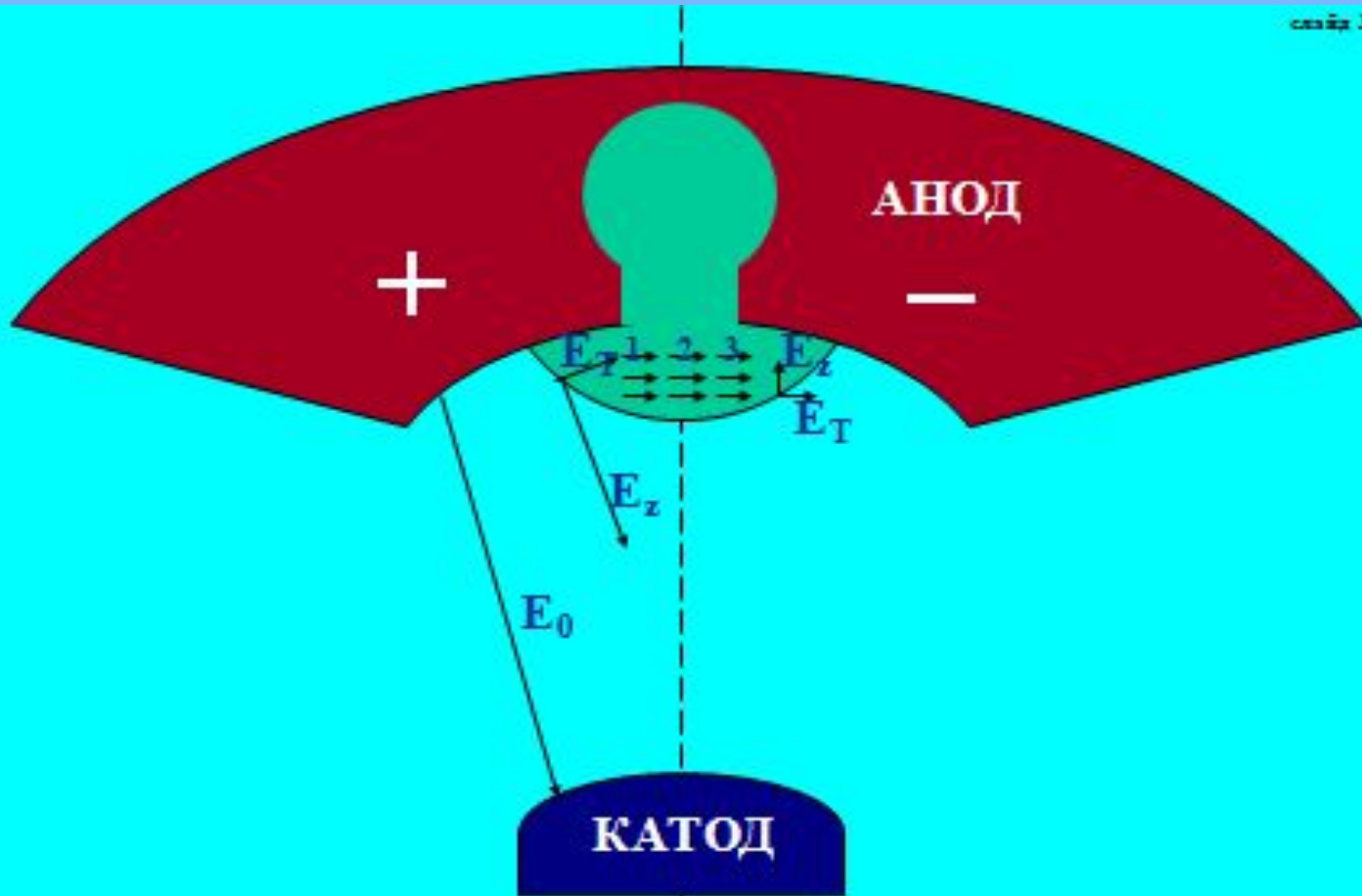
ТРАЕКТОРИЯ ПОЛЕТА ЭЛЕКТРОНОВ И ЗАВИСИМОСТЬ АНОДНОГО ТОКА ОТ ВЕЛИЧИНЫ ИНДУКЦИИ







слайд № 43



ФОКУСИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОЛЯ СВЧ





ФОРМА ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛАКА В МАГНЕТРОНЕ



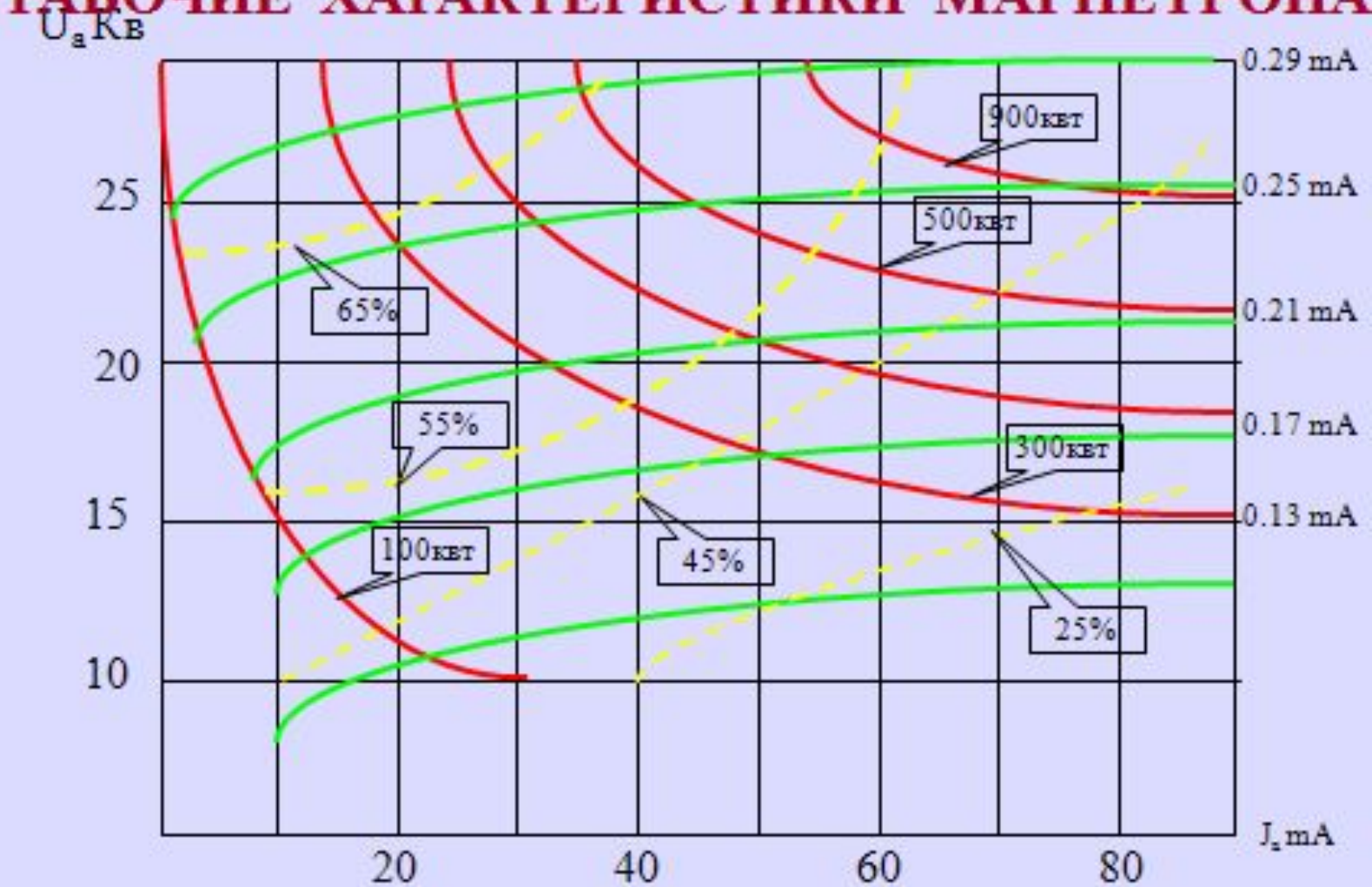


ЗАВИСИМОСТЬ ПОРОГОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ





РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНЕТРОНА





