

УДК 621.373.1

Doi: 10.31772/2712-8970-2022-23-2-156-167

**Для цитирования:** Дремухин М. А., Кузовников А. В., Стрекалева Т. В. Разработка перенастраиваемых диапазонных генераторов шума // Сибирский аэрокосмический журнал. 2022. Т. 23, № 2. С. 156–167. Doi: 10.31772/2712-8970-2022-23-2-156-167.

**For citation:** Dremukhin M. A., Kuzovnikov A. V., Strekaleva T. V. [Development of tunable band noise generators]. *Siberian Aerospace Journal*. 2022, Vol. 23, No. 2, P. 156–167. Doi: 10.31772/2712-8970-2022-23-2-156-167.

## Разработка перенастраиваемых диапазонных генераторов шума

М. А. Дремухин<sup>1\*</sup>, А. В. Кузовников<sup>1,2</sup>, Т. В. Стрекалева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева»

Российская Федерация, 662972, г. Железногорск Красноярского края, ул. Ленина, 52

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский Рабочий», 31

\*E-mail: d-max\_70@mail.ru

*Целью работы является разработка и исследование принципа работы перенастраиваемых диапазонных генераторов шума (ПДГШ), их характеристик, формирователя шумового сигнала модульного типа, в котором обеспечивается управление шириной спектра шумового сигнала для использования в качестве средств постановки шумовых радиопомех, посредством формирования и излучения в окружающее пространство электромагнитных полей энергетического спектра в заданных диапазонах частот, с возможностью изменения амплитуды и полосы сигнала. Для улучшения характеристик и придания им более широкого применения с целью качественного противодействия несанкционированному съему злоумышленниками информации по каналам излучения побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ), необходимо создавать многоканальные адаптивные ПДГШ. В разрабатываемых генераторах в каждом канале зашумления можно обеспечить регулировку мощности формируемого шумового сигнала и управление шириной полосы частот зашумления, что позволит повысить электромагнитную совместимость подобных устройств. Для обеспечения этого предлагается использовать концепцию проектирования, основанную на применении управляемых модулей источников шума (УМИШ) с полосовыми фильтрами, что также позволяет получить равномерный по амплитуде шумовой сигнал.*

*Ключевые слова:* генератор шума, шумовой сигнал, ПЭМИ.

## Development of tunable band noise generators

M. A. Dremukhin<sup>1\*</sup>, A. V. Kuzovnikov<sup>1,2</sup>, T. V. Strekaleva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JSC “Academician M. F. Reshetnev” Information Satellite Systems”

52, Lenin St., Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region, 662972, Russian Federation

<sup>2</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: d-max\_70@mail.ru

*The aim of the work is to develop and study the principle of operation tunable band noise generators (MGSH) of their characteristics, noise signal conditioner of a modular type, which provides controlling the bandwidth of the noise signal for use as a means setting radio noise. Through the formation and radiation in the surrounding space of electromagnetic fields of the energy spectrum in specified frequency ranges, with the possibility of changing the amplitude and bandwidth of the signal. To improve performance and*

*make them more widely used in order to high-quality counteraction to unauthorized removal by intruders information on emission channels of spurious electromagnetic radiation (SEMI), it is necessary to create multichannel adaptive SLGNs. In the developed generators in each noisy channel, it is possible to provide power adjustment, generated noise signal and noise bandwidth control, which will improve the electromagnetic compatibility of such devices. For to ensure this, it is proposed to use a design concept based on on the use of controlled modules of noise sources with band-pass filters, which also allows you to get a noise signal uniform in amplitude.*

*Keywords: noise generator, noise signal, PEMI.*

### **Введение**

Генераторы шума (ГШ) применяются для активной защиты информации – постановки различного вида помех [1–2]. Шум, выдаваемый генератором, маскирует полезный сигнал так, что выделить его среди общего сигнала становится очень сложной задачей [3–4]. Если сигнал, выдаваемый генератором, не является случайным, на анализаторе спектра можно увидеть провалы в спектральной характеристике. Это является уязвимостью в системах защиты информации, построенных с помощью этих ГШ, так как есть техническая возможность построить гребенчатый фильтр и выделить неискаженную часть полезного сигнала [5–7].

По мере совершенствования средств вычислительной техники (СВТ), для обработки информации ограниченного распространения представляется актуальным создание высокоэффективных ГШ для активной защиты информации и маскирования ПЭМИ [8–9]. Побочные излучения образуются вследствие наложения информативных сигналов на паразитные сигналы внутренних устройств и блоков СВТ или излучения информативных сигналов в явном виде [10–11]. Разрабатываемые ГШ должны быть способны обеспечить, с одной стороны, сохранность информации, излучаемой по каналам ПЭМИ [12], а с другой стороны, обеспечить электромагнитную совместимость технических средств активной защиты информации с другими радиотехническими устройствами и телекоммуникационными системами.

