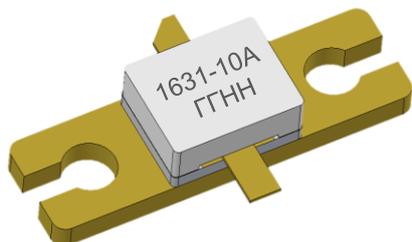


Транзистор MGN1631-10A

Основные характеристики:

- Частотный диапазон: до 7000 МГц;
- Импульсная выходная мощность: не менее 10 Вт;
- Коэффициент усиления по мощности:
 - не менее 15 дБ на частоте 1,6 ГГц;
 - не менее 12 дБ на частоте 3,1 ГГц;
- КПД стока: не менее 50 %;
- Рабочее напряжение: до 50 В;
- Высокое пробивное напряжение сток-исток;
- Режимы работы: непрерывный, импульсный;
- Металлокерамический корпус КТ-81С-3 К;
- Масса транзистора: не более 0,6 г;
- Температурный диапазон*:
 - от минус 10 °С среды до плюс 55 °С корпуса.



ГГ – год выпуска
НН – неделя выпуска

* Расширение температурного диапазона до значений от минус 40 °С среды до плюс 125 °С корпуса планируется по результатам дополнительных испытаний.

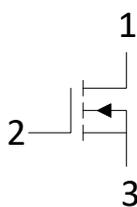
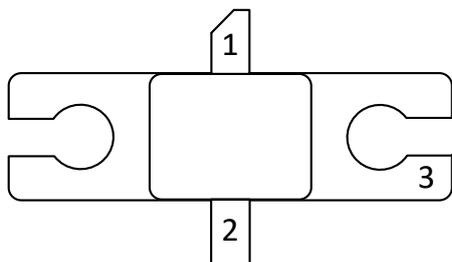
Общее описание

Транзистор MGN1631-10A – мощный СВЧ-транзистор с высокой подвижностью электронов на основе нитрида галлия с выходной номинальной импульсной мощностью 10 Вт. Производится по технологии GaN-on-SiC. Предназначен для работы в усилителях мощности в диапазоне частот до 7000 МГц как в импульсном, так и в непрерывном режимах.

Области применения

- радиосвязь, в том числе высоколинейные системы связи;
- радиопротиводействие;
- радиолокация, радионавигация, управление воздушным движением.

Описание выводов



Вывод	Назначение
1	Сток/СВЧ выход
2	Затвор/СВЧ вход
3	Исток/Фланец. Имеет контакт с землей

1 Электрические параметры

Таблица 1 – Значения электрических параметров транзисторов

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура* среды, (корпуса) °С
		не менее	не более	
Крутизна характеристики, А/В	S	0,495	–	(25 ± 5)
Импульсная выходная мощность, Вт, f = 1,6 ГГц, U _{СИ} = 50 В, τ _и = 300 мкс, Q = 10 f = 3,1 ГГц, U _{СИ} = 50 В, τ _и = 300 мкс, Q = 10	P _{ВЫХ И}	10	–	(25 ± 5)
Коэффициент усиления по мощности, дБ, f = 1,6 ГГц, U _{СИ} = 50 В, P _{ВЫХ И} = 10 Вт, τ _и = 300 мкс, Q = 10	K _{УР}	15	–	(25 ± 5)
f = 3,1 ГГц, U _{СИ} = 50 В, P _{ВЫХ И} = 10 Вт, τ _и = 300 мкс, Q = 10		12	–	
Коэффициент полезного действия стока, %, f = 1,6 ГГц, U _{СИ} = 50 В, P _{ВЫХ И} = 10 Вт, τ _и = 300 мкс, Q = 10	η _С	50	–	(25 ± 5)
f = 3,1 ГГц, U _{СИ} = 50 В, P _{ВЫХ И} = 10 Вт, τ _и = 300 мкс, Q = 10				
Остаточный ток стока, мкА, U _{ЗИ} = –8 В, U _{СИ} = 85 В	I _{С ОСТ}	–	300	25 ± 10 –10
Ток утечки затвора, мкА, U _{ЗИ} = –8 В, U _{СИ} = 0 В	I _{З УТ}	–15	–	(55)
<p>* Расширение температурного диапазона до значений от минус 40 °С среды до плюс 125 °С корпуса планируется по результатам дополнительных испытаний.</p> <p>Примечание – Обозначения в таблице: τ_и – длительность импульса; Q – скважность</p>				

Транзисторы стойкие к воздействию статического электричества с потенциалом не менее 30 В согласно методике приложения Б ОСТ 11 073.062-2001.

2 Предельно-допустимые характеристики

Таблица 2 – Предельно-допустимые режимы эксплуатации транзисторов и температура перехода

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура* среды (корпуса), °С	Примечание
		не менее	не более		
Максимально допустимое постоянное напряжение сток-исток, В, при $U_{зи} = -8$ В	$U_{СИ\ МАКС}$	–	55	25, –10, (55)	–
Максимально допустимое постоянное напряжение затвор-исток, В	$U_{ЗИ\ МАКС}$	–10,0	1,2		
Постоянный ток стока, А	I_C	–	0,8		
Максимально допустимая импульсная рассеиваемая мощность, Вт	$P_{И\ МАКС}$	–	11	(25 ± 5)	2
Температура перехода, °С	$T_{П}$	–	180	25, –10, (55)	–

* Расширение температурного диапазона до значений от минус 40 °С среды до плюс 125 °С корпуса планируется по результатам дополнительных испытаний.

Примечания

1 Значения I_C приведены для всего диапазона рабочих температур при условии, что его величина в статическом режиме не выходит за пределы области безопасного режима.

2 Приведены значения максимально допустимой импульсной рассеиваемой мощности $P_{И\ МАКС}$ при длительности импульса $t_{и} = 300$ мкс и скважности $Q = 10$.

При эксплуатации транзисторов при температуре корпуса $T_{кэ}$ свыше 25 °С необходимо учитывать снижение максимально допустимой импульсной рассеиваемой мощности транзисторов $P_{иэ\ МАКС}$, рассчитываемое по формуле

$$P_{иэ\ МАКС} = P_{И\ МАКС} \cdot \frac{T_{П} - T_{кэ}}{T_{П} - T_{к25}}, \quad (1)$$

где $T_{П}$ – максимально допустимая температура перехода, $T_{П} = 180$ °С,
 $T_{к25}$ – температура корпуса, при которой нормирована мощность, $T_{к25} = 25$ °С,
 $T_{к1}$ – любая разрешенная повышенная температура корпуса, °С

3 Справочные параметры

Таблица 3 – Справочные параметры транзисторов

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Ток стока насыщения, А, $U_{СИ} = 6 \text{ В}, U_{ЗИ} = 1 \text{ В}$	$I_{С НАС}$	1,5	–	25 ± 10
Напряжение отсечки, В, $U_{СИ} = 1 \text{ В}, I_{С} = 3 \text{ мА}$	$U_{ЗИ ОТС}$	–3,1	–2,6	25 ± 10
Пробивное напряжение, В, $U_{ЗИ} = -8 \text{ В}, I_{С} = 2 \text{ мА}$	$U_{СИ ПРОБ}$	150	–	25 ± 10
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии, Ом, $U_{ЗИ} = 1 \text{ В}, I_{С} = 0,1 \text{ А}$	$R_{СИ ОТК}$	–	1,872	25 ± 10
Входная емкость, пФ, $U_{СИ} = 10 \text{ В}, U_{ЗИ} = -8 \text{ В}, f = 1 \text{ МГц}$	$C_{11И}$	–	3,26	25 ± 10
Проходная емкость, пФ, $U_{СИ} = 10 \text{ В}, U_{ЗИ} = -8 \text{ В}, f = 1 \text{ МГц}$	$C_{12И}$	–	0,11	25 ± 10
Выходная емкость, пФ, $U_{СИ} = 10 \text{ В}, U_{ЗИ} = -8 \text{ В}, f = 1 \text{ МГц}$	$C_{22И}$	–	2,23	25 ± 10

4 Указания по применению и эксплуатации

Основное назначение транзисторов – работа в мощных каскадах передающих устройств для применения в системах связи, радиолокации, навигации и другой аппаратуре, работающей в диапазоне частот до 7000 МГц (далее – аппаратуры).

Требования к рабочим местам, оснастке и оборудованию в соответствии с ОСТ 11 073.062-2001.

Рабочие места должны быть оснащены антистатическими браслетами.

ВАЖНО! На всех этапах проведения работ с транзисторами и их монтажа в аппаратуру следует строго соблюдать меры защиты от статического электричества согласно ГОСТ Р 53734.5.6-2021 степень жесткости I.

Допускается работа транзисторов свыше тестовых частот, при этом параметры транзисторов не нормируются.

Допускается работа транзисторов в режиме классов А, АВ, В, С при условии, что рабочая точка находится в пределах области максимальных режимов.

В зависимости от положения рабочей точки в режиме покоя на семействе выходных характеристик транзисторов и уровня входных сигналов различают следующие режимы:

– А – постоянное напряжение затвор-исток транзистора в рабочем режиме составляет половину напряжения отсечки, амплитуда сигнала, приведенного к затвору транзистора, меньше половины напряжения отсечки. Транзистор находится в активном режиме постоянно;

– В – постоянное напряжение затвор-исток транзистора в рабочем режиме равно напряжению отсечки полупроводникового элемента. В этом случае транзистор находится в активном режиме половину периода подводимого к затвору СВЧ-сигнала;

– АВ – постоянное напряжение затвор-исток транзистора находится между точками, характеризующими классы А и В. Амплитуда СВЧ-сигнала, приведенного к затвору транзистора, не превышает постоянное напряжение затвор-исток транзистора. Транзистор находится в активном режиме более половины периода СВЧ-сигнала;

– С – постоянное напряжение затвор-исток транзистора меньше напряжения отсечки. Транзистор находится в активном режиме менее половины периода СВЧ-сигнала.

