

## Варианты задания

Варианты задания на весенний семестр 2020/2021 уч.года

**Вариант 1. Двухканальная передающая ячейка с управляемым усилением в каналах и фильтрацией в соседних каналах.**

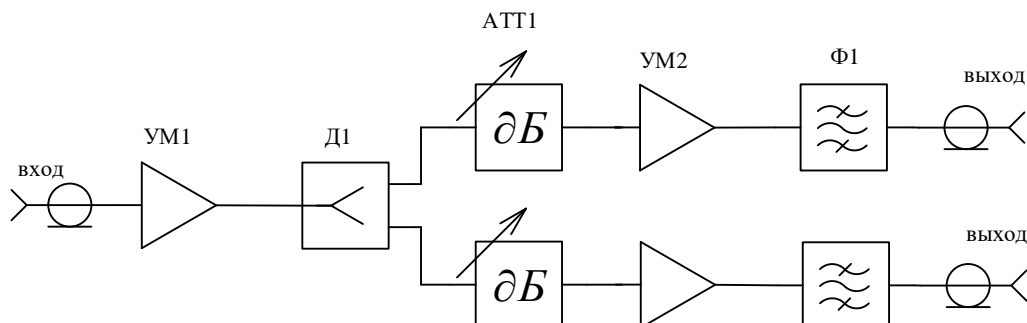


Рис.1.1 - Базовая структурная схема.

Таблица 1.1 - Пофамильное распределение вариантов

№	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ФИО	Абрамов Михаил Юрьевич	Шаврин Михаил Вячеславович	Соколов Александр Андреевич	Тумольский Егор Дмитриевич	Ершов Андрей Романович	Давлетгареева Милена Эдуардовна	Могилин Никита Васильевич
$F_c$ , ГГц	3,6	6,6	8,1	3,5	6,1	4,3	5,8
$K_p$ , дБ, не менее	45	37	39	37	34	41	38
$\Delta F_{-3dB}$ , ГГц, не менее	0,2	0,4	0,48	0,32	0,35	0,26	0,35
$\Delta A_{pass}$ , дБ, не более	3	3	3	3	3	3	3
Нижний диапазон запырания, $F_{s1}..F_{s2}$ , ГГц	3,1..3,3	5,7..6,1	7,0..7,5	3,0..3,2	5,2..5,6	3,7..4,0	5,0..5,35
Верхний диапазон запырания, $F_{s3}..F_{s4}$ , ГГц	3,8..4,1	7,1..7,5	8,7..9,2	3,75..4,0	6,6..6,9	4,6..4,9	6,2..6,6
$\Delta A_{stop}$ , дБ, не менее	27	33	33	30	32	30	25
$P_{dBout}$ , дБмВт, не менее	27	30	28	27	29	28	27
Диапазон управления аттенюатора, дБ, не менее	23	24	27	20	16	19	17