В настоящее время на рынке имеется большое количество сертифицированных ГШ для активной защиты информации. В то же время подобные устройства по своей структуре являются однополосными ГШ маскирующей помехи, с достаточно широкой полосой излучения шумового сигнала и максимальной частотой работы от 1 до 2,5 ГГц [13–15]. Этого явно недостаточно, поскольку тактовые частоты тех же компьютеров постоянно возрастают, что приводит к расширению излучения частотного диапазона. В связи с этим актуален вопрос электромагнитной совместимости ГШ и других радиопередающих и принимающих устройств. Излучение шумового сигнала за пределами рабочей полосы должно быть минимальным и удовлетворять требования Государственного комитета по радиочастотам, в которых определены нормы на спектральные мощности излучения ГШ. К тому же нерационально иметь в наличии большое количество полосовых ГШ на близкие частоты в пределах одного диапазона, так как это значительно усложняет конструкцию комплекса, а также систему его управления. В этом случае целесообразно использовать ПДГШ с максимальной частотой работы до 5–8 ГГц.

### **Основанная часть**

Комплекс ПДГШ предназначен для постановки радиопомех в диапазоне частот от 200 МГц до 6 ГГц с возможностью регулировки выходного сигнала как по частоте, так и по амплитуде. Комплекс функционирует автономно, при необходимости управление работой комплекса осуществляется оператором. Предусмотрена возможность удаленного подключения по проводному интерфейсу Ethernet и непосредственного подключения по интерфейсу USB к комплексу с помощью пульта дистанционного управления для управления его работой. Основные технические характеристики комплекса ПДГШ приведены в табл. 1.

Конструктивно блок ПДГШ состоит из следующих функциональных узлов: модулей источников шума, фильтров, модуля сумматора, модуля предварительного усилителя, модуля

выходного усилителя мощности, модуля управления, блока питания, блоков преобразования питающих напряжений, фидерной линии и антенного блока, вентиляторов системы охлаждения. Структурная схема блока ПДГШ представлена на рис. 1.

Таблица 1

Технические характеристики комплекса ПДГШ

№ литеры	Диапазон перекрытия, ГГц	Рабочая полоса заграждения, не менее, МГц	Интегральная мощность на входе излучающей антенны, не менее, Вт
1	от 0,2 до 1,5	100	3
2	от 1,5 до 2,5		
3	от 2,5 до 4,0		
4	от 4,0 до 6,0	200	

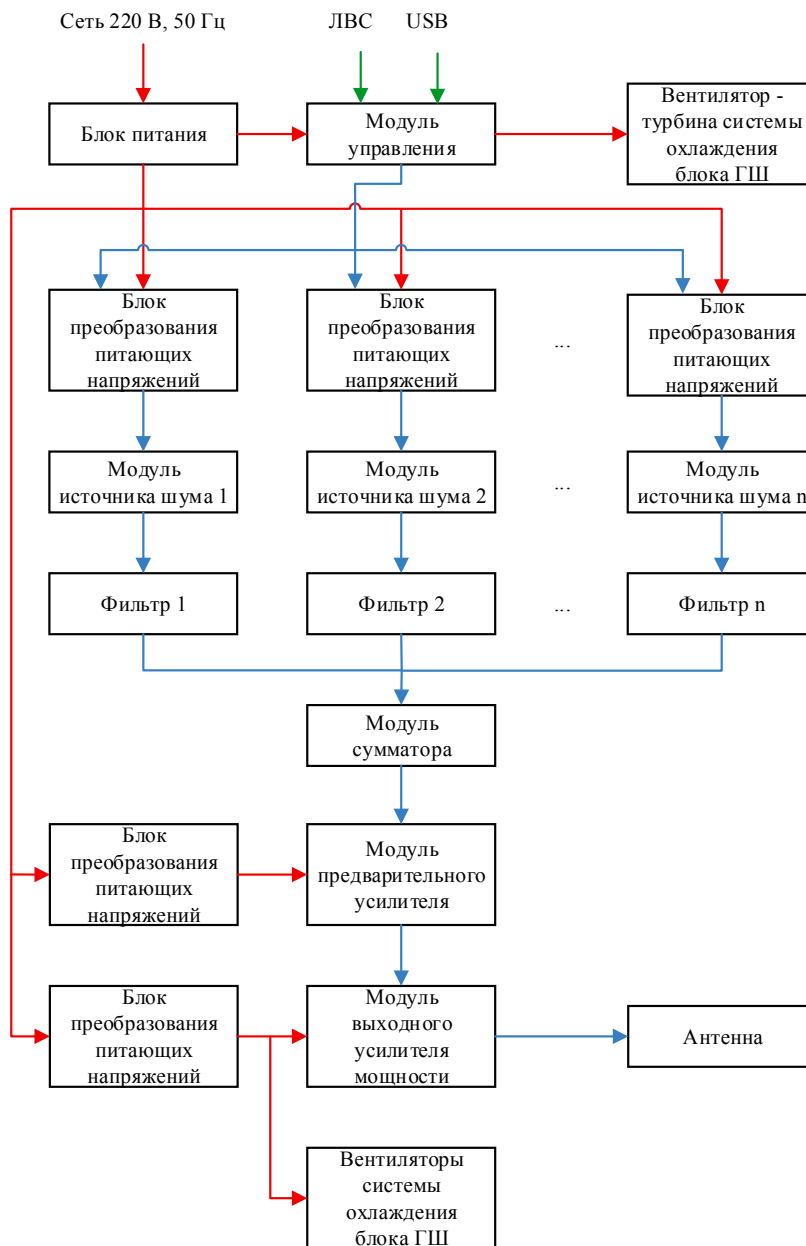


Рис. 1. Структурная схема блока ПДГШ

Fig. 1. Structural diagram of the block PDGSH

Основной частью ПДГШ является блок ГШ, который состоит из набора полосовых ГШ и модуля сумматора. В состав полосового ГШ входит УМИШ и полосовой фильтр. УМИШ состоит из блока преобразования питающего напряжения (БППН) и модуля источника шума (МИШ). БППН подает управляющее напряжение на МИШ, тем самым создавая амплитуду шумового сигнала. МИШ является основным источником шума, принцип действия которого основан на создании шумового сигнала в  $p-n$  переходе «база – эмиттер» транзистора, состоящего из тепловой и дробовой составляющих. Тепловой шум вызывается колебаниями носителей в проводящей среде в условиях теплового равновесия. Дробовой шум является следствием дискретности носителей заряда и хаотичности их образования.