Допускается применение транзисторов в аппаратуре, предназначенной для эксплуатации во всех климатических условиях, при покрытии транзисторов непосредственно в аппаратуре лаками (в три, четыре слоя) типа УР-231 по ТУ 6-21-14, ЭП-730 по ГОСТ 20824-81 с последующей сушкой.

В процессе эксплуатации не разрешается превышать предельно-допустимые значения токов, напряжений, мощности во всем интервале температур.

4.1 Режимы и условия монтажа транзисторов в аппаратуре

Выводы транзисторов, подлежащие электрическому соединению пайкой, должны обеспечивать возможность их пайки при температуре $(235 \pm 5)^\circ\text{C}$, расстояние от корпуса до места пайки – не менее 1 мм, продолжительность пайки $(2 \pm 0,5)$ с.

Транзисторы должны выдерживать воздействие тепла, возникающего при температуре пайки $(260 \pm 5)^\circ\text{C}$, расстояние от корпуса до места пайки – не менее 1 мм, продолжительность пайки (10 ± 1) с.

Выводы должны сохранять паяемость в течение 12 месяцев с даты изготовления при соблюдении режимов и правил выполнения пайки.

Режимы и условия монтажа транзисторов в аппаратуре – по ОСТ 11 336.907.0-79. Перепайка транзисторов не допускается.

4.1.1 Монтаж методом пайки

При монтаже методом пайки рекомендуется использовать преформу из припоя ПОИ_н-52 ТУ 48-0220-40-90, температура фланца не должна превышать 150°C , время пайки – не более 2 мин.

4.1.2 Монтаж с помощью механического прижима

Монтаж транзисторов в аппаратуре с помощью механического прижима осуществляется без передачи усилия на крышку. С целью исключения механических повреждений крышки усилие необходимо распределять равномерно по всей ее поверхности через промежуточный материал, например, техническую резину толщиной 10 мм, принимая меры для сохранения маркировки.

Допускается монтаж транзисторов с помощью механического прижима через крепежные отверстия корпуса.

4.1.3 Монтаж на теплоотвод

При монтаже транзистора на теплоотвод шероховатость контактной поверхности теплоотвода Ra должна быть не более 2,5 мкм, неплоскостность – не более 0,05 мм. Установка транзистора на теплоотвод рекомендуется методом пайки фланца. Допускается применение прокладок между фланцем транзистора и теплоотводом, обеспечивающих надежный электрический и термический контакт, например, прокладка из фольги Ин-00 48-21-467-75 ТУ толщиной 50 или 100 мкм.

4.1.4 Ручной монтаж

Транзисторы пригодны для ручного монтажа в аппаратуре.

Формовка и обрезка выводов запрещены.

Пайку выводов сток, затвор производить при температуре корпуса не выше 265°C в течение времени не более 10 с.

Расстояние от корпуса до места лужения и пайки не менее 1 мм.

Жало паяльника должно быть надежно заземлено.

4.2 Требования по безопасному применению транзисторов в составе аппаратуры

Рекомендуется производить настройку аппаратуры при пониженной выходной мощности, постепенно подходя к номинальному значению.

При проектировании аппаратуры должны быть приняты меры, исключающие возникновение условий самовозбуждения усилительного каскада.

4.2.1 Порядок включения/выключения транзисторов

Необходимо соблюдать следующий порядок включения транзисторов в составе аппаратуры:

- убедиться, что на входе усилительного прибора отсутствует СВЧ-сигнал;
- подать на затвор напряжение затвор-исток $U_{зи}$ ниже напряжения отсечки транзистора (рекомендуемое значение – не более минус 4 В);
- подать напряжение сток-исток $U_{си} = 50$ В;
- увеличивая напряжение затвор-исток $U_{зи}$ до минус (2,5 – 3,5) В (рекомендуемый шаг не более 10 мВ) установить требуемый начальный ток стока транзистора;
- включить СВЧ-сигнал.

Необходимо соблюдать следующий порядок выключения транзисторов в составе аппаратуры:

- выключить СВЧ-сигнал;
- снизить напряжение затвор-исток $U_{зи}$ транзистора ниже напряжения отсечки транзистора (рекомендуемое значение – не более минус 4 В);
- выключить напряжение сток-исток $U_{си}$ транзистора;
- дождаться разряда или принудительно разрядить внешней цепью накопительные конденсаторы в цепи стока транзистора;
- снять отрицательное относительно потенциала «земли» напряжение затвора.

Несоблюдение данных требований может приводить к выходу транзисторов из строя.

5 Типовые зависимости

Таблица 4 – Характеристики, полученные в результате измерений Load-Pull при $U_{СИ} = 50$ В, $I_{DQ} = 10$ мА, $T_K = 25^\circ\text{C}$, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Типовое значение параметра									
		1,8	2,5	2,7	2,9	3,1	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Частота тестирования, ГГц	$f_{ТЕСТ}$	1,8	2,5	2,7	2,9	3,1	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Номинальная импульсная выходная мощность, Вт	$P_{ВЫХ И}$	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Импульсная выходная мощность в насыщении, Вт	$P_{ВЫХ И НАС}$	14,9	13,6	16,4	15,6	16,6	19,1	19,7	19,2	15,6	15,2
Коэффициент усиления по мощности, дБ	$K_{УР}$	23,2	20,9	20,3	20,0	18,9	17,8	16,2	16,1	14,5	13,7
Коэффициент полезного действия по добавленной мощности при $P_{ВЫХ И} = 10$ Вт, %	η_1	60,6	57,4	53,7	59,6	55,0	50,0	47,6	51,5	53,3	54,1
Коэффициент полезного действия по добавленной мощности при $P_{ВЫХ И НАС}$, %	η_2	64,4	58,9	63,3	63,0	63,0	60,3	58,7	63,5	59,3	59,4

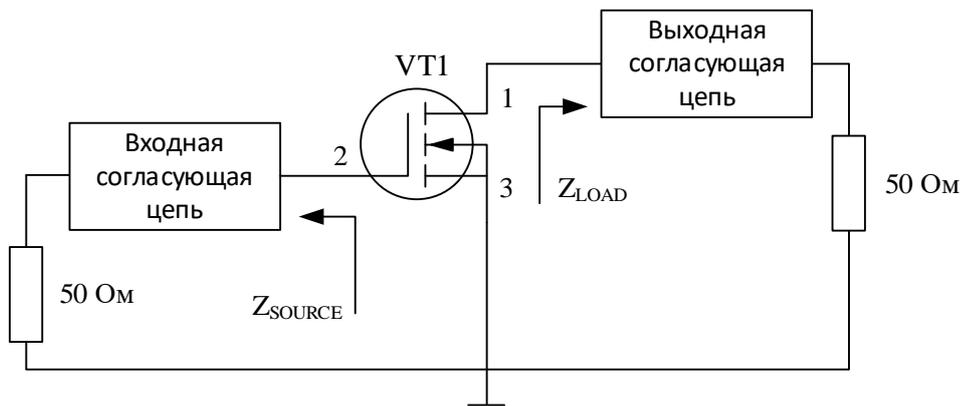


Рисунок 1 – Схема включения при определении импеданса

Таблица 5 – Значения импеданса источника и импеданса нагрузки для точки оптимальной мощности

Частота тестирования, $f_{ТЕСТ}$, ГГц	Импеданс источника, Z_{SOURCE}	Импеданс нагрузки, Z_{LOAD}
1,8	$2,09 + j \cdot 7,61$	$20,9 + j \cdot 19,3$
2,5	$1,98 + j \cdot 1,56$	$17,3 + j \cdot 19,1$
2,7	$2,17 + j \cdot 0,57$	$18,5 + j \cdot 13,1$
2,9	$2,31 - j \cdot 2,13$	$15,8 + j \cdot 13,5$
3,1	$2,73 - j \cdot 3,67$	$15,4 + j \cdot 11,3$
4,0	$3,0 - j \cdot 11,27$	$13,4 + j \cdot 6,5$

Частота тестирования, $f_{\text{ТЕСТ}}$, ГГц	Импеданс источника, Z_{SOURCE}	Импеданс нагрузки, Z_{LOAD}
4,5	$3,19 - j \cdot 15,88$	$11,6 + j \cdot 3,3$
5,0	$4,0 - j \cdot 23,06$	$11,5 + j \cdot 1,8$
5,5	$5,19 - j \cdot 29,79$	$10,0 - j \cdot 0,3$
6,0	$6,18 - j \cdot 35,62$	$9,8 - j \cdot 5,2$

5.1 Диаграммы Смита

Для моделирования усилителей мощности на диаграммах Смита (см. рисунки 2 – 9 указаны маркеры m1 – m3, которые показывают лучшие значения $R_{\text{вых}}$ и, $K_{\text{ур}}$ или КПД соответственно и их соответствующие значения активных частей.

