



Воронежский
Государственный
Университет



Что-то по генераторам крутое

Выполнила:

Величкина А. С.

Руководитель:

Усков Г. К.

Цель и задачи



Цель: разработка способа формирования сверхширокополосных (СШП) электрических импульсов субнаносекундной длительности с возможностью управления формой, амплитудой и длительностью результирующих сигналов.

Задачи:

- анализ различных подходов к формированию импульсов и выбор наиболее подходящего для формирования сверхкоротких электрических импульсов (СКИ) с заданными требованиями;
- моделирование и изготовление сверхширокополосных сумматоров конструкции Уилкинсона для сложения СКИ и получения импульсов в форме производных от гауссовой кривой;
- реализация схем генерации однополярных СКИ на основе ДНЗ;
- разработка программного обеспечения для автоматизированной обработки результатов экспериментов
- экспериментальное подтверждение метода формирования электрических импульсов различных форм.

Сумматоры конструкции Уилкинсона

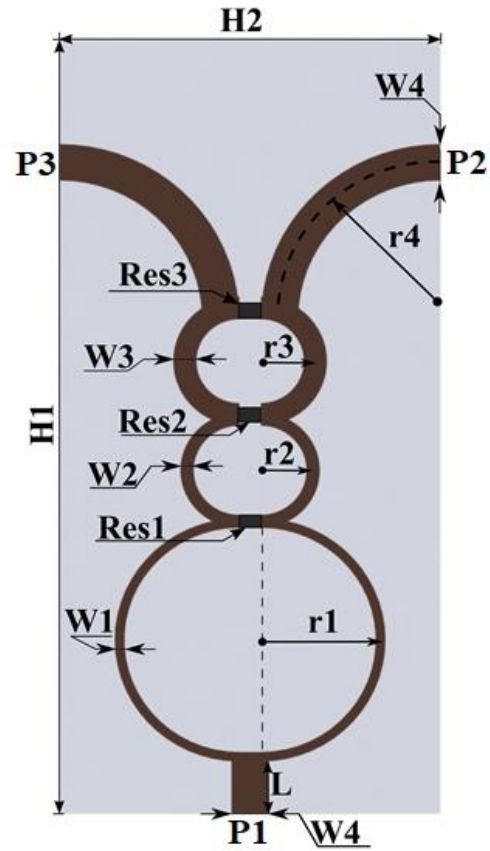


Рис. 1. Модель сумматора

Таблица 1. Параметры сумматора

Параметр	Значение	Параметр	Значение
H_1	74 мм	W_2	1.25 мм
H_2	35.49 мм	W_3	2.17 мм
r_1	11.17 мм	W_4	3.49 мм
r_2	4.88 мм	L	5 мм
r_3	5.09 мм	Res_1	132 Ом
r_4	15 мм	Res_2	185 Ом
W_1	0.92 мм	Res_3	250 Ом