Тема 4.

ТРАКТ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ

Занятие 7. ИМПУЛЬСНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ

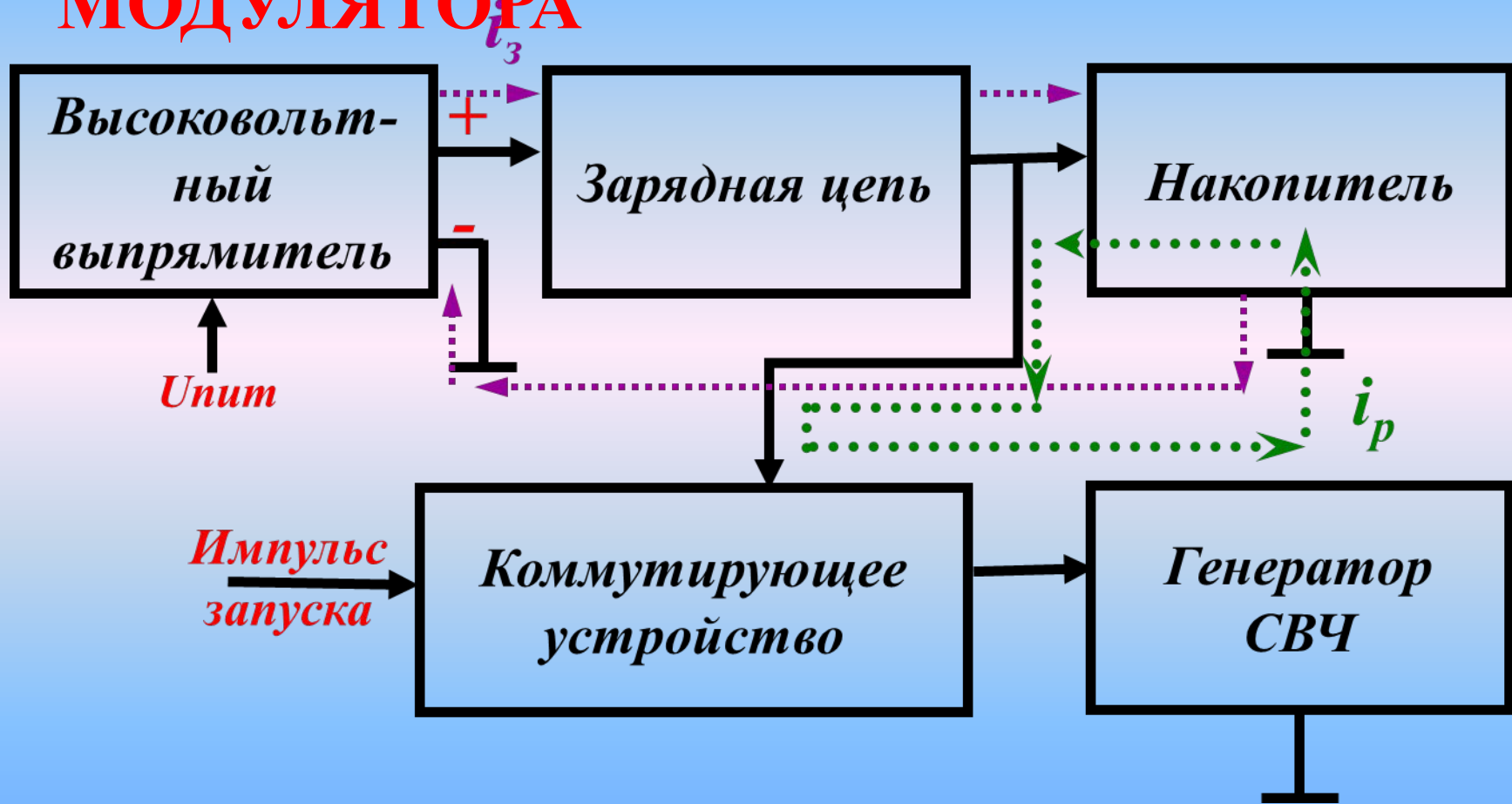
Вопросы занятия

- 1. Назначение и принцип построения импульсных модуляторов.**
- 2. Способы заряда и разряда накопителя.**
- 3. Принципиальная схема импульсного модулятора.**
- 4. Конструктивное исполнение радиопередающего устройства.**