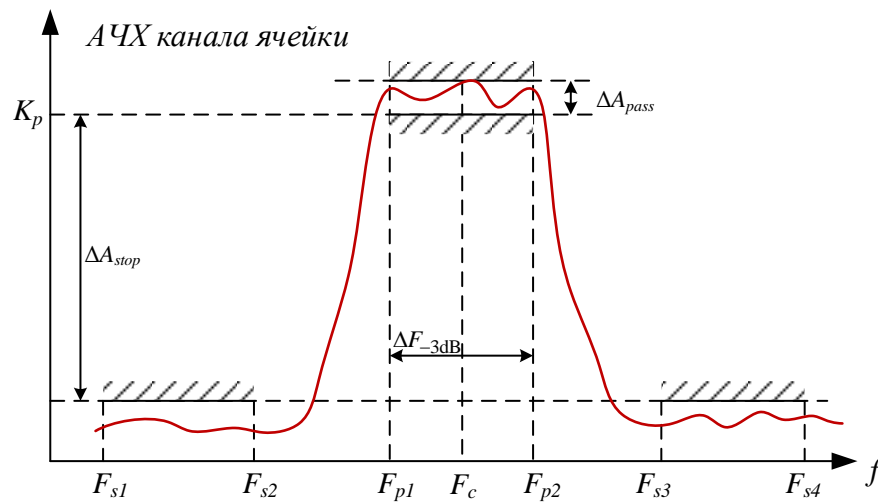


Рис.1.2 – Пояснение к ТЗ на АЧХ канала

*Общие условия и пояснения:*

1. КСВН по всем ВЧ-входам и ВЧ-выходам должен быть не более 1,5 в рабочей полосе частот.
2. Атенюатор должен быть аналоговым или иметь шаг перестройки не более 1 дБ.
3. Для общей финальной схемы с помощью анализа выхода годных (Yield) необходимо перебрать достаточно большое количество состояний аттенюаторов (не менее 250) и показать выполнение ТЗ.
4. Усилители УМ1 и УМ2 не обязательно должны быть одним устройством, могут являться каскадными.
5. При невозможности удовлетворить требования на P1dBOut (из-за возможных потерь на фильтре Ф1), фильтр Ф1 и выходной усилитель мощности УМ2 можно поменять местами.
6. Рабочий диапазон частот  $F_{p1}..F_{p2}$  определяется как размах  $\Delta F_{-3dB}$  относительно центральной частоты  $F_c$ , т.е.  $F_{p1} = F_c - 0,5\Delta F_{-3dB}$  и  $F_{p2} = F_c + 0,5\Delta F_{-3dB}$ .

**Вариант 2. Двухканальная передающая ячейка с управляемым фазовым сдвигом в каналах и фильтрацией в соседних каналах.**

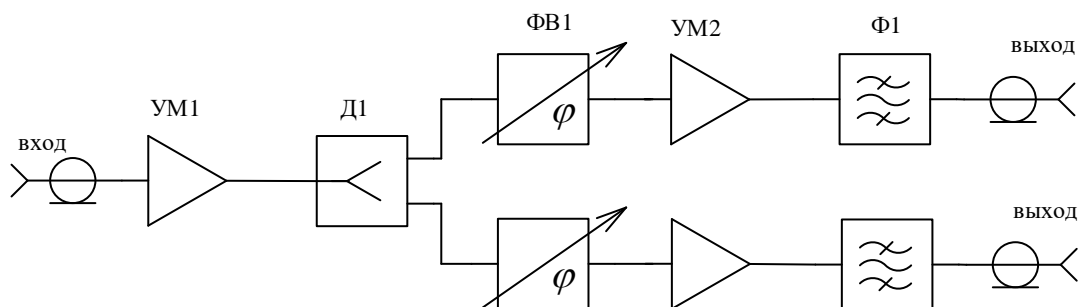


Рис.2.1 - Базовая структурная схема.

Таблица 2.1 - Пофамильное распределение вариантов

№	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7
ФИО	Менщиков Иван Валерьевич	Исмаилов Рустам Магомедович	Лысак Александр Владимирович	Володько Семён Денисович	Савельев Максим Владиславович	Зайцева Анастасия Сергеевна	Бурдун Артемий Александрович
$F_c$ , ГГц	4,1	7,4	6,0	7,5	11,0	3,7	4,6
Кр, дБ, не менее	33	43	37	37	39	36	34
$\Delta F_{-3dB}$ , ГГц, не менее	0,25	0,45	0,35	0,45	0,66	0,2	0,26
$\Delta A_{pass}$ , дБ, не более	3	3	3	3	3	3	3
Нижний диапазон запираания, $F_{s1}..F_{s2}$ , ГГц	3,5..3,8	6,4..6,8	5,2..5,5	6,5..6,9	9,5..10,1	3,2..3,4	4,0..4,2
Верхний диапазон запираания, $F_{s3}..F_{s4}$ , ГГц	4,4..4,7	8,0..8,4	6,5..6,8	8,1..8,5	11,8..12,5	4,0..4,2	5,0..5,2
$\Delta A_{stop}$ , дБ, не менее	31	28	32	30	28	35	35
P1dBout, дБмВт, не менее	28	30	32	32	30	32	29
Шаг фазы фазовращателя, град, не более	12	6	12	12	6	12	6