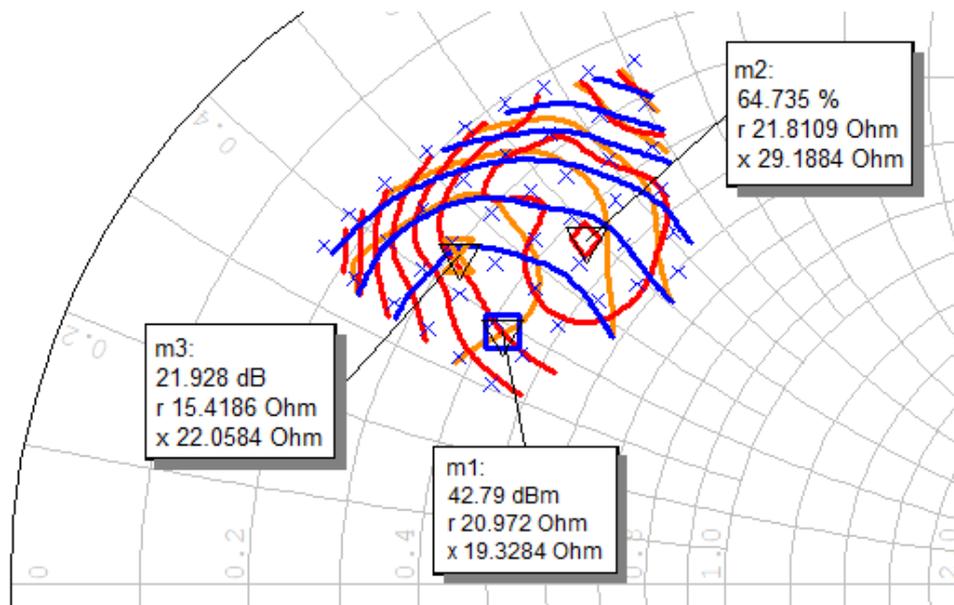


Рисунок 2 – Диаграмма Смита при $U_{\text{СИ}} = 50 \text{ В}$, $\tau_{\text{и}} = 100 \text{ мкс}$, $Q = 10$, $f = 1,8 \text{ ГГц}$, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

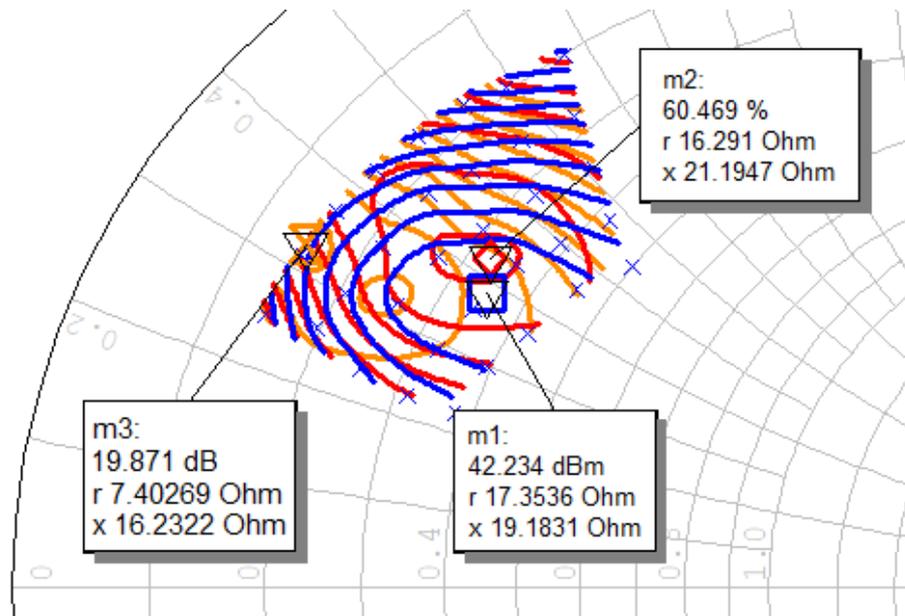


Рисунок 3 – Диаграмма Смита при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 2,5$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

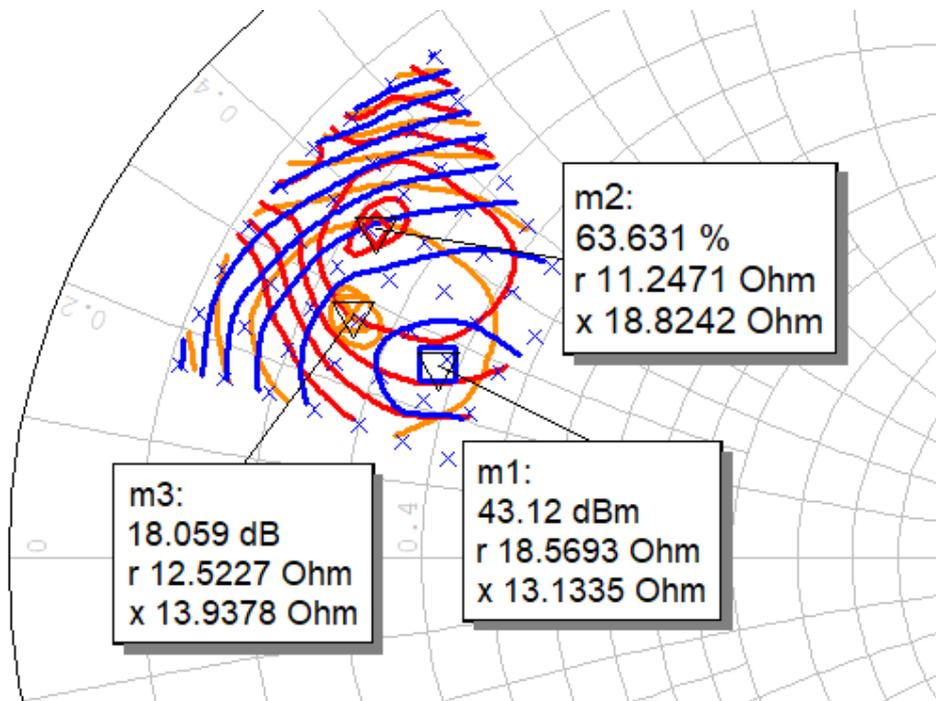


Рисунок 4 – Диаграмма Смита при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 2,7$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

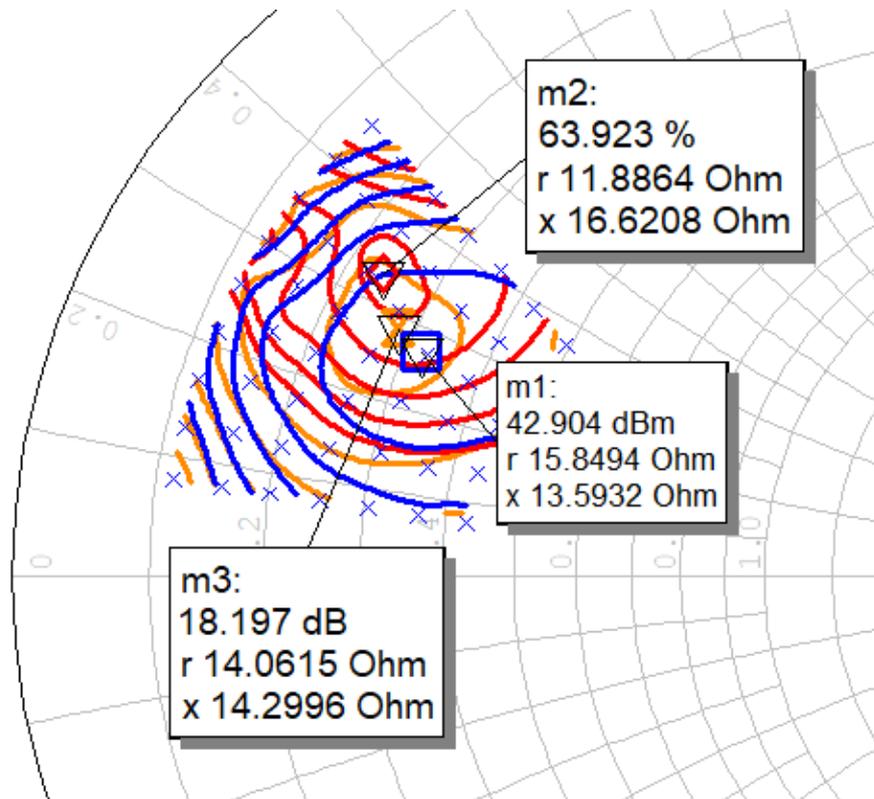


Рисунок 5 – Диаграмма Смита при $U_{си} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 2,9$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

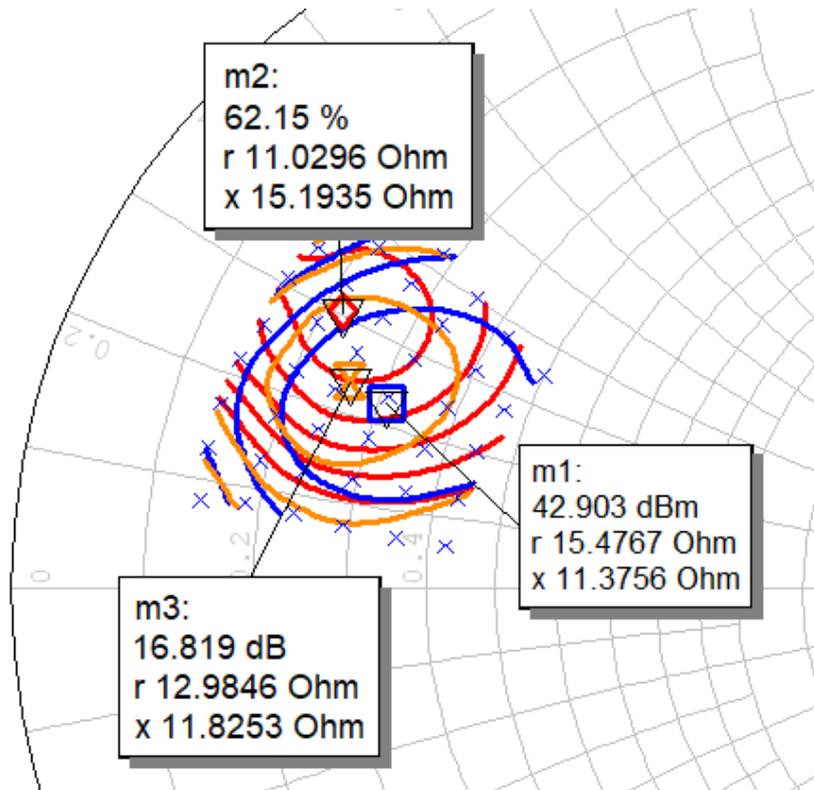


Рисунок 6 – Диаграмма Смита при $U_{си} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 3,1$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