Рис. 2. Фото экспериментальной установки

S-параметры сумматора

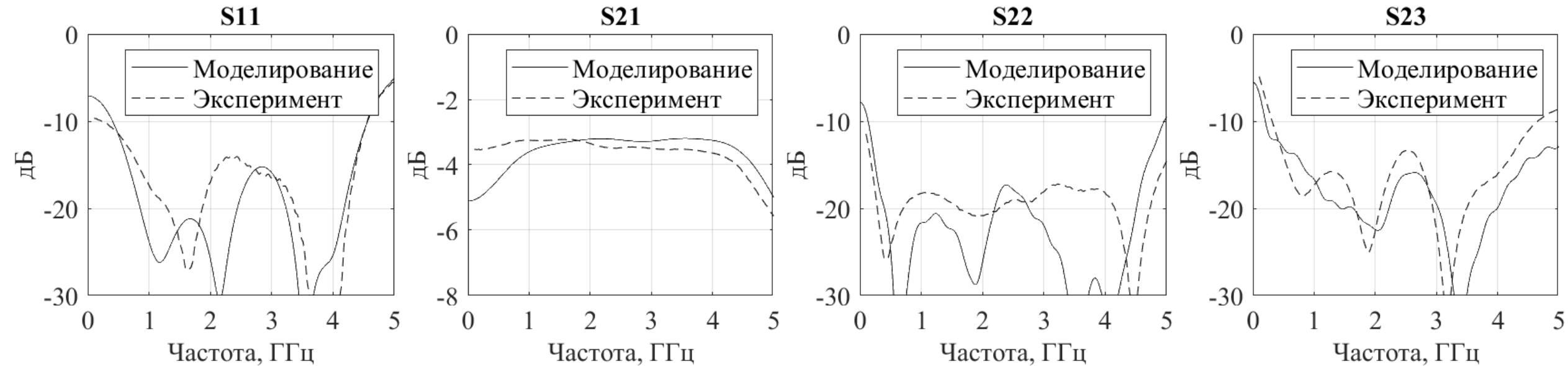


Рис. 3. S-параметры сумматора

Цели оптимизации:

- S_{11} , S_{22} – не более -15 дБ;
- S_{21} – не менее -5 дБ;
- S_{23} – не более -15 дБ.

Расширение частотного диапазона сумматора Уилкинсона для формирования сверхкоротких импульсов / К. В. Смусева, А. Е. Елфимов, Г. К. Усков, А. С. Величина // Радиолокация, навигация, связь : Сборник трудов XXVIII Международной научно-технической конференции

Пятипортовый сумматор

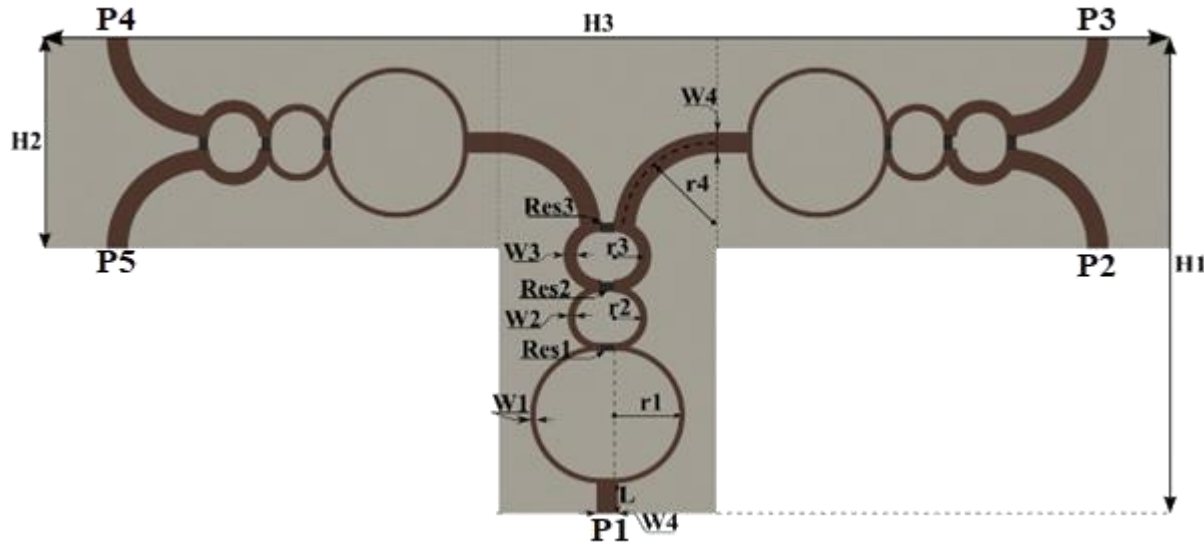


Рис. 4а. Пятипортовый сумматор: модель

Таблица 2. Параметры сумматора

Параметр	Значение	Параметр	Значение
H1	80.03 мм	W2	1.25 мм
H2	35.49 мм	W3	2.17 мм
H3	183.54 мм	W4	3.49 мм
r1	11.17 мм	L	5 мм
r2	4.88 мм	Res1	132 Ом
r3	5.09 мм	Res2	185 Ом
r4	15 мм	Res3	250 Ом
W1	0.92 мм		