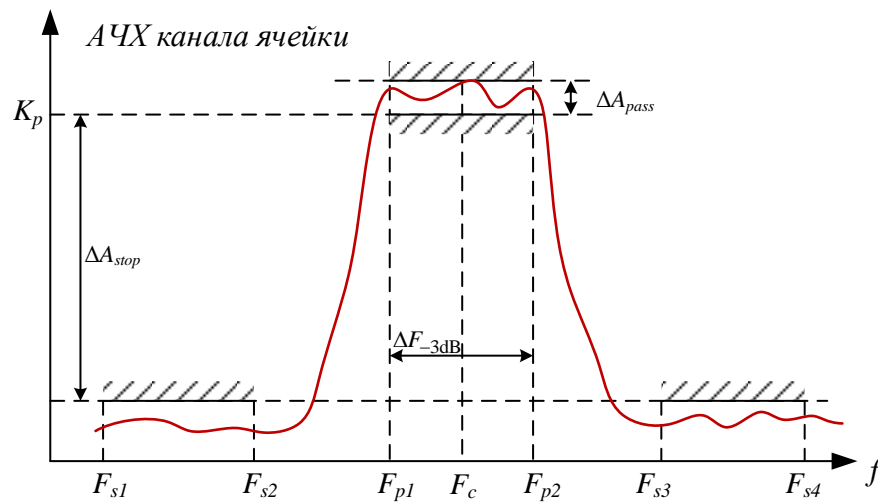


Рис.2.2 – Пояснение к ТЗ на АЧХ канала

*Общие условия и пояснения:*

1. КСВН по всем ВЧ-входам и ВЧ-выходам должен быть не более 1,5 в рабочей полосе частот.
2. Фазовращатель должен быть аналоговым или дискретным с шагом фазы не более заданного. Полный диапазон перестройки должен быть в  $360^\circ$ .
3. Для общей финальной схемы с помощью анализа выхода годных (Yield) необходимо перебрать достаточно большое количество состояний аттенуаторов (не менее 250) и показать выполнение ТЗ.
4. Усилители УМ1 и УМ2 не обязательно должны быть одним устройством, могут являться каскадными.
5. При невозможности удовлетворить требования на P1dVOut (из-за возможных потерь на фильтре Ф1), фильтр Ф1 и выходной усилитель мощности УМ2 можно поменять местами.
6. Рабочий диапазон частот  $F_{p1}..F_{p2}$  определяется как размах  $\Delta F_{-3dB}$  относительно центральной частоты  $F_c$ , т.е.  $F_{p1} = F_c - 0,5\Delta F_{-3dB}$  и  $F_{p2} = F_c + 0,5\Delta F_{-3dB}$ .

**Вариант 3. Двухканальная приемная ячейка с управляемым усилением в каналах и фильтрацией в соседних каналах.**

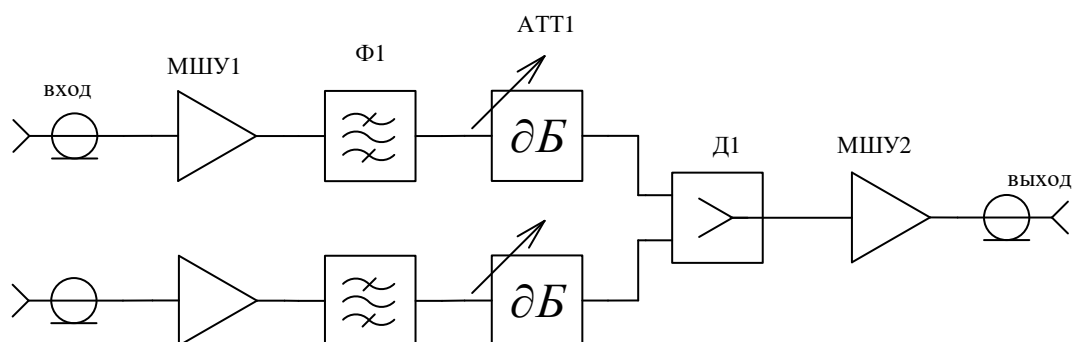


Рис.3.1 - Базовая структурная схема.

Таблица 3.1 - **Пофамильное распределение вариантов**

№	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
ФИО	Маценко Олег Игоревич	Кожуховский Антон Валерьевич	Сергеев Руслан Валерьевич	Сабыров Равшан Тазебаевич	Власенков Данила Сергеевич	Сирик Александр Владимирович	Шишонков Антон Станиславович
$F_c$ , ГГц	3,9	6,9	4,5	6,8	7,5	10,3	7,4
$K_p$ , дБ, не менее	33	38	41	39	43	37	34
$\Delta F_{-3dB}$ , ГГц, не менее	0,2	0,4	0,27	0,4	0,45	0,62	0,45
$\Delta A_{pass}$ , дБ, не более	3	3	3	3	3	3	3
Нижний диапазон запырания, $F_{s1}..F_{s2}$ , ГГц	3,3..3,6	6,0..6,4	3,9..4,1	5,8..6,3	6,5..6,9	8,9..9,5	6,4..6,8
Верхний диапазон запырания, $F_{s3}..F_{s4}$ , ГГц	4,2..4,4	7,4..7,8	4,8..5,1	7,3..7,7	8,1..8,5	11,1..11,7	7,9..8,4
$\Delta A_{stop}$ , дБ, не менее	27	25	29	28	31	24	34
$K_{ш}$ , дБ, не более	2,3	3,4	2,9	2,4	3,4	3,0	2,7
Диапазон управления аттенюатора, дБ, не менее	21	17	25	20	17	27	18