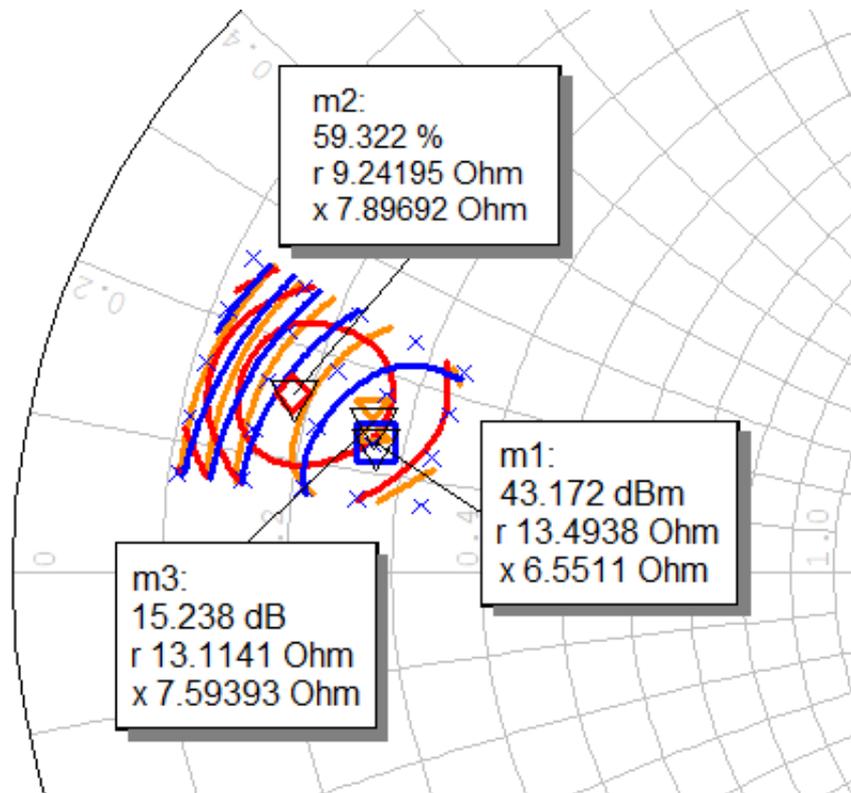


Рисунок 7 – Диаграмма Смита при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 4,0$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

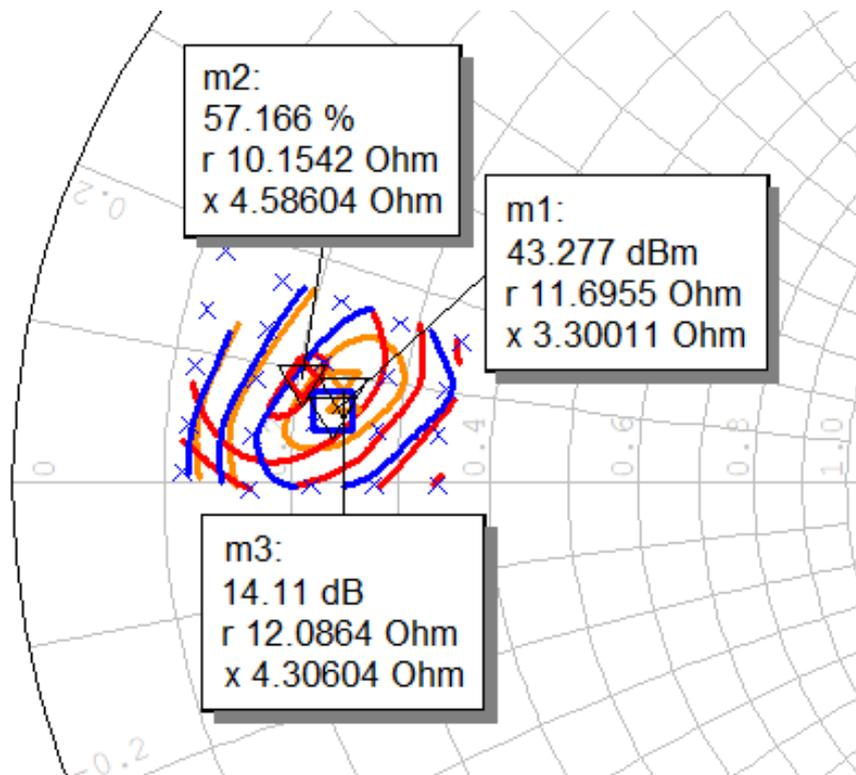


Рисунок 8 – Диаграмма Смита при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 4,5$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

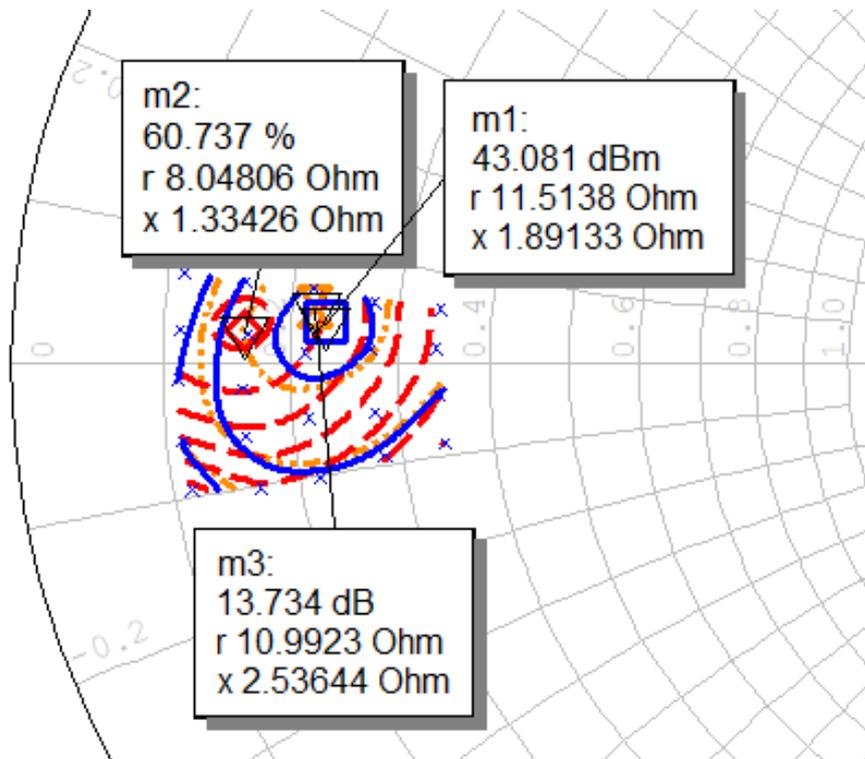


Рисунок 9 – Диаграмма Смита при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 5,0$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

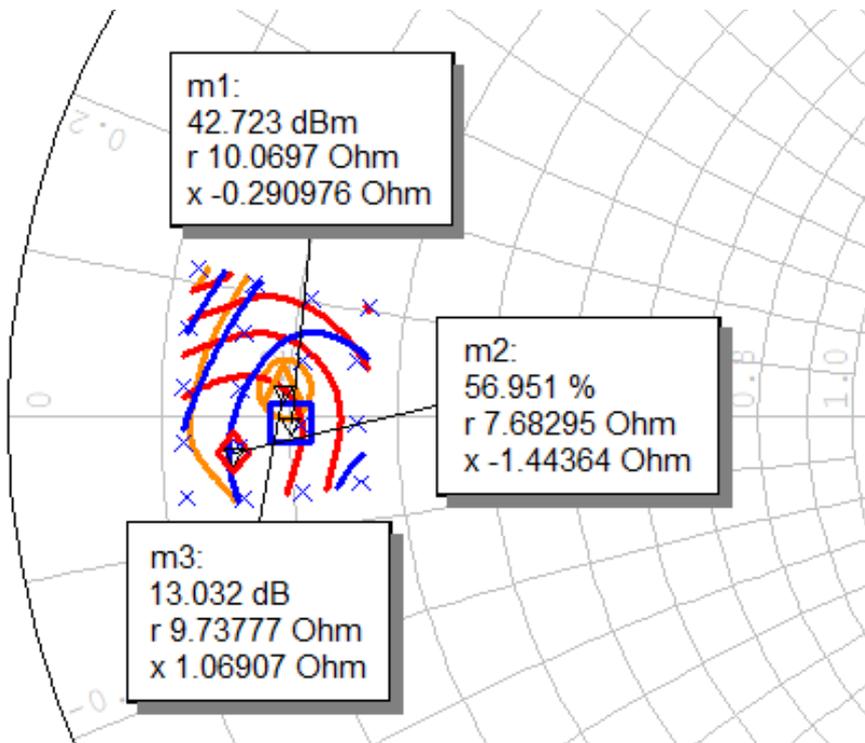


Рисунок 10 – Диаграмма Смита при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 5,5$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