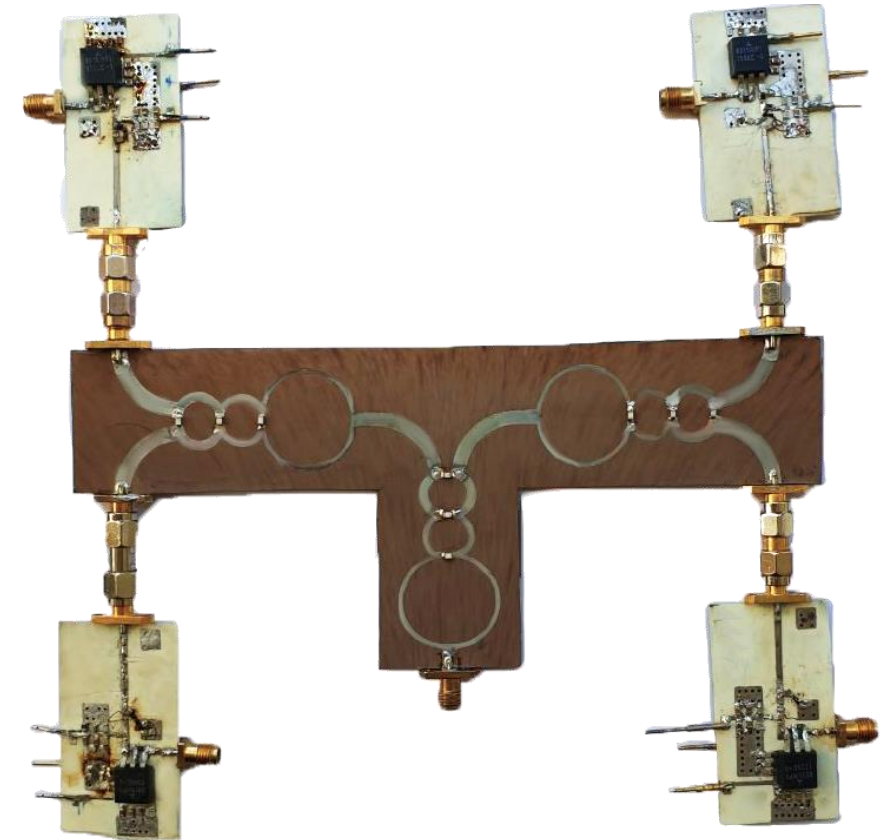


Рис. 4б. Пятипортовый сумматор: экспериментальный макет

S-параметры сумматора

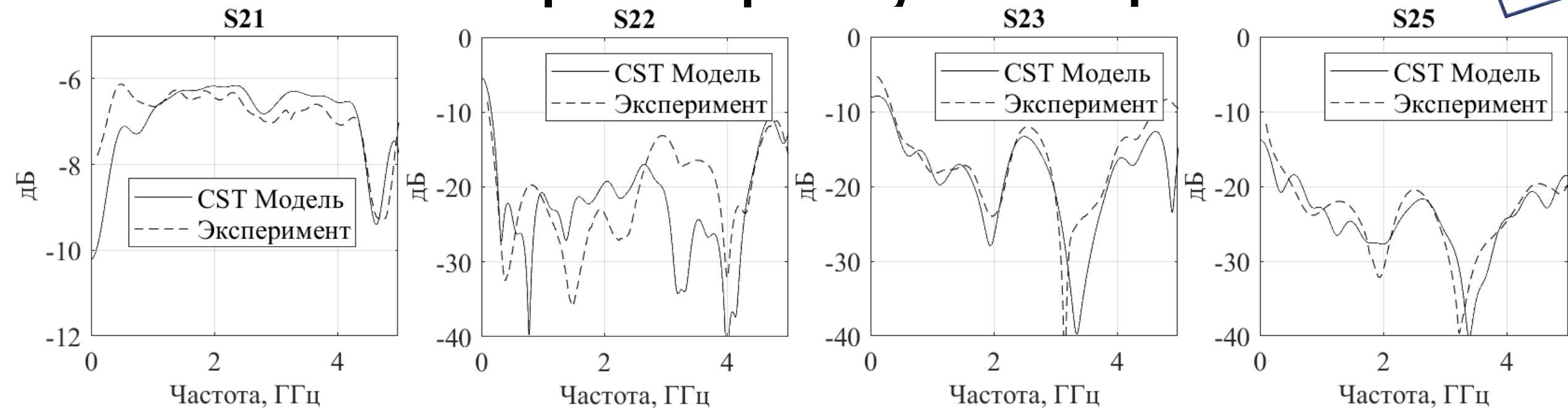


Рис. 5. S-параметры сумматора

Цели оптимизации:

- S_{22} , S_{25} – не более -15 дБ;
- S_{21} – не менее -5 дБ;
- S_{23} – не более -15 дБ.