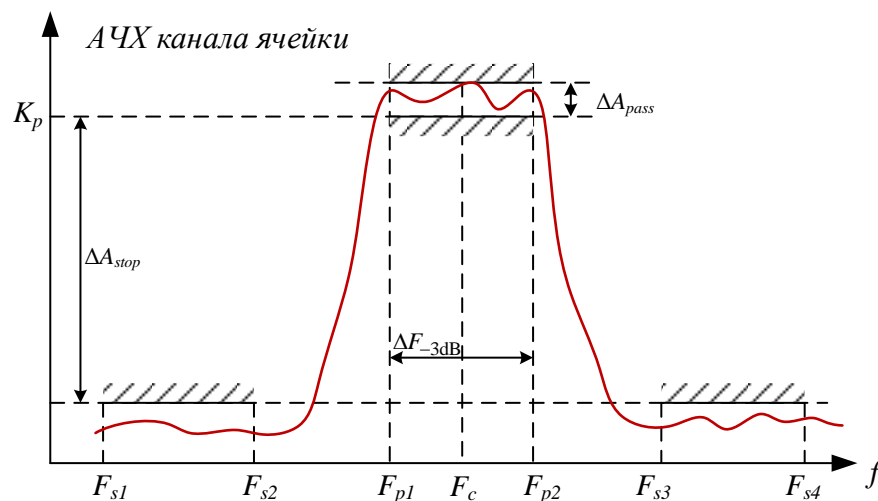


Рис.3.2 – Пояснение к ТЗ на АЧХ канала

*Общие условия и пояснения:*

1. КСВН по всем ВЧ-входам и ВЧ-выходам должен быть не более 1,5 в рабочей полосе частот.
2. Атенюатор должен быть аналоговым или иметь шаг перестройки не более 1 дБ.
3. Для общей финальной схемы с помощью анализа выхода годных (Yield) необходимо перебрать достаточно большое количество состояний аттенюаторов (не менее 250) и показать выполнение ТЗ.
4. Усилители МШУ1 и МШУ1 не обязательно должны быть одним устройством, могут являться каскадными.
5. Предпочтительно чтобы первым устройством был фильтр Ф1, однако, если из-за потерь на фильтре Ф1 невозможно удовлетворить на Кш, то первый МШУ с минимальным коэффициентом шума можно поставить первым.
6. Рабочий диапазон частот  $F_{p1}..F_{p2}$  определяется как размах  $\Delta F_{-3dB}$  относительно центральной частоты  $F_c$ , т.е.  $F_{p1} = F_c - 0,5\Delta F_{-3dB}$  и  $F_{p2} = F_c + 0,5\Delta F_{-3dB}$ .
7. При расчете Кш канала строить упрощенную модель (только в один канал, при задании свойств сумматора учитывать только омические потери, без потерь на деление).

**Вариант 4. Двухканальная приемная ячейка с управляемым фазовым сдвигом в каналах и фильтрацией в соседних каналах.**

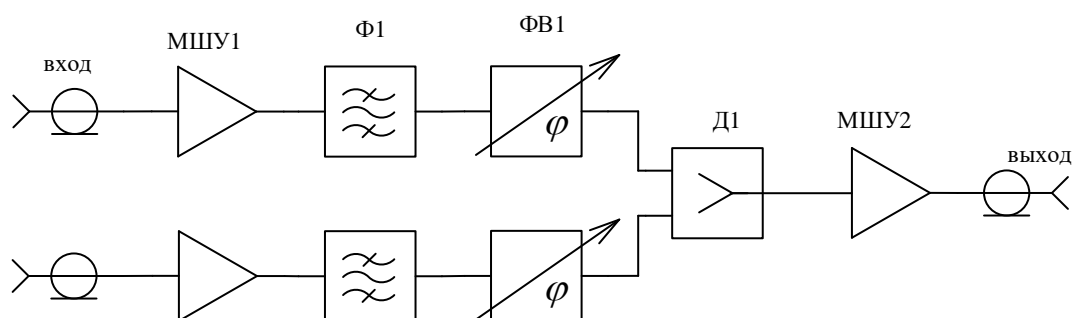


Рис.4.1 - Базовая структурная схема.