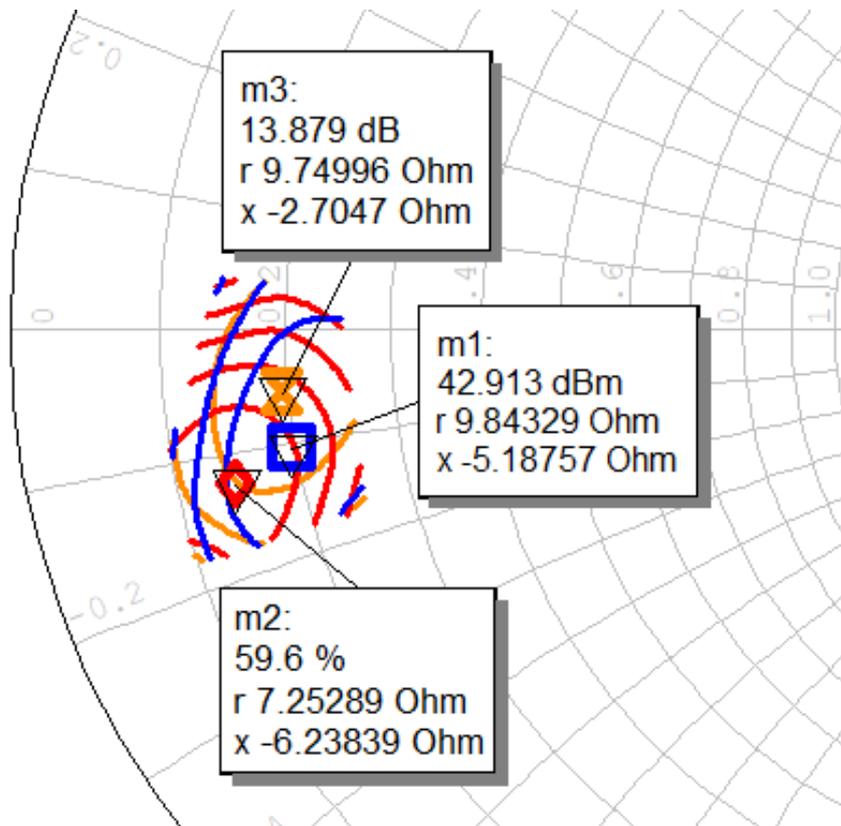


Рисунок 11 – Диаграмма Смита при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 6,0$ ГГц, референсный импеданс диаграммы 50 Ом

5.2 Типовые зависимости

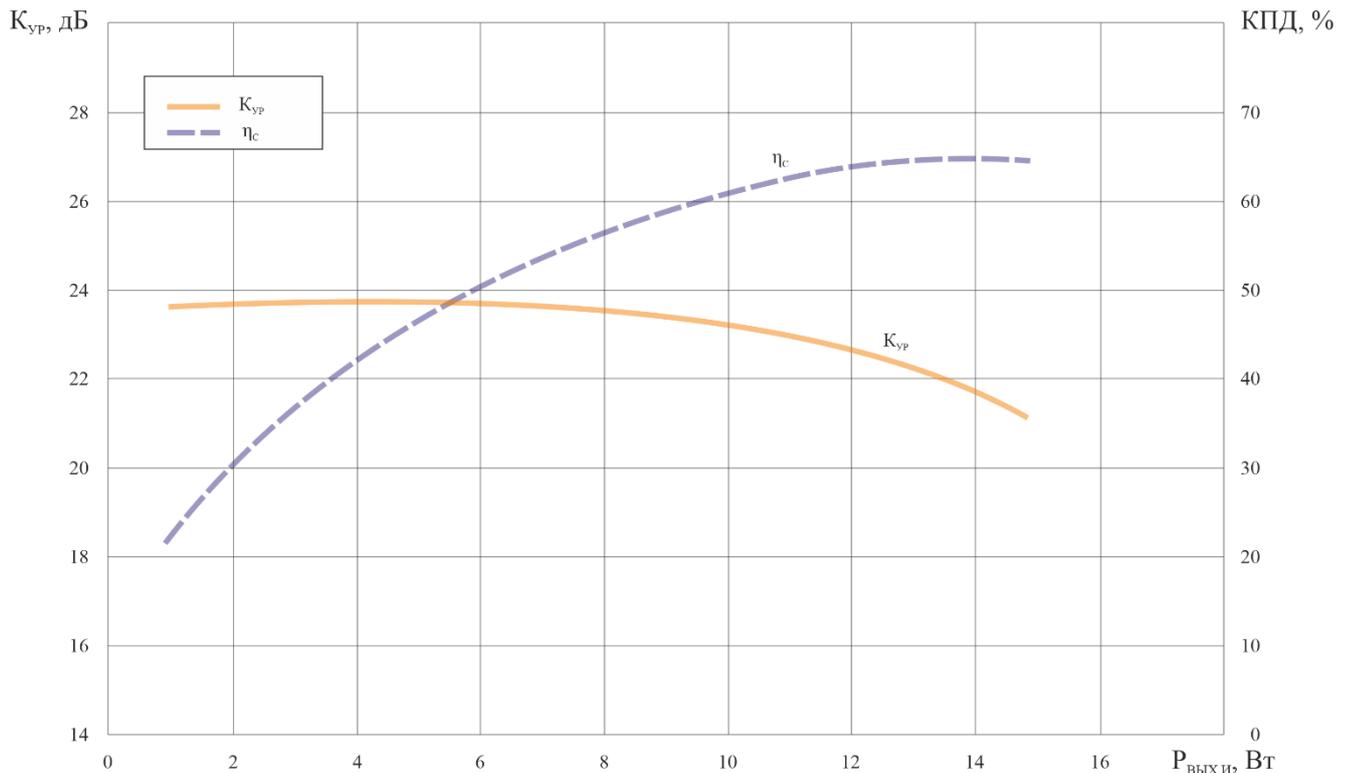


Рисунок 12 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{УР}$, от импульсной выходной мощности, $P_{ВЫХ И}$, при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 1,8$ ГГц

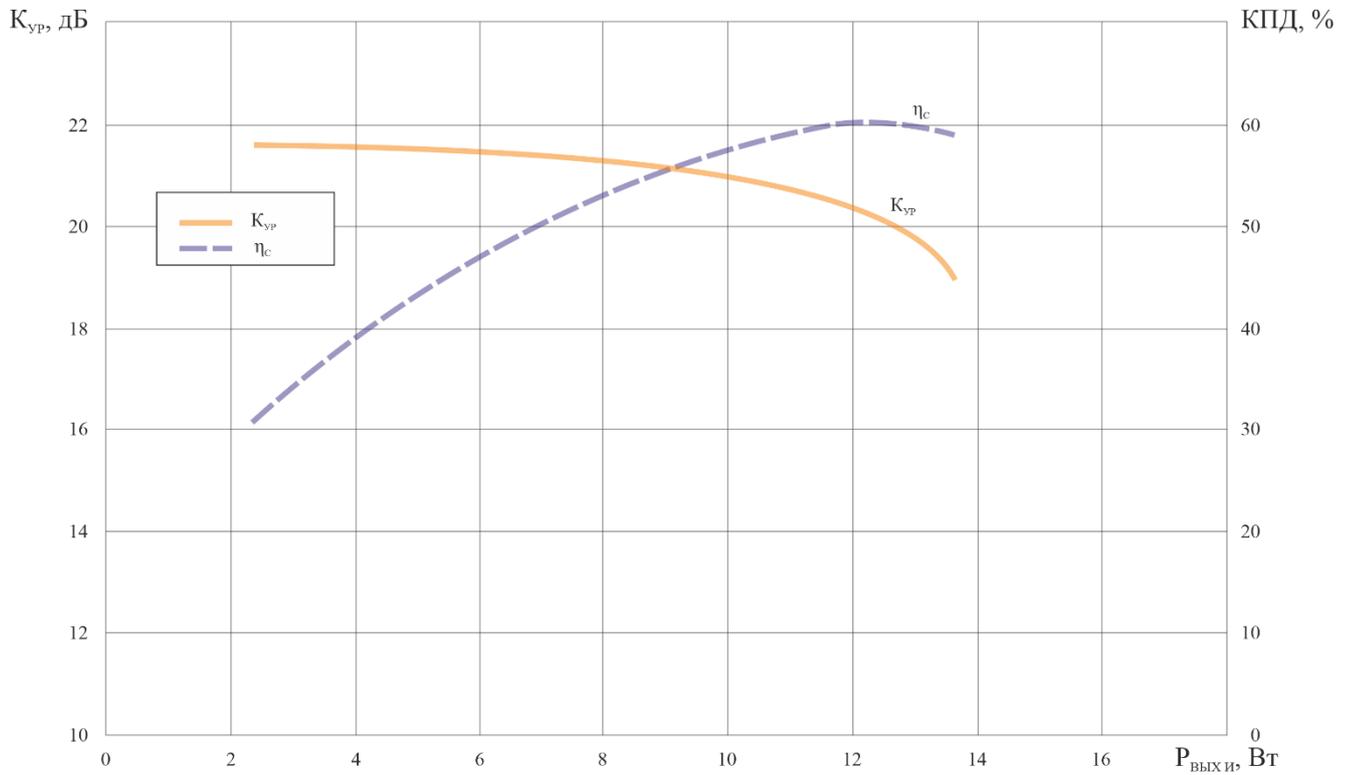


Рисунок 13 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{ур}$, от импульсной выходной мощности, $P_{вых и}$, при $U_{си} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 2,5$ ГГц