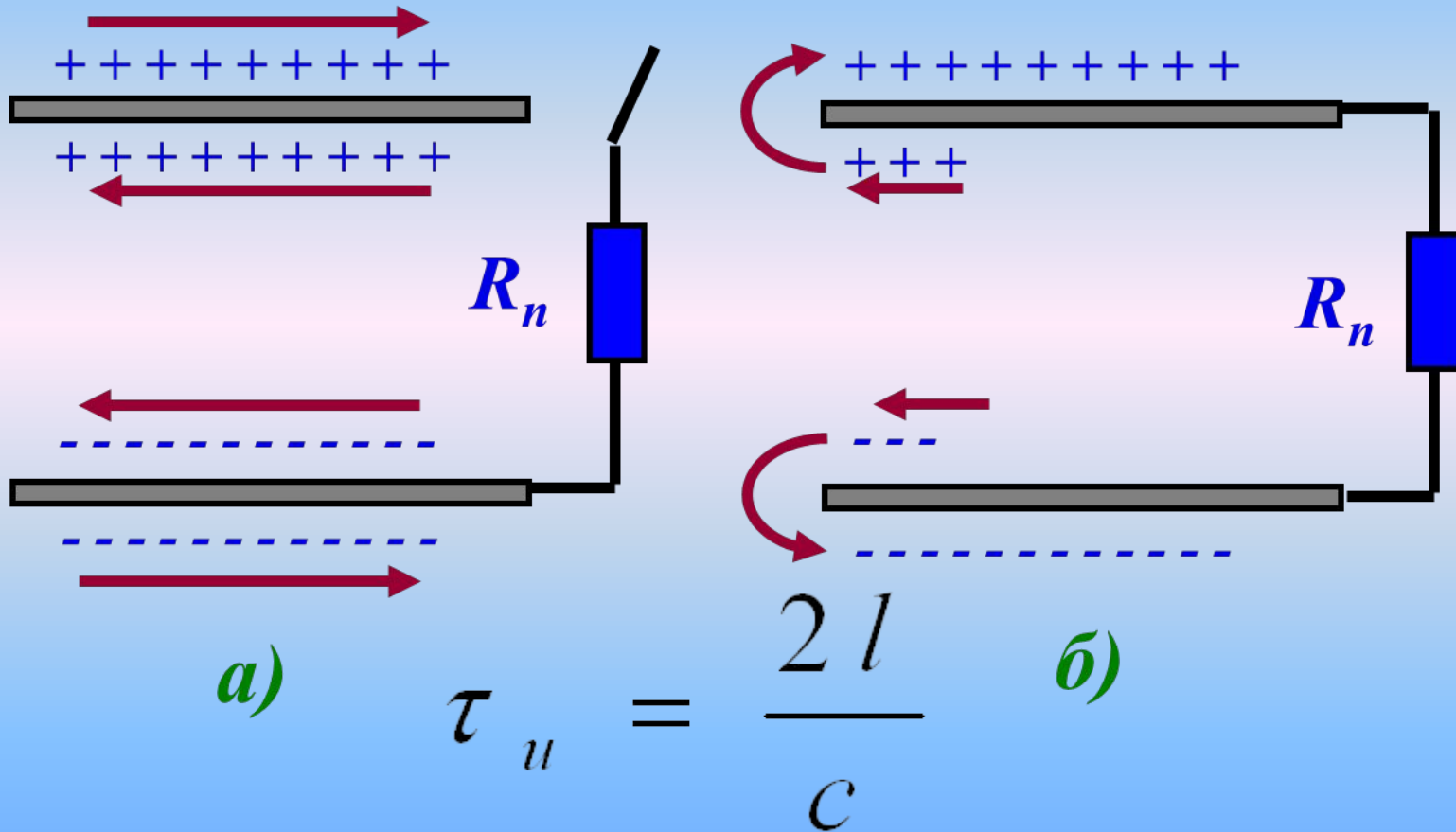


СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯТОРА



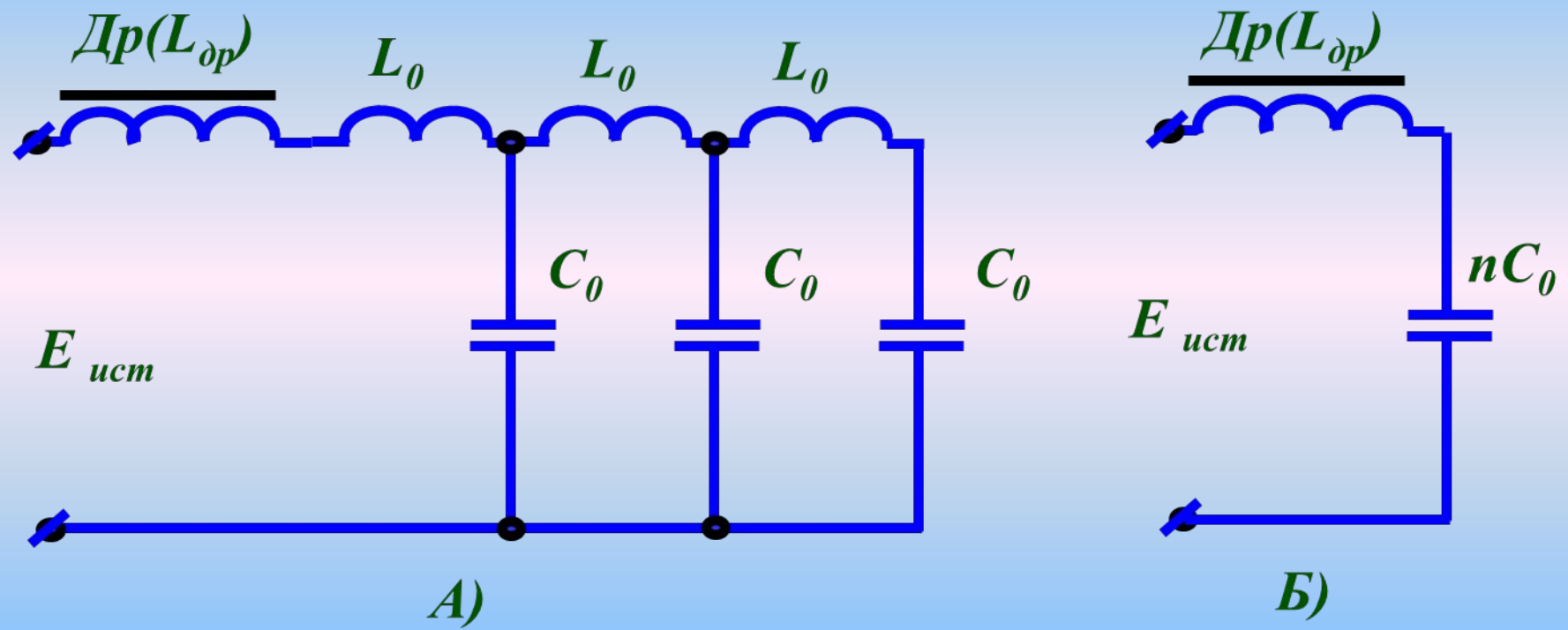