Количество полосовых ГШ зависит от количества рабочих полос, заложенных в ПДГШ, в котором каждый полосовой фильтр настроен на свою рабочую полосу пропускания шума. Все шумовые сигналы с полосовых ГШ поступают на модуль сумматора, в котором суммируются предварительное усиление с выходным усилением мощности для получения рабочей полосы заграждения. Данная концепция проектирования ПДГШ позволяет сузить полосу излучаемого шумового сигнала до минимально необходимых значений с возможностью работы на фиксированных частотах, так и в режиме пассивного выбора и перестройки рабочей частоты в пределах установленного рабочего диапазона, что повышает эффективность их функционирования.

### Результаты проведения замеров ГШ

Для подтверждения характеристик работы ПДГШ измерения проводились для всех разрабатываемых ГШ в каждом поддиапазоне перекрытия частот с использованием УМИШ с переключаемыми полосовыми фильтрами.

Измерения ширины диаграммы направленности (ДН) излучающих антенн ПДГШ проводились в безэховой экранированной камере. Антенны, развертываемые на мачтовых устройствах, при измерении ДН в горизонтальной плоскости устанавливаются на поворотной платформе в рабочее положение с использованием непроводящей опоры. Для измерения диаграммы направленности измерительную аппаратуру соединяют согласно схеме, приведенной на рис. 2.

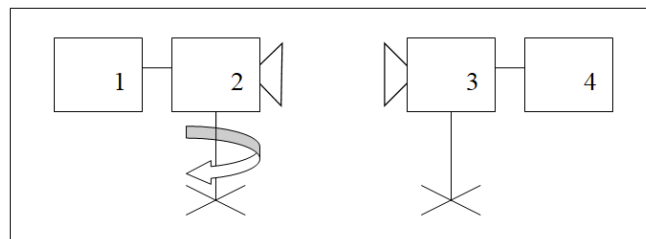


Рис. 2. Схема проведения измерений:

1 – генератор; 2 – исследуемая антенна; 3 – вспомогательная антенна; 4 – измерительный приемник

Fig. 2. Measurement scheme:

1 – generator; 2 – antenna under study; 3 – auxiliary antenna; 4 – measuring receiver

Вспомогательная и исследуемая антенны имеют одинаковую поляризацию излучения. При измерении параметров антенны направленного излучения расстояние между приемной и передающей антеннами должно удовлетворять неравенству:

$$R > \frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}, \quad (1)$$

где  $D_1$  – наибольший из линейных размеров испытываемой антенны;  $D_2$  – наибольший из линейных размеров приемной антенны;  $\lambda$  – длина волны.

Поверхность для проведения измерений представляет собой ровную площадку на поверхности земли с однородными электрическими характеристиками, а также свободна от отражающих

предметов в достаточно большой зоне, чтобы ошибки при проведении испытаний были сведены к минимуму. Также было исключено влияние посторонних электромагнитных полей на точность результатов измерений и обеспечено заземление измерительной площадки.

С помощью поворотного устройства испытуемую антенну с интервалом поворачивают вокруг оси на  $360^\circ$  для горизонтальной плоскости антенны и на  $60^\circ$  для вертикальной. Величина интервала составляет не более  $10^\circ$ . На каждый поворот антенны было проведено по три измерения для каждой исследуемой частоты (нижней 0,2 ГГц, центральной 0,75 ГГц и верхней 1,5 ГГц) для литеры № 1.

При каждом повороте испытуемой антенны на угол по показаниям измерительного приемника, подключенного к вспомогательной антенне, записывают напряжения принимаемого сигнала. По результатам измерений построили график ДН в полярной системе координат в зависимости от угла поворота. В табл. 2 и 3 приведены значения напряжения принимаемого сигнала от исследуемой антенны только в диапазоне 0,2 ГГц.