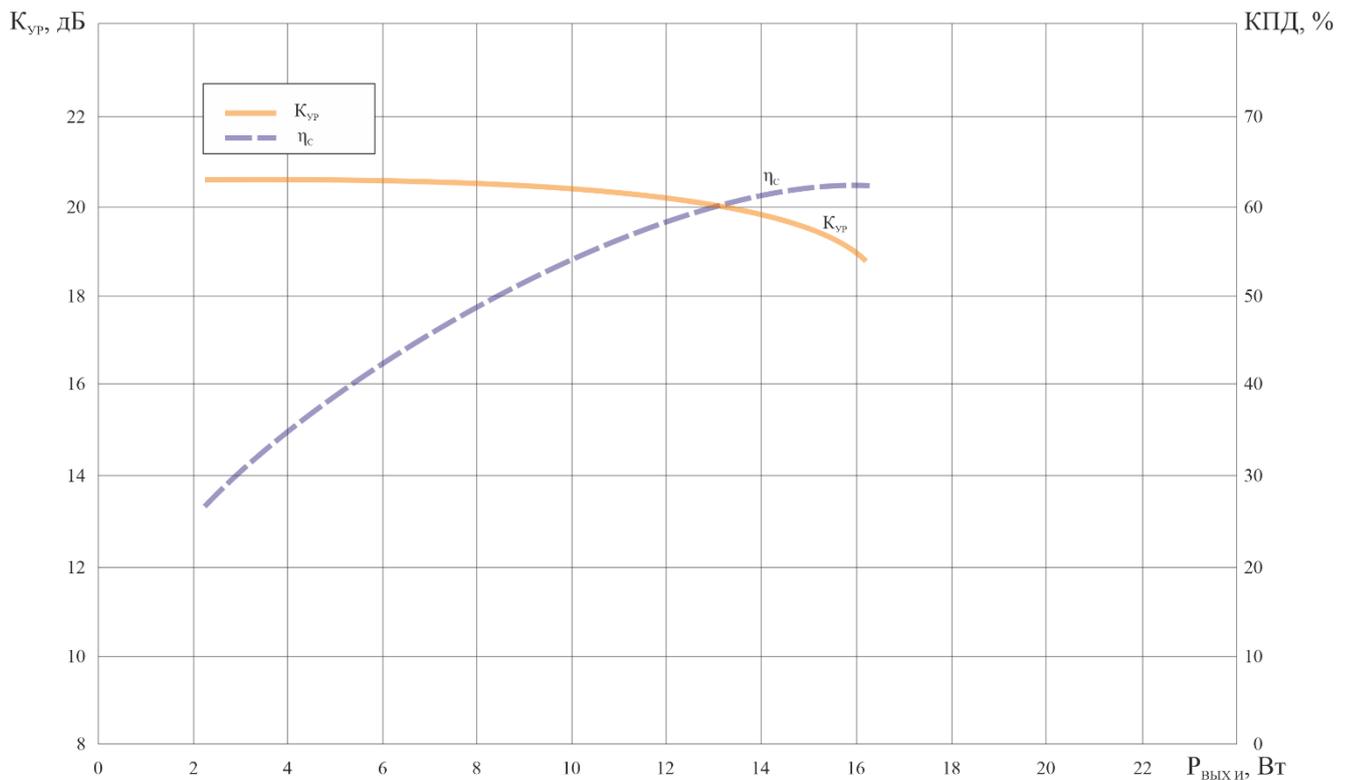


Рисунок 14 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{ур}$, от импульсной выходной мощности, $P_{вых и}$, при $U_{си} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 2,7$ ГГц

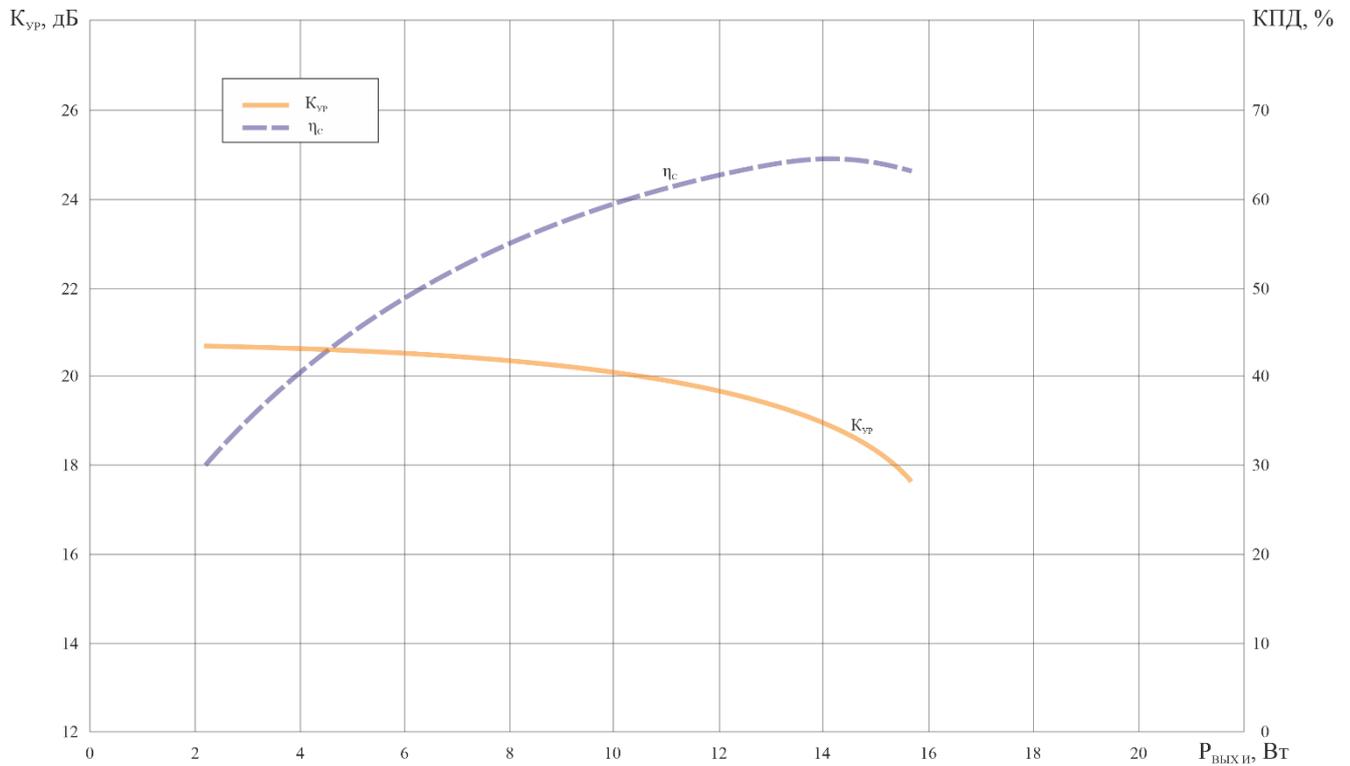


Рисунок 15 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{ур}$, от импульсной выходной мощности, $P_{вых и}$, при $U_{си} = 50 \text{ В}$, $\tau_{и} = 100 \text{ мкс}$, $Q = 10$, $f = 2,9 \text{ ГГц}$

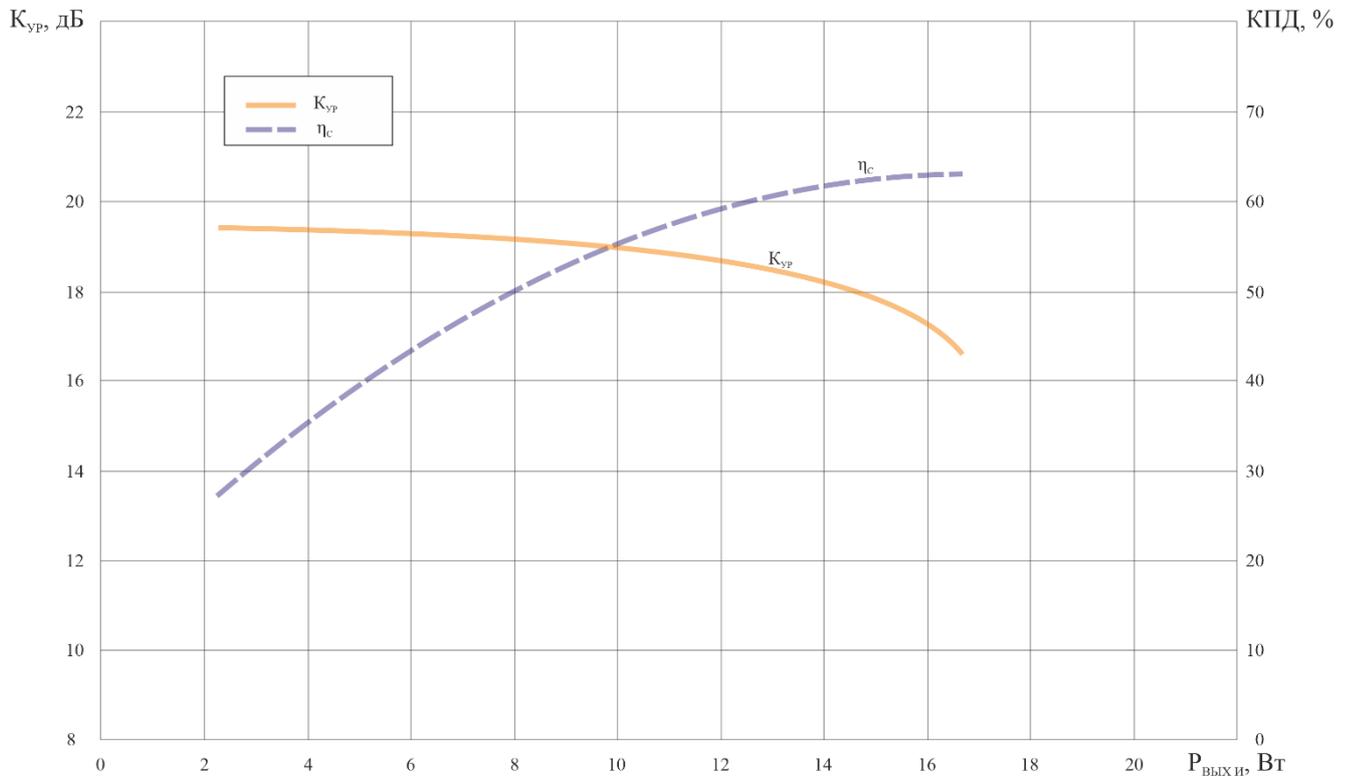


Рисунок 16 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{ур}$, от импульсной выходной мощности, $P_{вых и}$, при $U_{си} = 50 \text{ В}$, $\tau_{и} = 100 \text{ мкс}$, $Q = 10$, $f = 3,1 \text{ ГГц}$