Таблица 4.1 - Пофамильное распределение вариантов

№	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7
ФИО	Кретов Вячеслав Валерьевич	Дмитриев Матвей Валентинович	Коржук Игорь Олегович	Салихов Махмуд Магомедович	Тарасова Алена Анагольевна	Смагин Михаил Александрович	Муленков Ярослав Андреевич
$F_c$ , ГГц	3,4	5,2	4,1	7,0	8,4	10,3	8,9
Кр, дБ, не менее	39	35	42	37	41	34	38
$\Delta F_{-3dB}$ , ГГц, не менее	0,2	0,3	0,25	0,4	0,5	0,62	0,53
$\Delta A_{pass}$ , дБ, не более	3	3	3	3	3	3	3
Нижний диапазон запырания, $F_{s1}..F_{s2}$ , ГГц	2,9..3,1	4,5..4,8	3,5..3,8	6,0..6,45	7,2..7,8	8,9..9,5	7,7..8,2
Верхний диапазон запырания, $F_{s3}..F_{s4}$ , ГГц	3,7..3,9	5,6..5,9	4,4..4,7	7,5..8,0	9,0..9,5	11,1..11,7	9,6..10,1
$\Delta A_{stop}$ , дБ, не менее	33	33	25	35	35	29	35
Кш, дБ, не более	2,3	3,2	2,9	2,9	2,7	3,5	2,9
Шаг фазы фазовращателя, град, не более	6	12	6	6	12	6	12

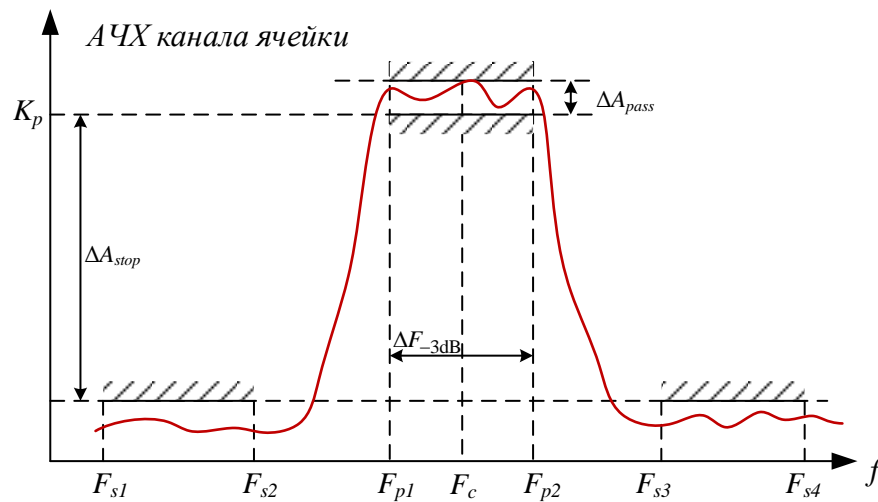


Рис.4.2 – Пояснение к ТЗ на АЧХ канала

*Общие условия и пояснения:*

1. КСВН по всем ВЧ-входам и ВЧ-выходам должен быть не более 1,5 в рабочей полосе частот.
2. Фазовращатель должен быть аналоговым или дискретным с шагом фазы не более заданного. Полный диапазон перестройки должен быть в  $360^\circ$ .
3. Для общей финальной схемы с помощью анализа выхода годных (Yield) необходимо перебрать достаточно большое количество состояний аттенуаторов (не менее 250) и показать выполнение ТЗ.
4. Усилители МШУ1 и МШУ2 не обязательно должны быть одним устройством, могут являться каскадными.
5. Предпочтительно чтобы первым устройством был фильтр Ф1, однако, если из-за потерь на фильтре Ф1 невозможно удовлетворить на Кш, то первый МШУ с минимальным коэффициентом шума можно поставить первым.
6. Рабочий диапазон частот  $F_{p1}..F_{p2}$  определяется как размах  $\Delta F_{-3dB}$  относительно центральной частоты  $F_c$ , т.е.  $F_{p1} = F_c - 0,5\Delta F_{-3dB}$  и  $F_{p2} = F_c + 0,5\Delta F_{-3dB}$ .
7. При расчете Кш канала строить упрощенную модель (только в один канал, при задании свойств сумматора учитывать только омические потери, без потерь на деление).