Таблица 2

## Горизонтальная плоскость исследуемой антенны

Поворот антенны, °	$P_1$ , дБм	$P_2$ , дБм	$P_3$ , дБм	$P_{CP}$ , дБм
Частота 0,2 ГГц				
0	-83,79	-83,72	-84,07	-83,86
10	-83,71	-83,70	-83,75	-83,72
20	-83,64	-83,59	-83,84	-83,69
30	-83,75	-83,61	-84,31	-83,89
40	-83,69	-83,63	-83,93	-83,75
50	-83,63	-83,68	-83,43	-83,58
60	-84,03	-83,94	-84,39	-84,12
70	-84,25	-84,11	-84,81	-84,39
80	-85,06	-85,05	-85,10	-85,07
90	-85,29	-85,21	-85,61	-85,37
100	-86,02	-85,88	-86,58	-86,16
110	-86,49	-86,53	-86,33	-86,45
120	-86,61	-86,55	-86,85	-86,67
130	-87,97	-87,85	-88,45	-88,09
140	-88,32	-88,24	-88,64	-88,40
150	-88,84	-88,71	-89,36	-88,97
160	-89,31	-89,23	-89,63	-89,39
170	-90,13	-90,19	-89,89	-90,07
180	-90,09	-90,03	-90,33	-90,15
190	-88,76	-88,65	-89,20	-88,87
200	-90,04	-90,10	-89,8	-89,98
210	-90,02	-90,07	-89,82	-89,97
220	-90,68	-90,62	-90,92	-90,74
230	-90,23	-89,99	-91,19	-90,47
240	-91,02	-91,21	-90,26	-90,83
250	-90,35	-90,22	-90,87	-90,48
260	-91,22	-91,26	-91,06	-91,18
270	-90,56	-90,65	-90,20	-90,47
280	-88,69	-88,62	-88,97	-88,76
290	-88,65	-88,55	-89,05	-88,75
300	-86,51	-86,64	-85,99	-86,38
310	-85,72	-85,80	-85,40	-85,64
320	-84,21	-84,37	-83,57	-84,05
330	-83,93	-83,80	-84,45	-84,06
340	-83,76	-83,63	-84,28	-83,89
350	-83,32	-83,13	-84,08	-83,51

Таблица 3

**Вертикальная плоскость исследуемой антенны**

Поворот антенны, °	$P_1$ , дБм	$P_2$ , дБм	$P_3$ , дБм	$P_{CP}$ , дБм
Частота 0,2 ГГц				
30	-80,91	-80,88	-81,03	-80,94
20	-80,12	-80,18	-79,88	-80,06
10	-80,03	-80,12	-79,67	-79,94
0	-79,61	-79,59	-79,69	-79,63
-10	-79,45	-79,36	-79,81	-79,54
-20	-79,38	-79,30	-79,70	-79,46
-30	-80,02	-79,98	-80,18	-80,06

Аналогичным образом результаты измерений проводились для каждого исследуемого поддиапазона перекрытия частот от 1,5–6,0 ГГц, литеры № 2–4.

Диаграммы направленности исследуемой антенны диапазона 0,2 ГГц представлены на рис. 3.

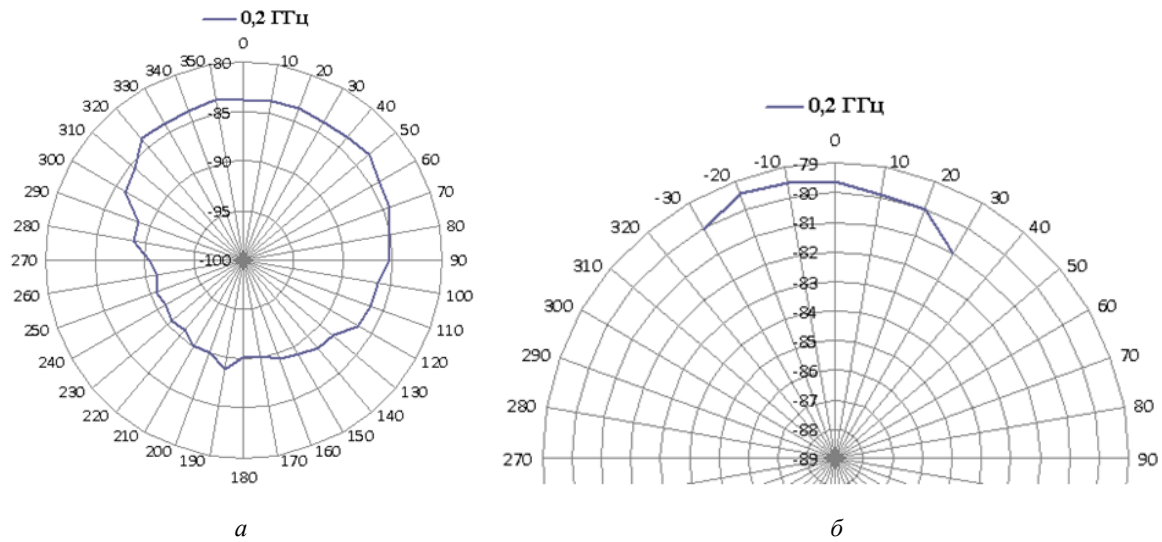


Рис. 3. Диаграммы направленности антенны на частоте 0,2 ГГц:  
*a* – горизонтальная плоскость; *б* – вертикальная плоскость

Fig. 3. Antenna pattern at 0,2 GHz:  
*a* – horizontal plane; *b* – vertical plane

В результате измерений ширины ДН излучающих антенн ПДГШ в диапазонах частот 0,2–6,0 ГГц были построены диаграммы направленности для каждой антенны на трех частотах (нижней, центральной и верхней). Ширина ДН для каждой антенны составляет  $120^\circ \pm 10^\circ$  в горизонтальной плоскости и  $60^\circ$  для вертикальной плоскости по уровню минус 3 дБ.