ПРОЦЕССЫ ЗАРЯДА И РАЗРЯДА ДЛИННОЙ ЛИНИИ НА СОГЛАСОВАННУЮ НАГРУЗКУ



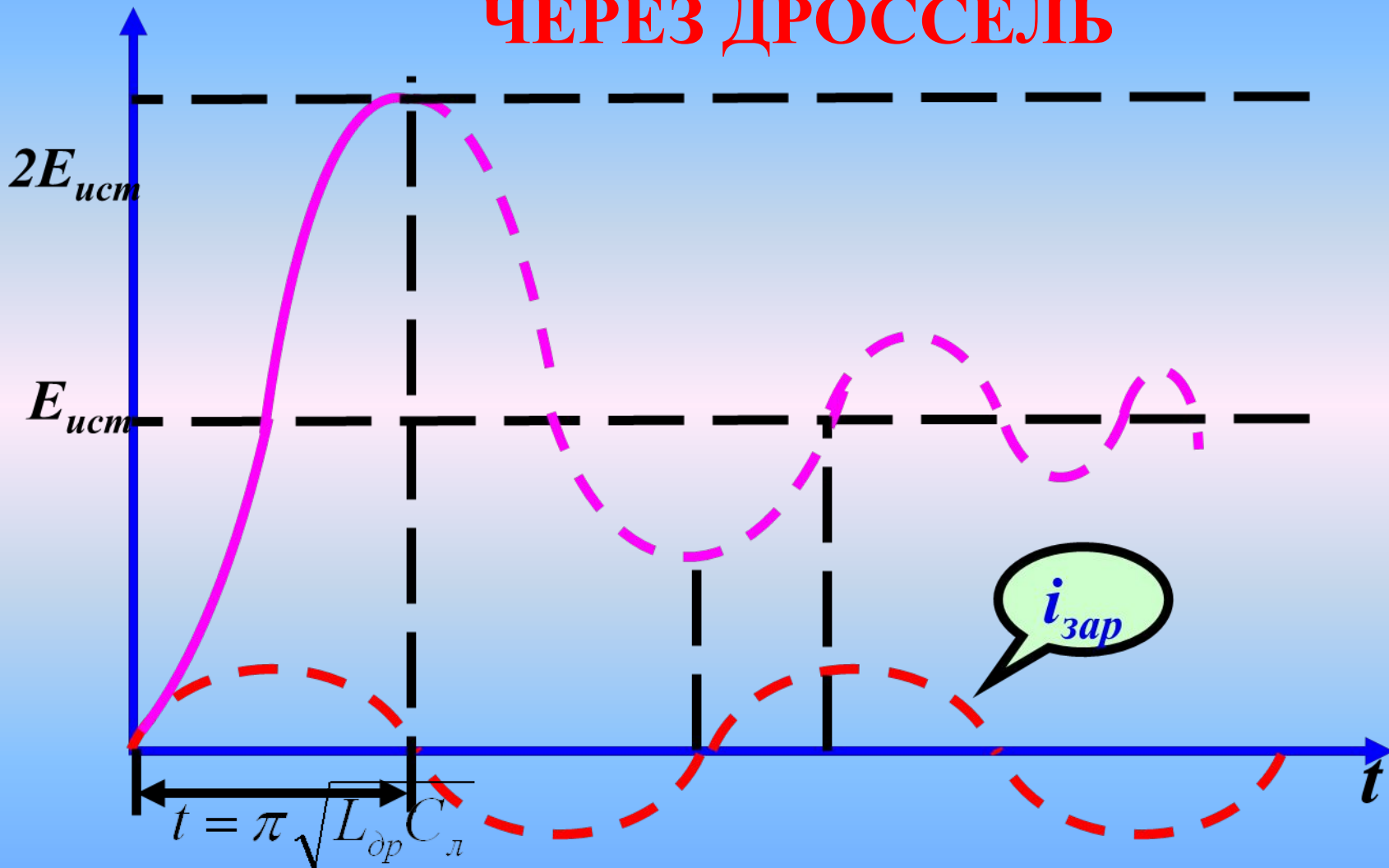