**Вариант 5. Приемная ячейка усиления и фильтрации с детектированием мощности.**

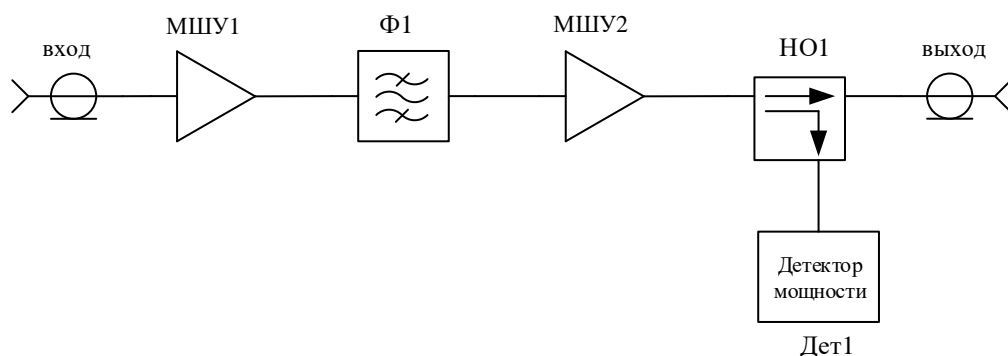


Рис.5.1 - Базовая структурная схема.

Таблица 5.1 - *Пофамильное распределение вариантов*

№	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7
ФИО	Кравченко Виктор Евгеньевич	Капицына Екатерина Сергеевна	Кузнецов Данила Владимирович	Семенов Глеб Сергеевич	Черепов Игорь Кириллович	Лазба Филипп Борисович	Зотова Полина Васильевна
$F_c$ , ГГц	6,3	5,2	9,5	6,7	5,4	8,5	11,4
Кр, дБ, не менее	43	36	40	36	42	39	39
$\Delta F_{-3dB}$ , ГГц, не менее	0,35	0,3	0,6	0,4	0,3	0,5	0,7
$\Delta A_{pass}$ , дБ, не более	3	3	3	3	3	3	3
Нижний диапазон запираания, $F_{s1}..F_{s2}$ , ГГц	5,4..5,8	4,5..4,8	8,2..8,8	4,8..6,2	4,7..5,0	7,3..7,85	9,8..10,5
Верхний диапазон запираания, $F_{s3}..F_{s4}$ , ГГц	6,8..7,2	5,6..5,9	10,2..10,8	7,2..7,6	5,8..6,2	9,1..9,6	12,2..12,9
$\Delta A_{stop}$ , дБ, не менее	33	34	34	31	33	31	31
Кш, дБ, не более	3,5	2,3	2,9	2,5	3,3	3,0	3,5
Диапазон ожидаемых входных мощностей, $P_{in}$ , дБмВт	-40..-10	-43..-15	-40..-10	-45..-17	-42..-15	-43..-12	-40..-10

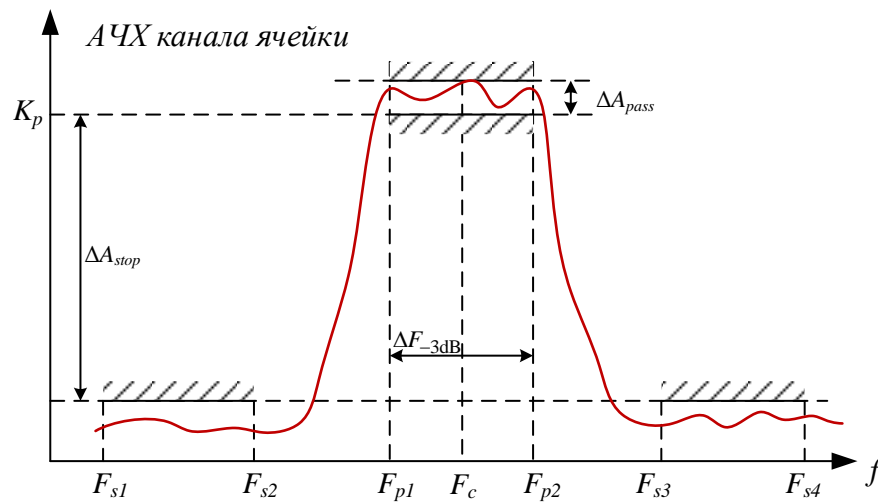


Рис.5.2 – Пояснение к ТЗ на АЧХ канала

*Общие условия и пояснения:*

1. КСВН по всем ВЧ-входам и ВЧ-выходам должен быть не более 1,5 в рабочей полосе частот.
2. Усилители МШУ1 и МШУ2 не обязательно должны быть одним устройством, могут являться каскадными.
3. Предпочтительно чтобы первым устройством был фильтр  $\Phi 1$ , однако, если из-за потерь на фильтре  $\Phi 1$  невозможно удовлетворить на Кш, то первый МШУ с минимальным коэффициентом шума можно поставить первым.
4. Рабочий диапазон частот  $F_{p1}..F_{p2}$  определяется как размах  $\Delta F_{-3dB}$  относительно центральной частоты  $F_c$ , т.е.  $F_{p1} = F_c - 0,5\Delta F_{-3dB}$  и  $F_{p2} = F_c + 0,5\Delta F_{-3dB}$ .
5. Ячейка должна быть способна корректно измерять возможные значения входной мощности  $P_{in}$ . Это означает, что данный диапазон возможной входной мощности с учетом прохождения через канал (МШУ, ППФ, ответвление в вторичное плечо НО) должен попадать в динамический диапазон измеряемой мощности детектора мощности в рабочей полосе частот.