Далее выполнили измерения глубины регулировки мощности ПДГШ. Исследуемый ПДГШ устанавливался на поворотном столе в рабочее положение. Для измерения глубины регулировки мощности измерительную аппаратуру соединяют согласно схеме, приведенной на рис. 4, с использованием проходных аттенуаторов.

Проводится измерение максимального уровня сигнала при включенном генераторе, а затем производится уменьшение мощности на выходе генератора на 1 дБ и повторно измеряются уровни сигнала. Вышеприведенные измерения проводятся с шагом 1 дБ не менее 20 раз. Измерение уровней максимального сигнала и ослабленного сигнала для всей рабочей полосы заграждения каждого генератора выполняется не менее трех раз. Затем высчитывается среднее значение. Глубина регулировки мощности составляла 0–20 дБ.

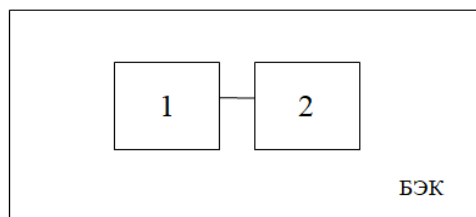


Рис. 4. Схема проведения измерений:  
1 – исследуемый генератор; 2 – измерительный приемник

Fig. 4. Measurement scheme:  
1 – generator under study; 2 – measuring receiver

Уровень регулировки максимального уровня сигнала вычисляется по формуле:

$$\Delta = E_{oc} - E_{mc} = \sum_{i=1}^n \frac{E_{oc_i}}{n} - \sum_{i=1}^n \frac{E_{mc_i}}{n}, \quad (2)$$

где  $E_{oc}$  – уровень ослабленного сигнала при включенном генераторе;  $E_{mc}$  – уровень максимального сигнала при включенном генераторе;  $n$  – количество измерений.

Численные значения измерений напряжения принимаемого сигнала для уровня регулировки генератора от 0–20 дБ, в диапазоне частот 0,2–1,5 ГГц, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения измерений напряжения принимаемого сигнала

Исследуемый ПДГШ	$E_{oc1}$ , дБм	$E_{oc2}$ , дБм	$E_{oc3}$ , дБм	$E_{oc}$ , дБм	$E_{mc1}$ , дБм	$E_{mc2}$ , дБм	$E_{mc3}$ , дБм	$E_{mc}$ , дБм	Регулировка $\Delta$ , дБ
Диапазон 0,2–1,5 литеры № 1	-45,1	-45,6	-44,5	-45,1	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	20
	-44,0	-44,0	-43,5	-43,8	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	19
	-43,1	-43,1	-42,5	-42,9	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	18
	-42,0	-42,2	-41,9	-42,0	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	17
	-41,0	-41,0	-40,7	-40,9	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	16
	-40	-40,8	-39,9	-40,2	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	15
	-39,1	-40,0	-38,4	-39,2	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	14
	-38,1	-38,9	-37,5	-38,2	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	13
	-37,1	-38,0	-37,0	-37,4	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	12
	-36,0	-36,5	-35,6	-36,0	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	11
	-34,9	-35,7	-33,9	-34,8	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	10
	-34,0	-34,2	-34,0	-34,1	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	9
	-33,0	-33,4	-32,6	-33,0	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	8
	-32,0	-32,1	-31,1	-31,7	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	7
	-31,0	-31,6	-30,3	-31,0	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	6
	-30,1	-30,6	-29,6	-30,1	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	5
	-29,1	-29,5	-28,6	-29,1	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	4
	-28,0	-28,3	-27,5	-27,9	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	3
	-27,1	-27,9	-26,4	-27,1	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	2
	-26,0	-26,8	-26,0	-26,3	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	1
-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	-25,1	-25,5	-24,3	-25,0	0	

\*Примечание. Значения максимального уровня сигнала в табл. 4 округлены до целого числа.

Для визуализации процесса на рис. 5 показана спектрограмма глубины регулировки мощности, которая построена по результатам измерения напряжения, представленным в табл. 4, для максимального уровня сигнала 0 и 20 дБ.

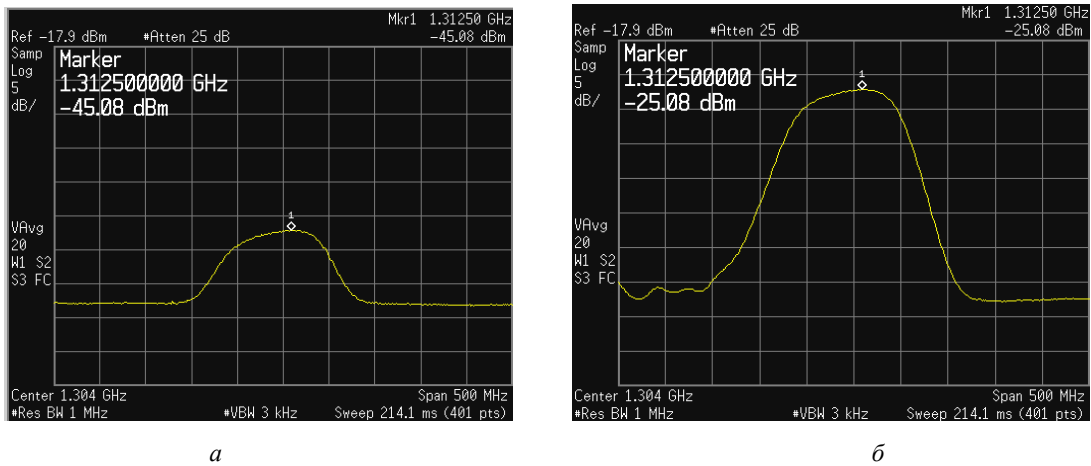


Рис. 5. Спектрограмма глубины регулировки мощности: *a* – 0 дБ; *b* – 20 дБ

Fig. 5. Power adjustment depth spectrogram: *a* – 0 dB; *b* – 20 dB

По данному принципу проведены измерения глубины регулировки мощности ПДГШ в диапазоне 1,5–6,0 в безэховой экранированной камере, для каждого генератора в рабочей полосе заграждения по уровню не менее 20 дБ с шагом  $\pm 1$  дБ.