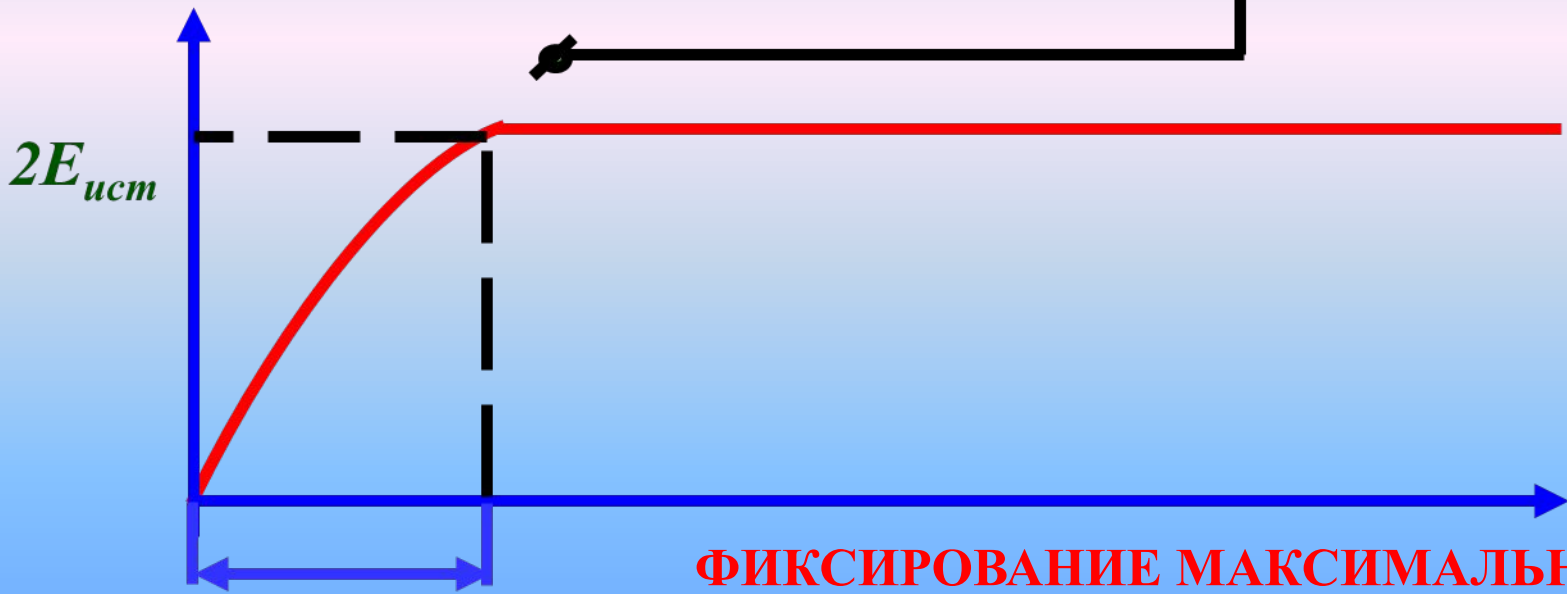
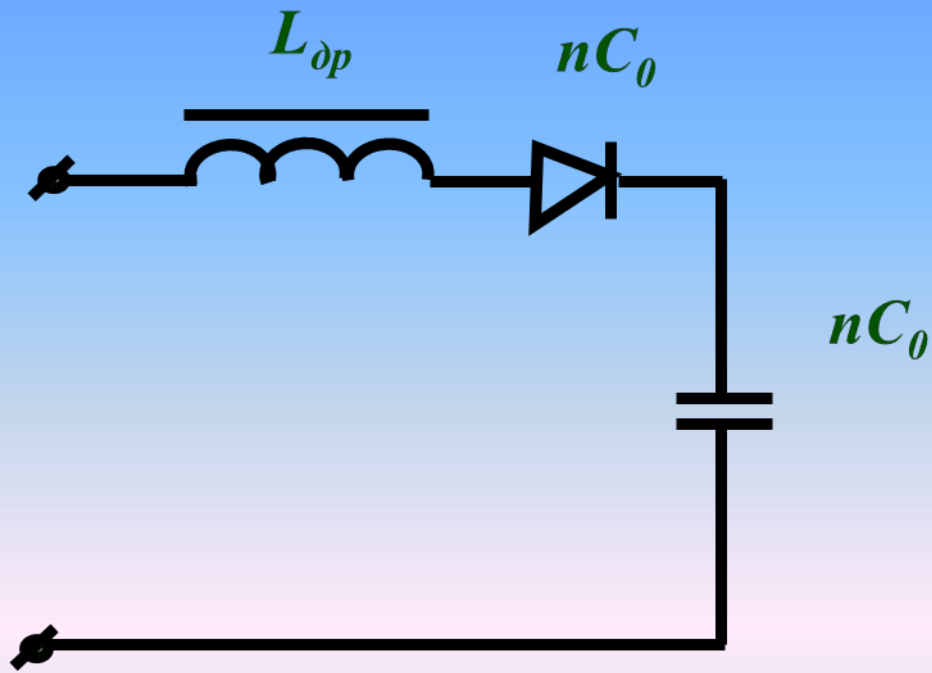
ЗАРЯД ИСКУССТВЕННОЙ ЛИНИ ЧЕРЕЗ ДРОССЕЛЬ