**Вариант 6. Передающая ячейка усиления и фильтрации с детектированием уровня выходной мощности.**

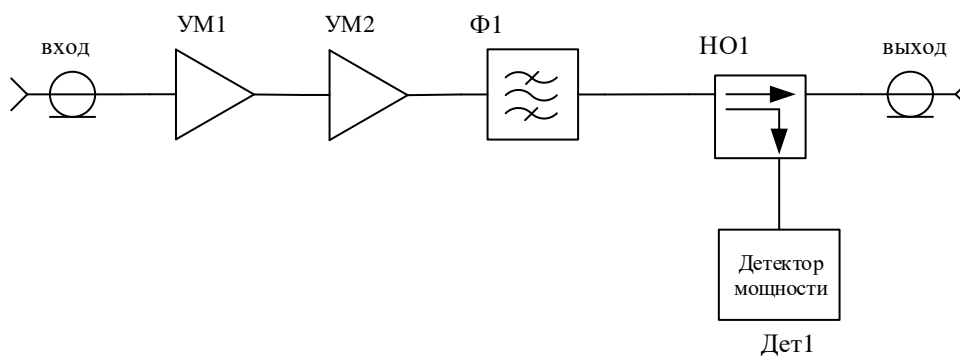


Рис.6.1 - Базовая структурная схема.

Таблица 6.1 - *Пофамильное распределение вариантов*

№	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7
ФИО	Иванова Анастасия Витальевна	Ежов Егор Сергеевич	Григорьев Андрей Алексеевич	Токмаков Артёмий Сергеевич	Неретин Кирилл Сергеевич	Кондратьев Максим Вячеславович	Дольников Дмитрий Сергеевич
$F_c$ , ГГц	4,8	10,6	11,5	9,3	3,9	5,2	8,6
$K_p$ , дБ, не менее	42	36	37	35	35	40	38
$\Delta F_{-3dB}$ , ГГц, не менее	0,28	0,64	0,7	0,55	0,2	0,3	0,5
$\Delta A_{pass}$ , дБ, не более	3	3	3	3	3	3	3
Нижний диапазон запырания, $F_{s1}..F_{s2}$ , ГГц	4,1..4,4	9,2..9,8	9,9..10,6	8,0..8,6	3,4..3,6	4,5..4,8	7,4..7,9
Верхний диапазон запырания, $F_{s3}..F_{s4}$ , ГГц	5,2..5,4	11,4..12,0	12,4..13,0	10,0..10,6	4,2..4,4	5,6..5,9	9,2..9,8
$\Delta A_{stop}$ , дБ, не менее	28	28	33	25	25	25	27
$P_{dBout}$ , дБмВт, не менее	29	29	32	31	33	30	28
Динамический диапазон выходной мощности, $S_{дин}$ , дБ	22	23	25	24	24	25	22

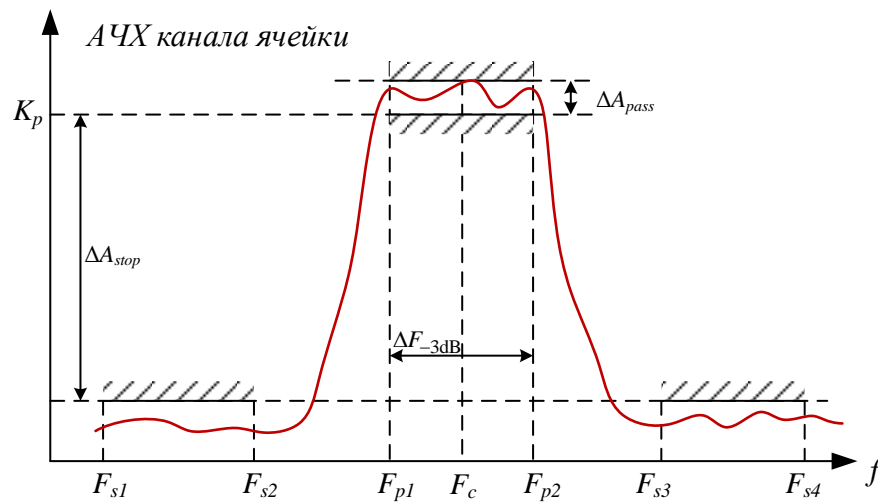
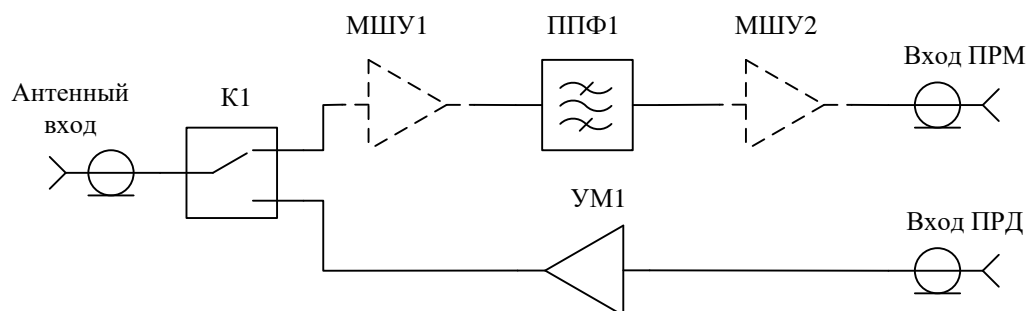