Схема проведения измерений диапазона перекрытия ПДГШ аналогична рис. 4. Для каждого генератора проводилось по три измерения для всей рабочей полосы заграждения каждого генератора. Результаты, полученные в ходе проведения измерений диапазона перекрытия ПДГШ от 0,2–1,5, приведены на рис. 6.

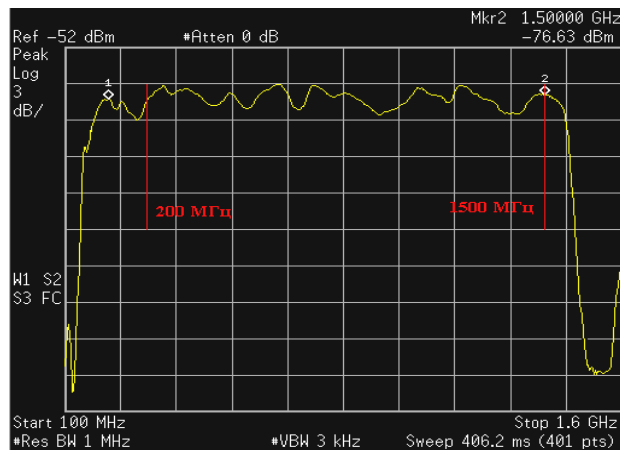


Рис. 6. Диапазон перекрытия ПДГШ

Fig. 6. The overlap range of the PDGSH

Из рис. 6 видно, что диапазон перекрытия литеры № 1 генератора представляет собой диапазон от 0,2 до 1,5 ГГц с небольшим ( $\approx 3$  дБ) уменьшением уровней генерируемого шума на границах диапазона. Аналогичным образом замеры проводились для всех остальных литер № 2–4.

Набор управляющих МИШ может иметь  $n$ -количество узкополосных фильтров с заданной полосой пропускания и выбранной дискретностью перестройки. В данном случае на рис. 7 показан диапазон последовательного включения трех смежных полосовых фильтров, по которому видно, что полоса перекрытия каждого фильтра накладывается на предыдущий частотный диапазон, тем самым позволяет регулировать ширину перекрываемого спектра.

Далее выполнили измерения рабочей полосы заграждения для первого полосового ГШ. Исследуемый ПДГШ установили на поворотном столе в рабочее положение, измерительную аппаратуру



соединили согласно схеме, приведенной на рис. 4. Рабочая полоса заграждения для генераторов с литерой № 1–3 должна составлять не менее 100 МГц и не менее 200 МГц для литеры № 4.

Результаты, полученные в ходе проведения измерений рабочей полосы заграждения генератора ПДГШ для первого фильтра относительно его максимума по уровню минус 3 дБ, приведены на рис. 8.