Двухканальный генератор СКИ

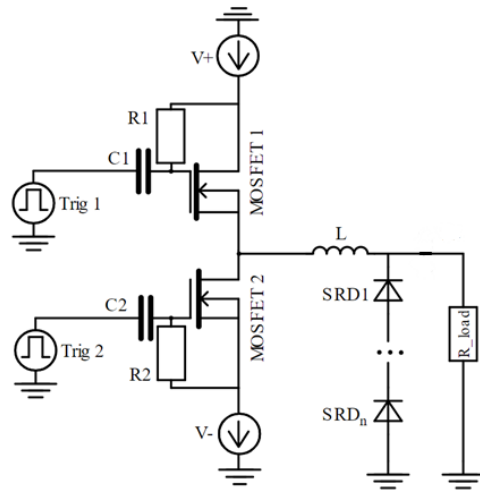


Рис. 6. Электрическая схема

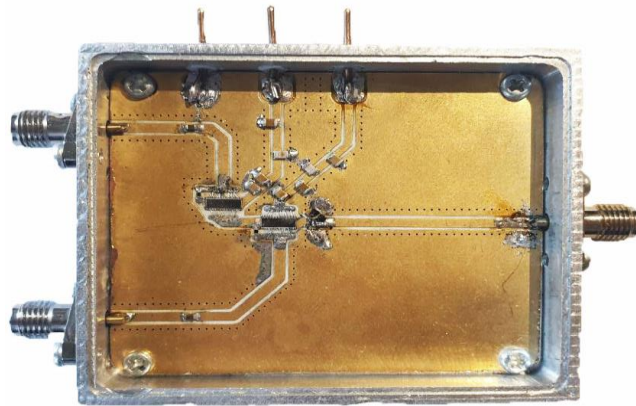


Рис. 7. Экспериментальный образец

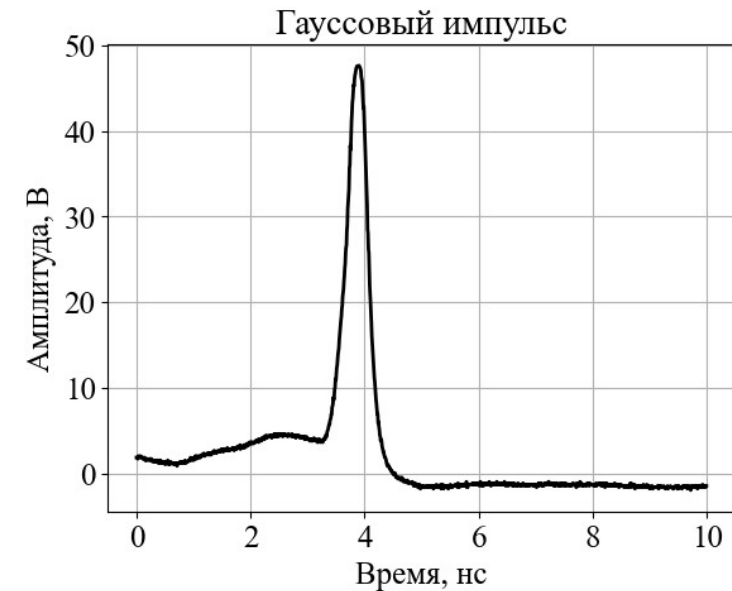
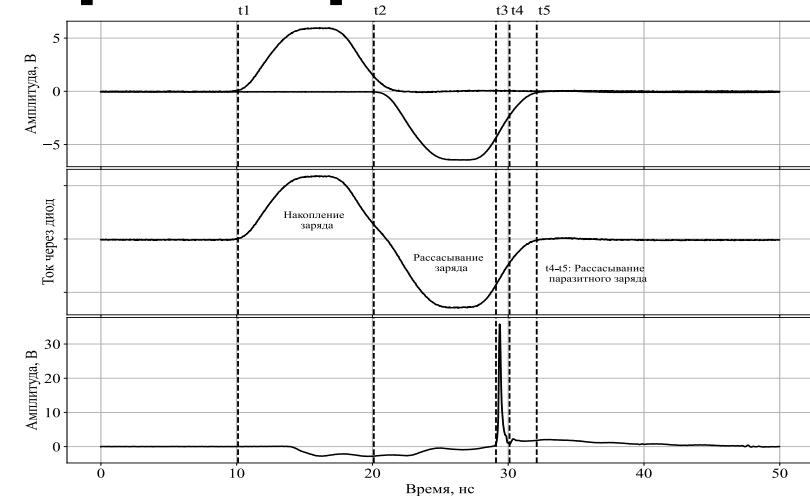