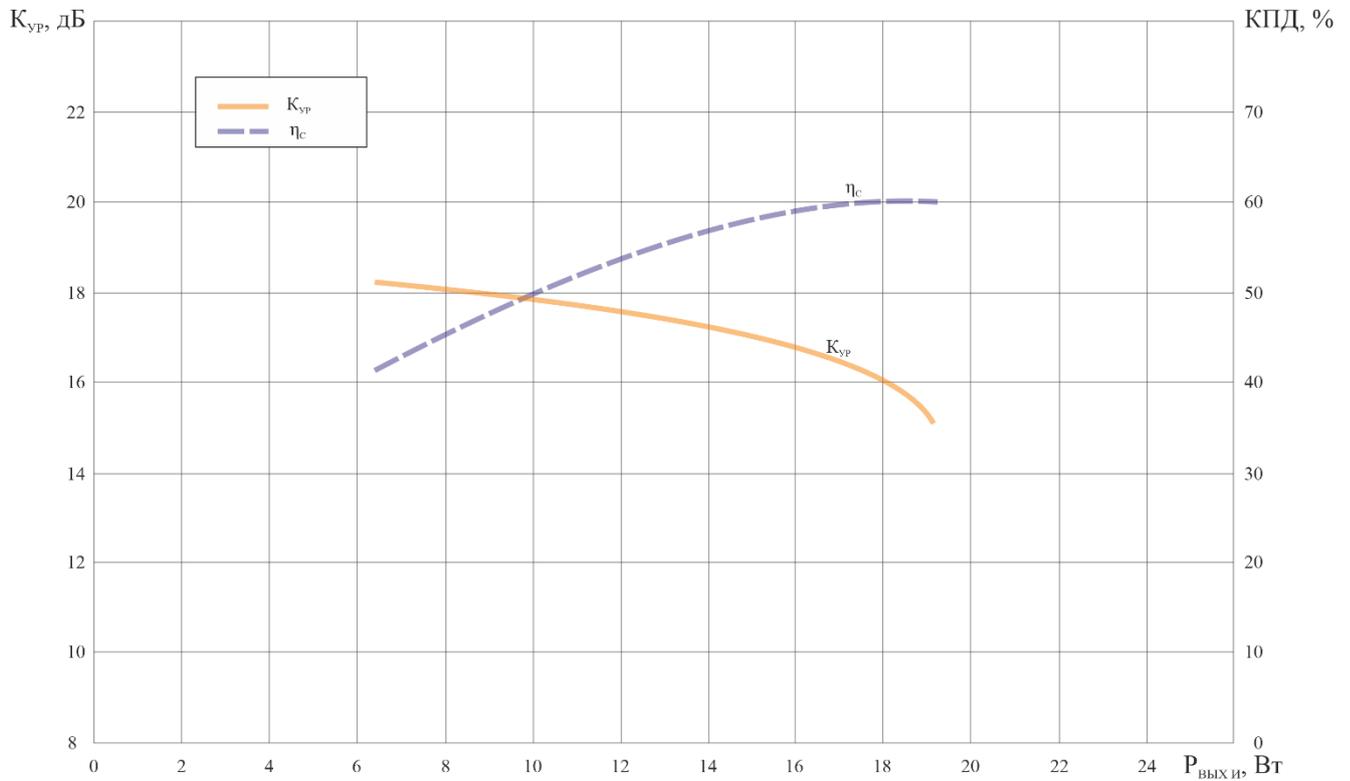


Рисунок 17 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{уп}$, от импульсной выходной мощности, $P_{вых и}$, при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 4,0$ ГГц

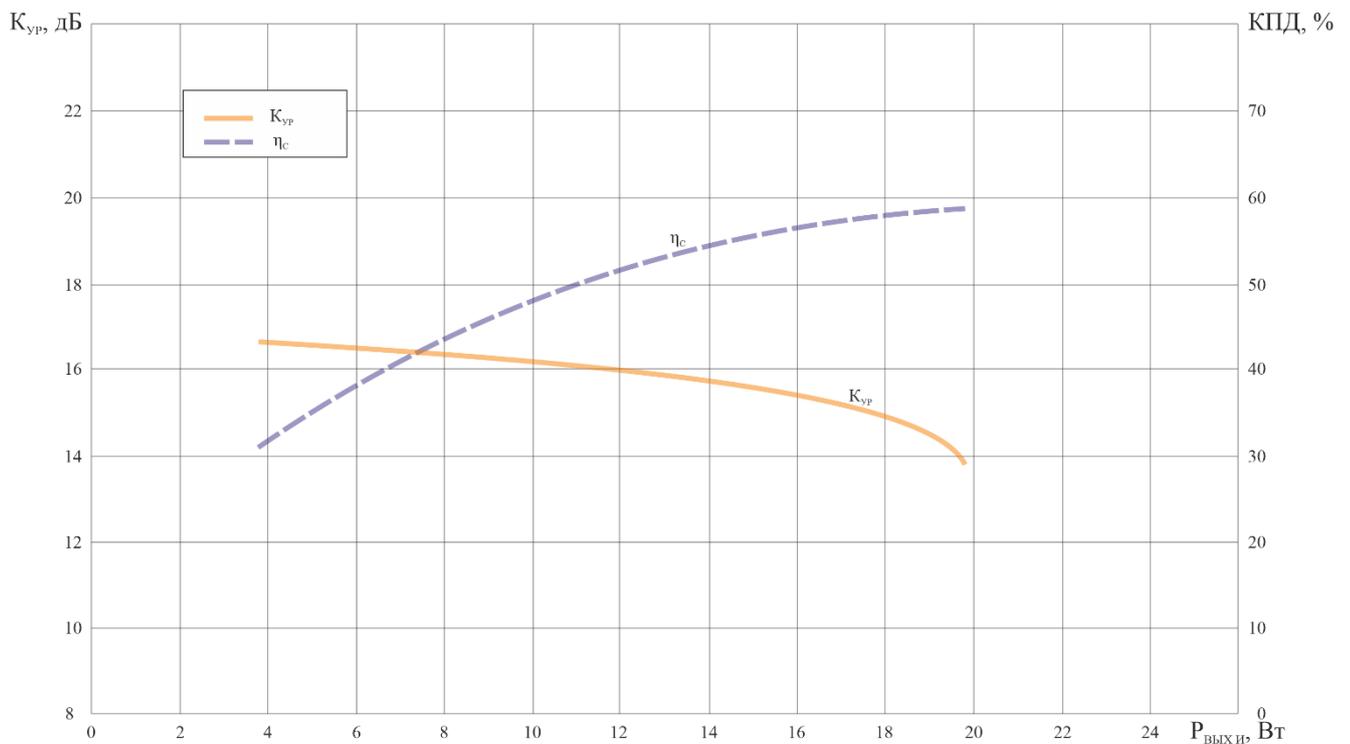


Рисунок 18 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{уп}$, от импульсной выходной мощности, $P_{вых и}$, при $U_{СИ} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 4,5$ ГГц