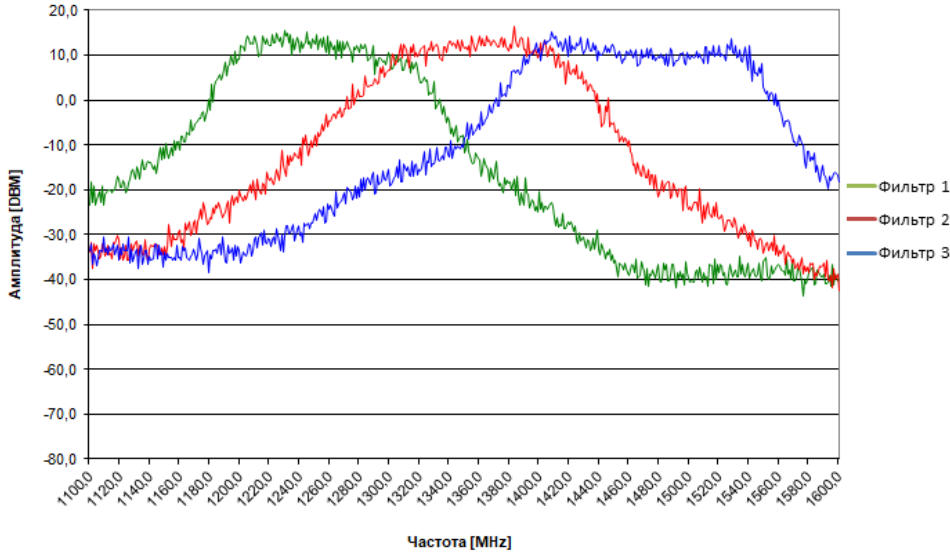


Рис. 7. Диапазон перекрытия полосовых фильтров

Fig. 7. Bandpass filter overlap range

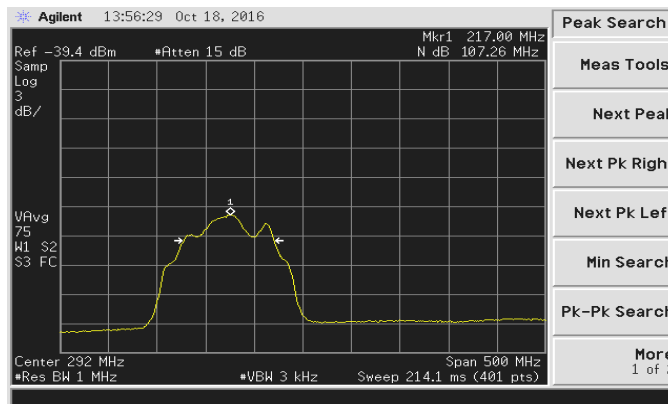


Рис. 8. Рабочая полоса заграждения

Fig. 8. Working barrage strip

Из показаний анализатора видно, что полоса заграждения для данного фильтра составляет 107,26 МГц, что соответствует заданным требованиям. Усредненные результаты измерений по всем фильтрам применяемых в ПДГШ сведены в табл. 5.

Таблица 5

Усредненные результаты измерений применяемых фильтров

№ литеры	Диапазон перекрытия, ГГц	Рабочая полоса заграждения, МГц
1	от 0,2 до 1,5	106,2
2	от 1,5 до 2,5	103,0
3	от 2,5 до 4,0	104,1
4	от 4,0 до 6,0	224,5

Согласно результатам измерений, приведенных в табл. 5, все фильтры, применяемые в ПДГШ для литеры № 1–3 в диапазоне 0,2–4,0 ГГц, соответствуют требованиям по ширине рабочей полосы заграждения и составляют не менее 100 МГц. Фильтры, применяемые в ПДГШ с литерой № 4 в диапазоне 4,0–6,0 ГГц, соответствуют требованиям по ширине рабочей полосы заграждения и составляют не менее 200 МГц.

### **Заключение**

Разработана структура ПДГШ для пространственного зашумления средств вычислительной техники, отличающейся расширенным диапазоном частот от 200 МГц до 6 ГГц, регулируемой интегральной мощностью шума на входе излучающей антенны не менее 3 Вт, улучшенным энергосберегающим режимом функционирования, что позволяет обеспечить его применение как автономного устройства защиты с возможностью регулировки мощности излучения для каждой полосы излучаемого сигнала до 20 дБ с шагом  $\pm 1$  дБ, со степенью свободы антенны в горизонтальной и вертикальной плоскости  $\pm 30^\circ$  и шириной диаграммы направленности в горизонтальной плоскости до  $120 \pm 10^\circ$  по уровню минус 3 дБ.

Рассмотренный в работе формирователь шумового сигнала, где формирование шумового сигнала осуществляется с использованием амплитудной модуляции, может быть использован в многоканальных генераторах шумового сигнала в качестве источника шумового сигнала с перестраиваемой по частоте шириной спектра в зависимости от центральной частоты модулирующего сигнала, основанного на применении УМИШ с полосовыми фильтрами. Это позволяет исключить провал амплитуд спектральных составляющих шумового сигнала в широком диапазоне частот, что способствует получению равномерного по амплитуде спектра шумового сигнала на выходе устройства при выполнении операции изменения ширины спектра шумового сигнала.

### **Библиографические ссылки**

1. Меньшаков Ю. К. Теоретические основы технических разведок. М. : ИПЦ «Маска», 2017. 640 с.
2. Меньшаков Ю. К. Защита объектов и информации от технических средств разведки. М. : Изд. РГГУ, 2002. 399 с.
3. Меньшаков Ю. К. Основы защиты от технических разведок. М. : Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 478 с.
4. Рыженко С. В. К вопросу о побочных электромагнитных излучениях современных интерфейсов средств вычислительной техники // Актуальные проблемы обеспечения информационной безопасности. 2017. С. 170–176.
5. Куприянов А. И. Радиоэлектронная борьба. М. : Вузовская книга, 2013. 360 с.
6. Хорев А. А. Теоретические основы оценки возможностей технических средств разведки. М. : МО РФ, 2000. 255 с.
7. Авдеев В. Б., Анищенко А. В. Сравнительная оценка методических подходов к расчету отношения сигнал/ шум в задачах контроля защищенности информации от утечки за счет побочных электромагнитных излучений // Специальная техника. 2016. № 1. С. 54–63.
8. Петраков А. В. Основы практической защиты информации. М. : Радио и связь, 2000. 361 с.
9. Хорев А. А. Техническая защита информации. Т. 1. М. : НПЦ «Аналитика», 2008. 436 с.
10. Hong J.-S., Lancaster M. J. Microstrip Filters for RF/Microwave Applications. John Wiley & Sons, 2001. 473 p.
11. Artes H., Matz G., Hlawatsch F. Linear time-varying channels. Tech. rep., Institute of Communications and Radio-Frequency Engineering, Vienna University of Technology, 1999.
12. Барсуков В. С. Безопасность: технологии, средства, услуги. М. : КУДИЦ ОБРАЗ, 2001. 496 с.
13. Патент RU № 2170493 Российская Федерация, МПК H04K 3/00. Устройство радиомаскировки / Безруков В. А., Иванов В. П., Калашников В. С., Лебедев М. Н.; заявл. 15.05.2000; опубл. 10.07.2001, БИ № 19.