ЗАРЯД ИСКУССТВЕННОЙ ЛИНИИ ЧЕРЕЗ ДРОССЕЛЬ





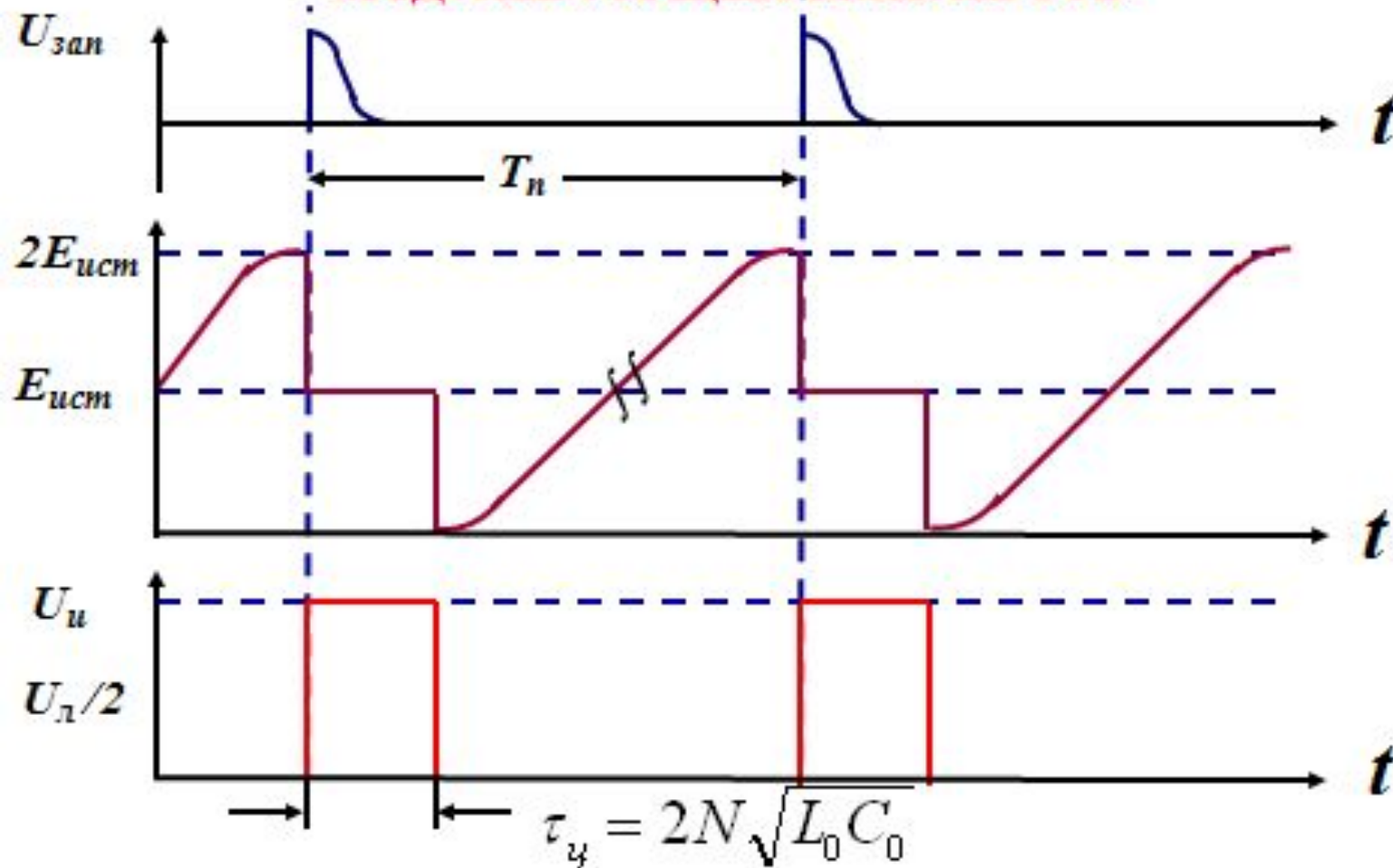
**ФИКСИРОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО
НАПРЯЖЕНИЯ
НА ЛИНИИ С ПОМОЩЬЮ ДИОДА**

$\pi \sqrt{L_{др} C_{л}}$
Цикл ПРКРТВ ПБО СВО Л



слайд № 59

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛИРУЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ

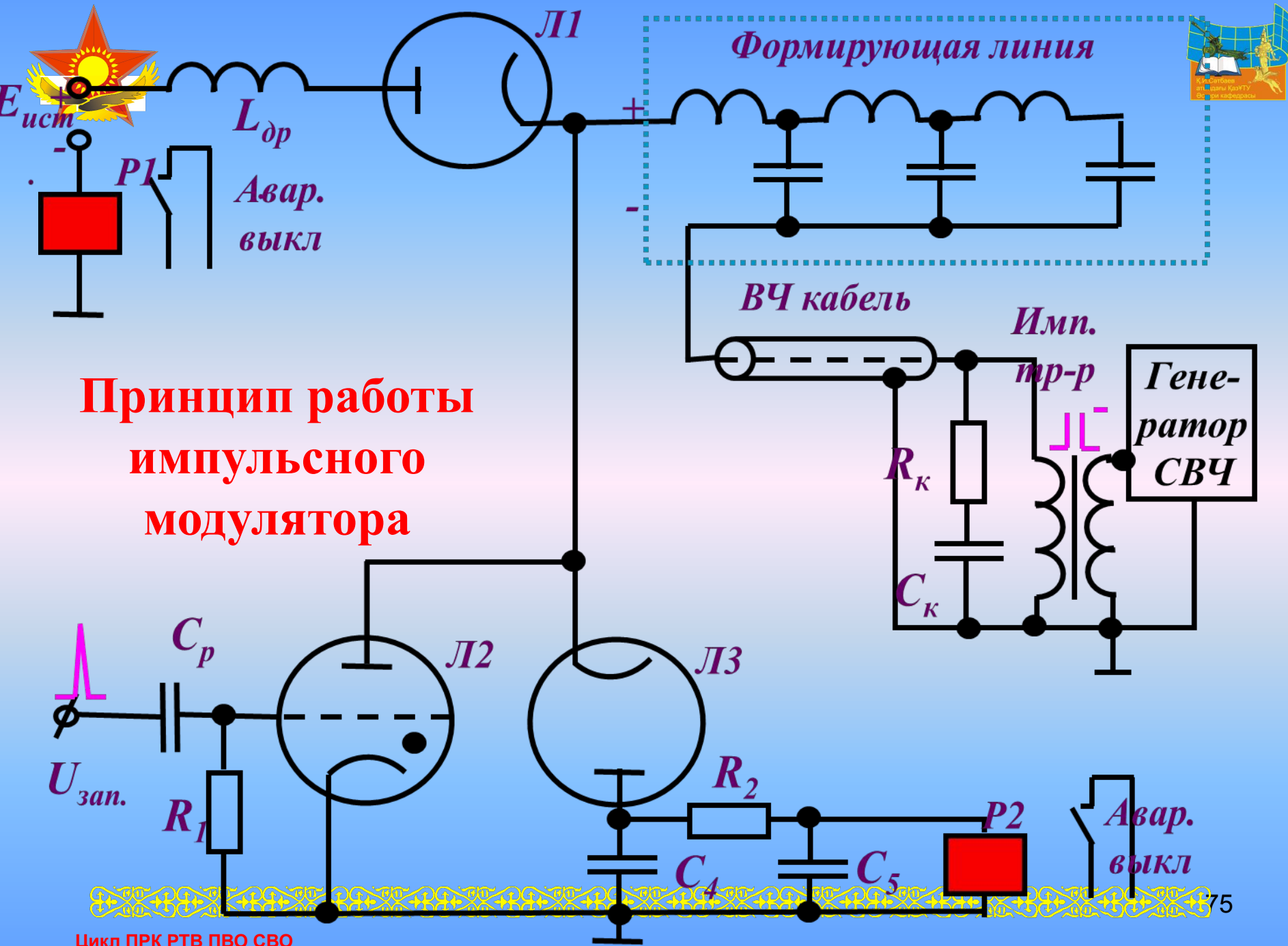




ВЫВОДЫ:

- 1. Импульсный режим работы передатчиков СВЧ обусловил применение модуляторов с накопителем энергии на искусственной длинной линии.**
- 2. использование заряда формирующей линии через дроссель позволяет повысить напряжение на линии до удвоенного значения напряжения источника питания.**
- 3. Фиксирующий диод обеспечивает постоянство максимального напряжения на линии в течение длительного времени, что необходимо при переменном запуске.**
- 4. Разряд накопителя модулятора должен происходить на согласованную нагрузку. С этой целью в модуляторах используются импульсные трансформаторы.**





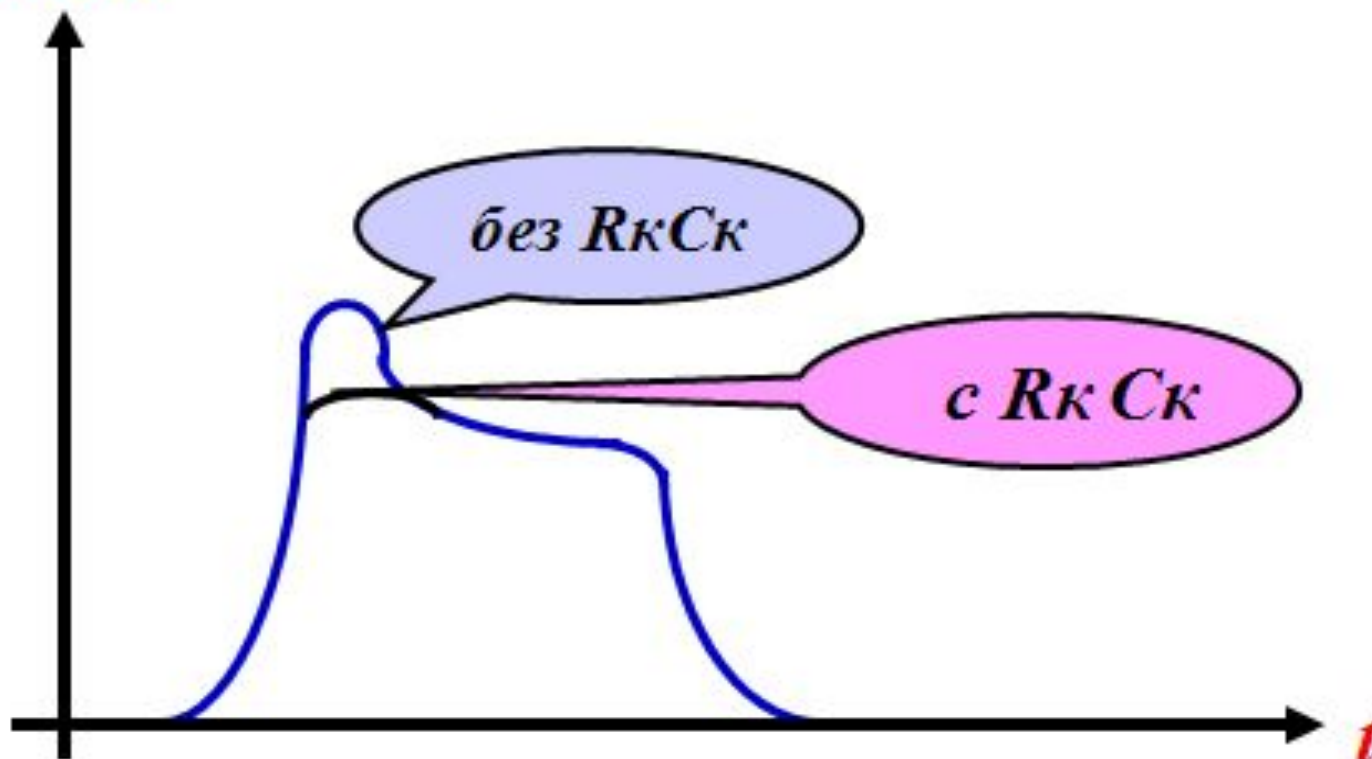
Принцип работы импульсного модулятора





слайд № 01

$U_{\text{имп}}$

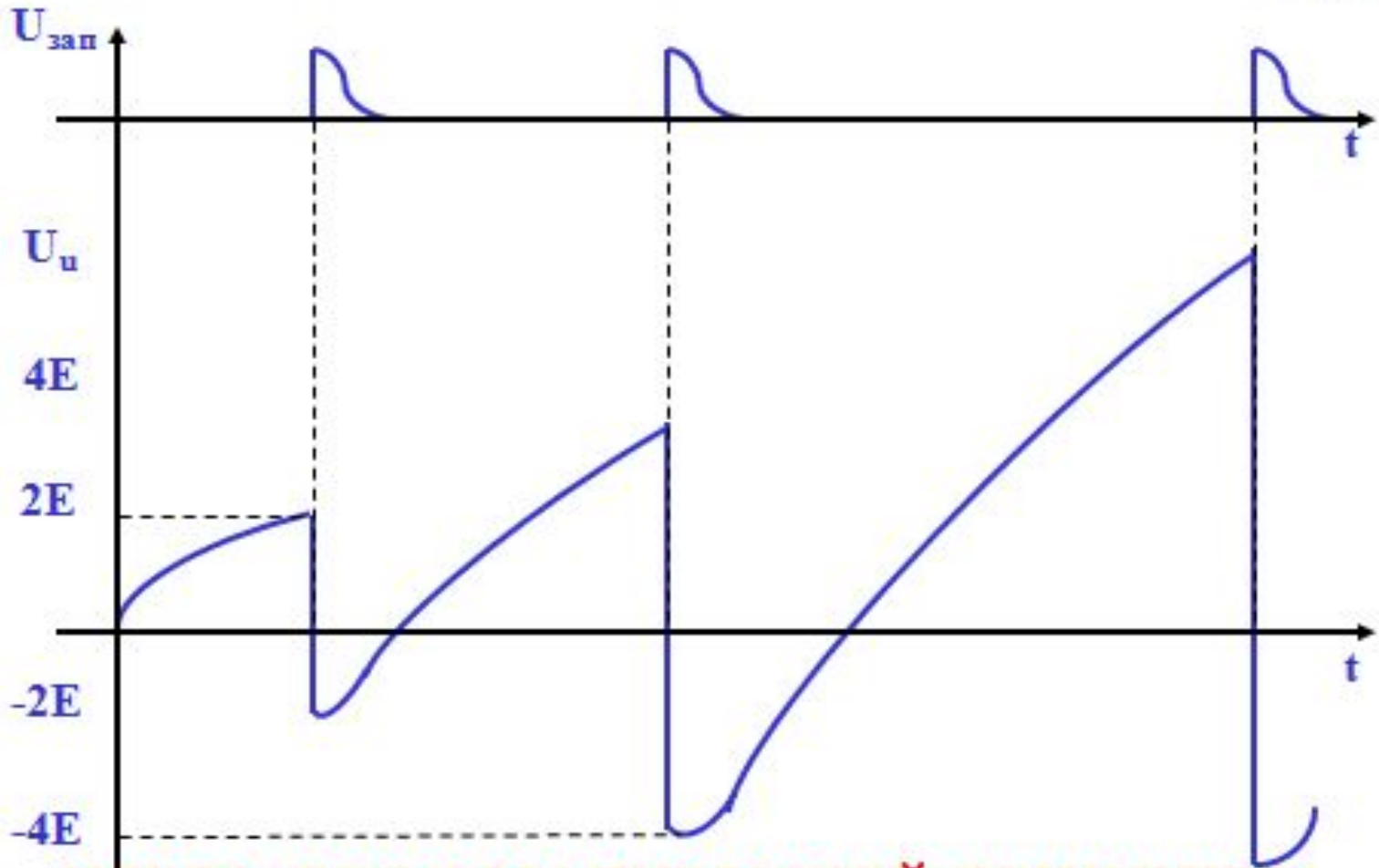


**ДЕЙСТВИЕ
КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ЦЕПИ**



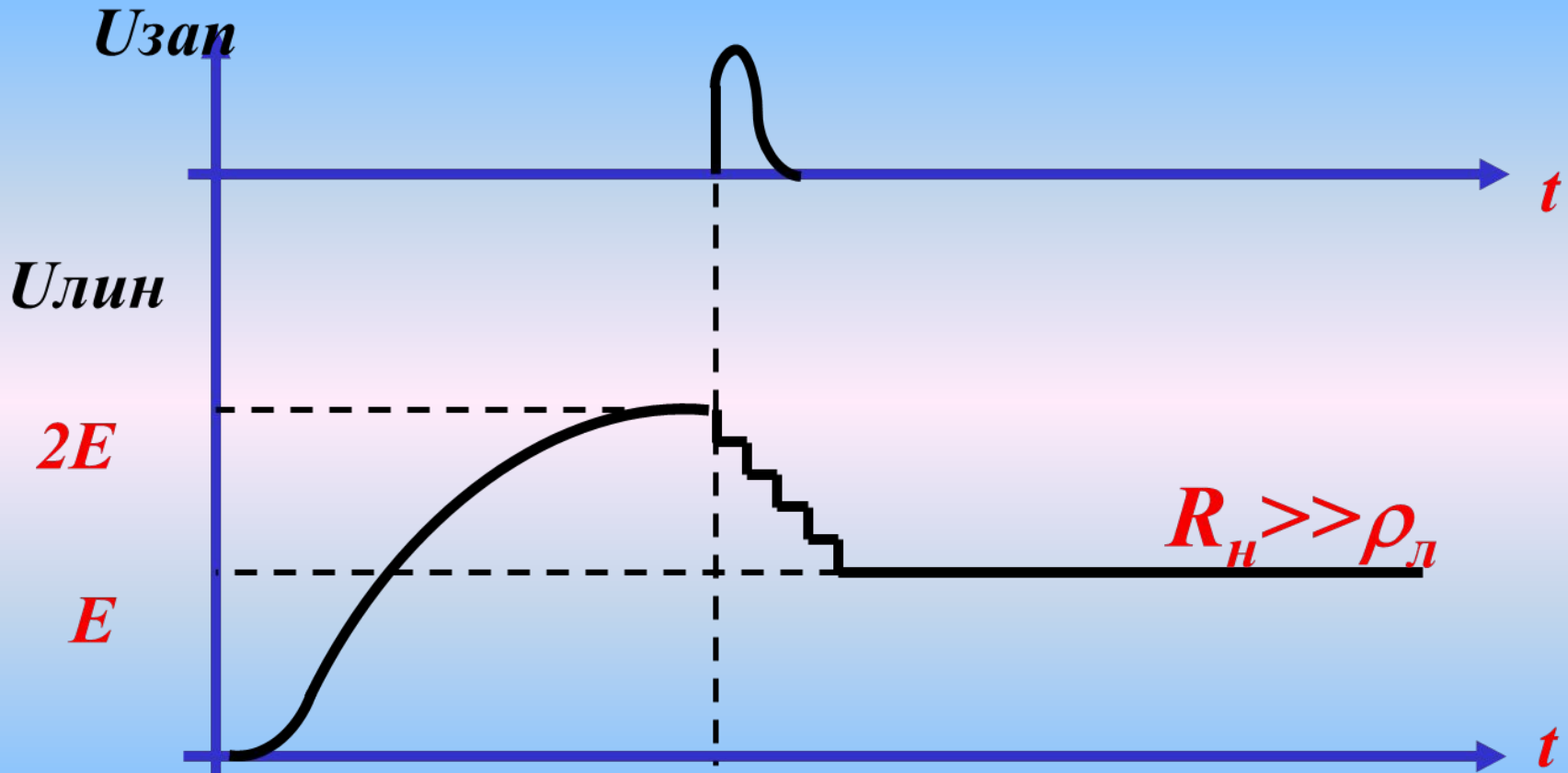


слайд № 02



**ПЕРЕЗАРЯД ФОРМИРУЮЩЕЙ ЛИНИИ ПРИ
КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ**





К РЕЖИМУ ХОЛОСТОГО ХОДА В МОДУЛЯТОРЕ





НА ЗАР
АУДАРҒА НДАРЫҢЫЗҒА
РАХМЕТ!

ҚАЗҰТУ