Рис.6.2 – Пояснение к ТЗ на АЧХ канала

*Общие условия и пояснения:*

1. КСВН по всем ВЧ-входам и ВЧ-выходам должен быть не более 1,5 в рабочей полосе частот.
2. Усилители УМ1 и УМ2 не обязательно должны быть одним устройством, могут являться каскадными.
3. При невозможности удовлетворить требования на  $P_{ldBOut}$  (из-за возможных потерь на фильтре  $\Phi 1$ ), фильтр  $\Phi 1$  и выходной усилитель мощности УМ2 можно поменять местами.
4. Рабочий диапазон частот  $F_{p1}..F_{p2}$  определяется как размах  $\Delta F_{-3dB}$  относительно центральной частоты  $F_c$ , т.е.  $F_{p1} = F_c - 0,5\Delta F_{-3dB}$  и  $F_{p2} = F_c + 0,5\Delta F_{-3dB}$ .
5. Ячейка должна быть способна измерять значения выходной мощности в диапазоне от ( $P_{ldBout-Сдин}$ ) до  $P_{ldBout}$ . Это означает, что диапазон возможной выходной мощности с учетом переходного ослабления направленного ответвителя должен попадать в динамический диапазон измеряемой мощности детектора мощности в рабочей полосе частот.

**Вариант 7. Ячейка антенного ключа с фильтрацией в приемном канале.**



**Таблица - Пофамильное распределение вариантов**

№	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6
ФИО	Вилков Евгений Станиславович	Лапатков Дмитрий Викторович	Белов Алексей Михайлович	Блиндовский Станислав Васильевич		
$F_c$ , ГГц	9,4	7,9	5,7	9,9	2,7	8,9
$\Delta F_{-3dB}$ , ГГц, не менее	0,45	0,48	0,22	0,6	0,15	0,45
Полоса запирания ППФ, $\Delta F_{ППФ-20dB}$ , ГГц, не более	1,1	1,2	0,6	1,4	0,4	1,1
$K_{pTx}$ передающего канала, дБ, не менее	43	30	33	31	27	34
$P_{1dBoutTx}$ передающего канала, дБмВт, не менее	27	26	32	25	30	27
$K_{pRx}$ приемного канала, дБ, не менее	29	33	29	30	32	30
$N_{fRx}$ приемного канала, дБ, не более	3,4	2,7	2,9	2,6	6,4	3,3

*Общие условия:*

1. Модель необходимо проверять отдельно для двух состояний – режим передачи и режим приема.

2. Требование на полосу пропускания фильтра  $\Delta F_{\text{ППФ}-3\text{dB}}$  совпадает с требованием на рабочий диапазон ячейки  $\Delta F_{-3\text{dB}}$ .

3. КСВН для обоих состояний ячейки не должен превышать 1,5 во включенном канале в рабочей полосе частот.

4.  $K_p\text{Tx}$  и  $P_{\text{dBoutTx}}$  (параметры передающего канала) проверяются, когда ключ  $K_1$  включен на режим передачи.

5.  $K_p\text{Rx}$  и  $N_f\text{Rx}$  (параметры приемного канала) проверяются, когда ключ  $K_1$  включен на режим приема.

6. В параметры как передающего, так и приемного каналов необходимо учитывать влияние свойств ключа  $K_1$  (потери на проход во включенном состоянии и  $P_{\text{dB}}$ ).