14. Система для защиты от утечки информации по каналам ПЭМИН Гром-ЗИ-4Б [Электронный ресурс]. URL: <https://pro-spec.ru/catalog/generatory-shuma/sistema-dlya-zashchity-ot-utechki-informatsii-po-kanalam-pemin-grom-zi-4b> (дата обращения: 24.11.2020).

15. SEL SP–21 Баррикада генератор пространственного зашумления [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spectr-sks.ru/product/8535> (дата обращения: 26.11.2021).

## References

1. Men'shakov Yu. K. *Teoreticheskie osnovy tekhnicheskikh razvedok* [Theoretical foundations of technical intelligence]. Moscow, IPTs Maska Publ., 2017, 640 p.

2. Men'shakov Yu. K. *Zashchita ob'ektov i informatsii ot tekhnicheskikh sredstv razvedki* [Protection of objects and information from technical means of intelligence]. Moscow, Izd. RGGU Publ., 2002. 399 c.

3. Men'shakov Yu. K. *Osnovy zashchity ot tekhnicheskikh razvedok* [Fundamentals of protection from technical intelligence]. Izd. MGTU im. N. E. Baumana Publ., 2011. 478 c.

4. Ryzhenko S.V. [On the issue of side electromagnetic radiation of modern computer interfaces]. *Aktual'nye problemy obespecheniya informatsionnoy bezopasnosti*. 2017, P. 170–176 (In Russ.).

5. Kupriyanov A. I. *Radioelektronnaya bor'ba* [Radio-electronic struggle]. Moscow : Vuzovskaya kniga Publ., 2013, 360 p.

6. Khorev A. A. *Teoreticheskie osnovy otsenki vozmozhnostey tekhnicheskikh sredstv razvedki* [Theoretical foundations for assessing the capabilities of technical means of reconnaissance]. Moscow, MO RF Publ., 2000. 255 c.

7. Avdeev V. B., Anishchenko A. V. [Comparative evaluation of methodological approaches to the calculation of the signal / noise ratio in the problems of monitoring the security of information from leakage due to spurious electromagnetic radiation] *Spetsial'naya tekhnika*. 2016, No. 1, P. 54–63 (In Russ.).

8. Petrakov A. V. *Osnovy prakticheskoy zashchity informatsii* [Fundamentals of practical information security]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 2000, 361 c.

9. Khorev A. A. *Tekhnicheskaya zashchita informatsii* [Technical protection of information]. Vol. 1. Moscow, NPTs Analitika, 2008, 436 p.

10. Hong J.-S., Lancaster M. J. *Microstrip Filters for RF/Microwave Applications*. John Wiley & Sons, 2001, 473 p.

11. Artes H., Matz G., Hlawatsch F. *Linear time-varying channels*. Tech. rep., Institute of Communications and Radio-Frequency Engineering, Vienna University of Technology, 1999.

12. Barsukov V. S. *Bezopasnost': tekhnologii, sredstva, uslugi* [Security: technologies, tools, services]. Moscow, KUDITS OBRAZ Publ., 2001, 496 p.

13. Bezrukov V. A., Ivanov V. P., Kalashnikov B. C., Lebedev M. N. *Ustroystvo radiomaskirovki* [Device of radio deception]. Patent RU No. 2170493 Russian Federation, IPC H04K 3/00; declared 15.05.2000; publ. 10.07.2001, BI No. 19.

14. *Sistema dlya zashchity ot utechki informatsii po kanalam PEMIN "Grom-ZI-4B"* [System for protection against information leakage through SERaI channels. "Grom-ZI-4B"]. Available at: <https://pro-spec.ru/catalog/generatory-shuma/sistema-dlya-zashchity-ot-utechki-informatsii-po-kanalam-pemin-grom-zi-4b> (accessed: 24 November 2020).

15. SEL SP–21 *Barrikada generator prostranstvennogo zashumleniya* [SEL SP–21 Barricada spatial noise generator]. Available at: <http://www.spectr-sks.ru/product/8535> (accessed: 26 November 2021).

**Дремухин Максим Андреевич** – инженер; АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева». E-mail: d-max\_70@mail.ru.

**Кузовников Александр Витальевич** – кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального конструктора по разработке космических систем, общему проектированию и управлению космическими аппаратами; АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева». E-mail: ujub@list.ru.

**Стрекалёва Татьяна Владимировна** – кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры ТИЯ; Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева. E-mail: strekaleva@mail.ru.

**Dremukhin Maxim Andreevich** – engineer; Joint Stock Company “Information Satellite Systems” named after Academician M. F. Reshetnev”. E-mail: d-max\_70@mail.ru.

**Kuzovnikov Alexander Vitalievich** – Cand. Sc., Associate Professor, Deputy General Designer for the development of space systems, general design and control of spacecraft; Joint Stock Company “Information Satellite Systems” named after Academician M. F. Reshetnev”. E-mail: ujub@list.ru.

**Strekaleva Tatyana Vladimirovna** – Cand. Sc., Associate Professor, Assistant Professor of the Chair of Foreign Languages for Engineering Students; Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. E-mail: strekaleva@mail.ru.

---