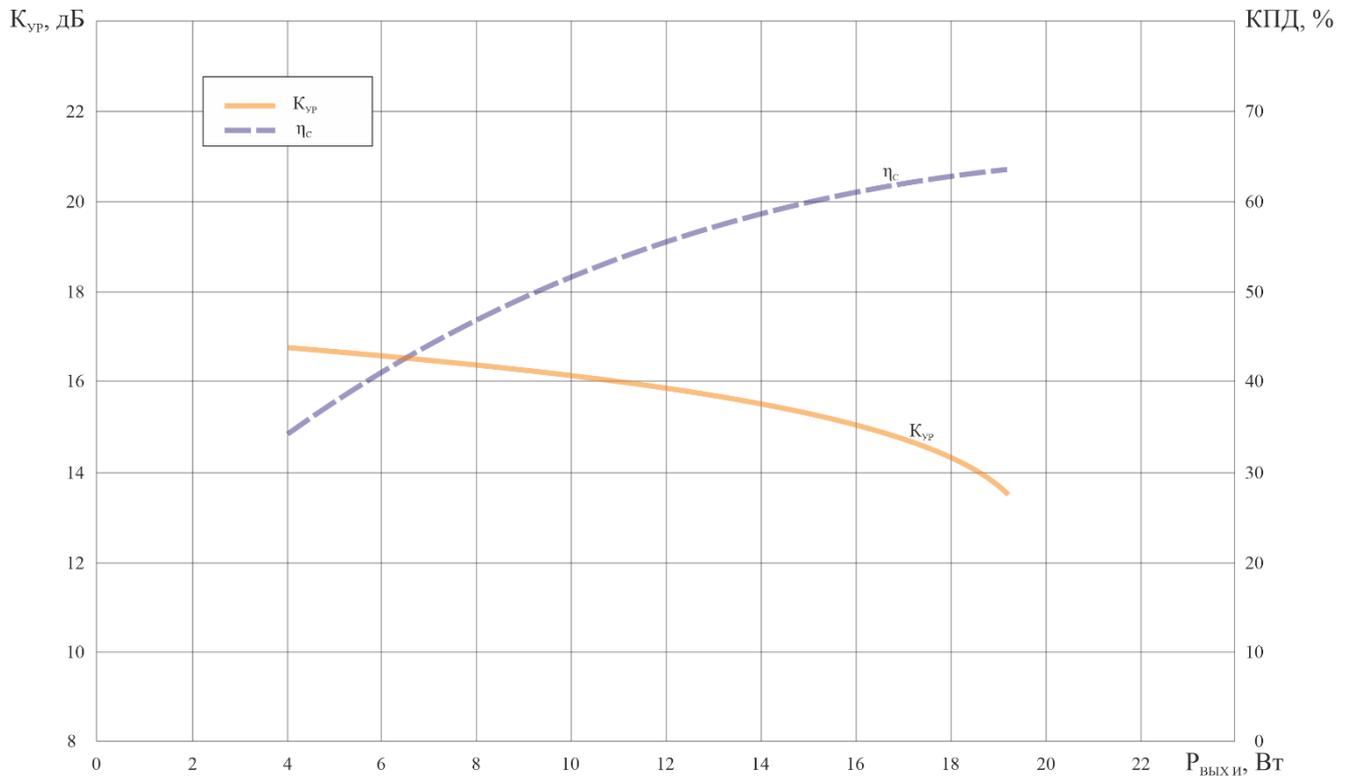


Рисунок 19 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{ур}$, от импульсной выходной мощности, $P_{вых и}$, при $U_{си} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 5,0$ ГГц

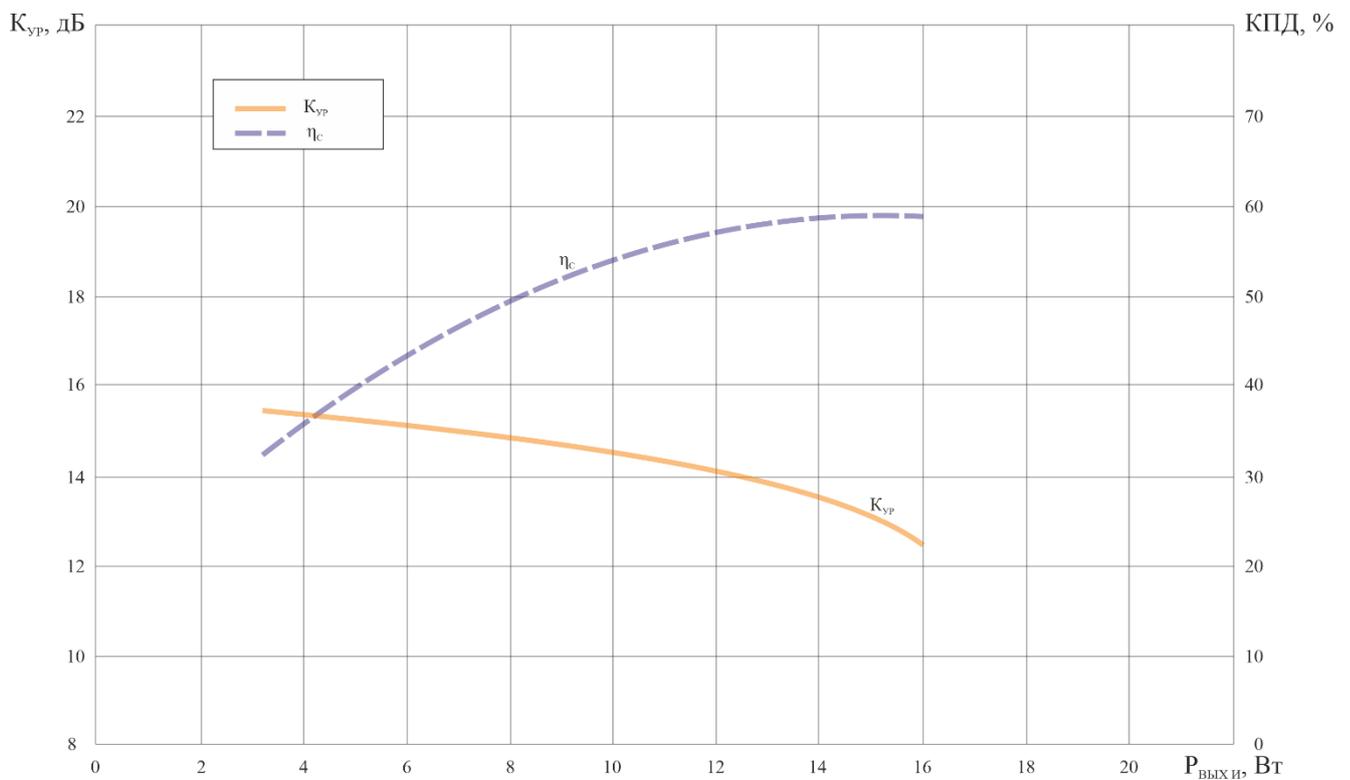


Рисунок 20 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{ур}$, от импульсной выходной мощности, $P_{вых и}$, при $U_{си} = 50$ В, $\tau_{и} = 100$ мкс, $Q = 10$, $f = 5,5$ ГГц

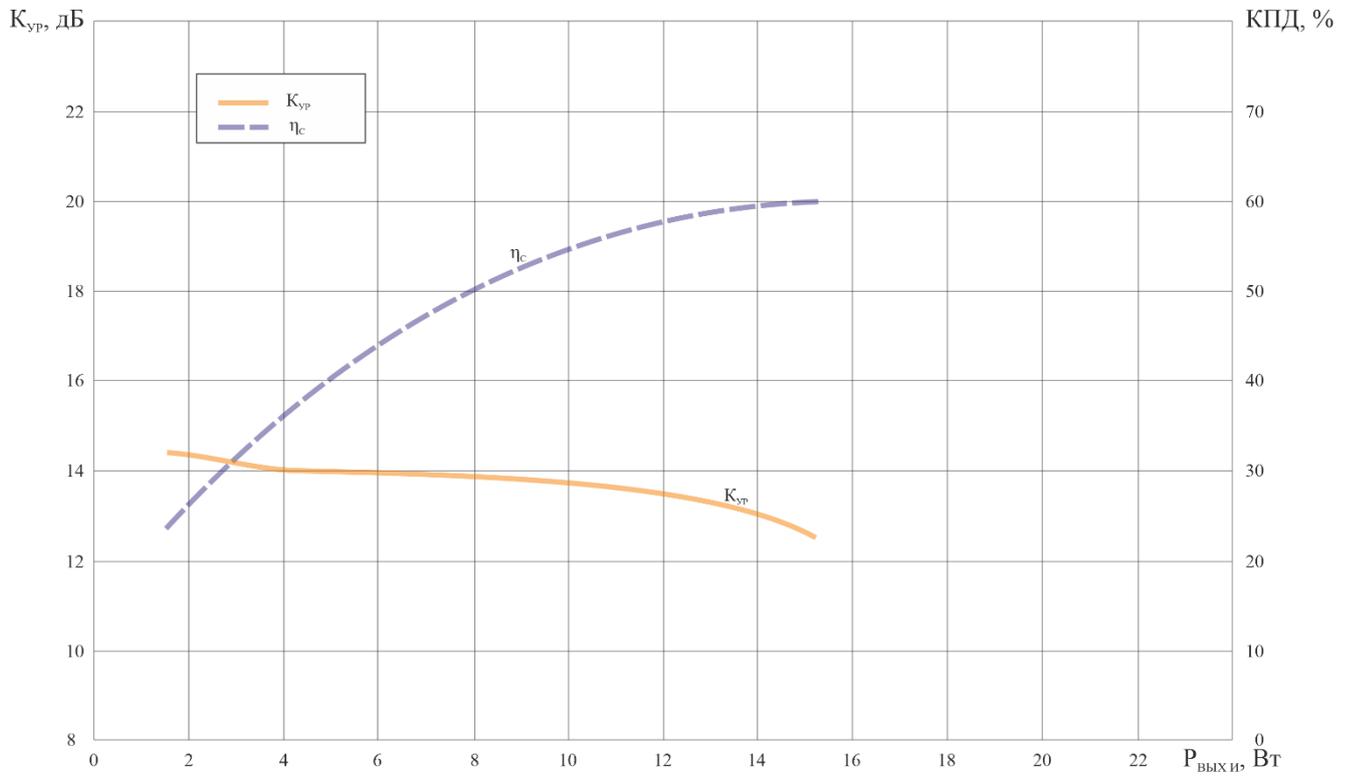


Рисунок 21 – Зависимость коэффициента полезного действия стока (КПД), η_c , и коэффициента усиления по мощности, $K_{\text{уп}}$, от импульсной выходной мощности, $P_{\text{вых и}}$, при $U_{\text{си}} = 50 \text{ В}$, $\tau_{\text{и}} = 100 \text{ мкс}$, $Q = 10$, $f = 6,0 \text{ ГГц}$