Рис. 8. Формирование импульса

Результаты эксперимента

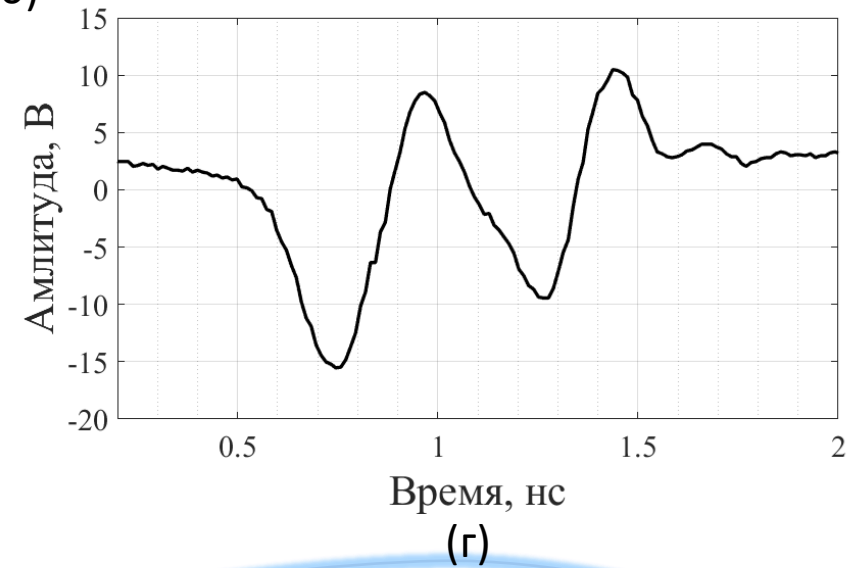
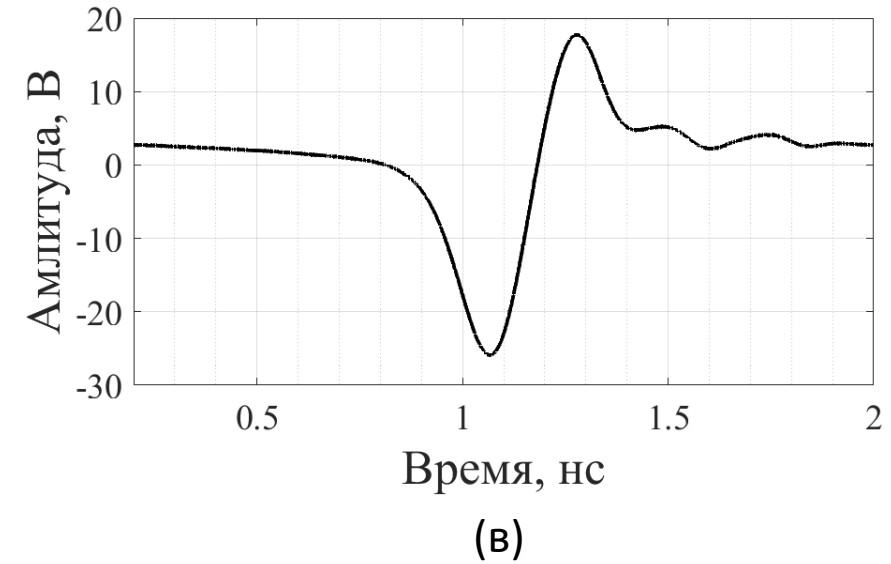
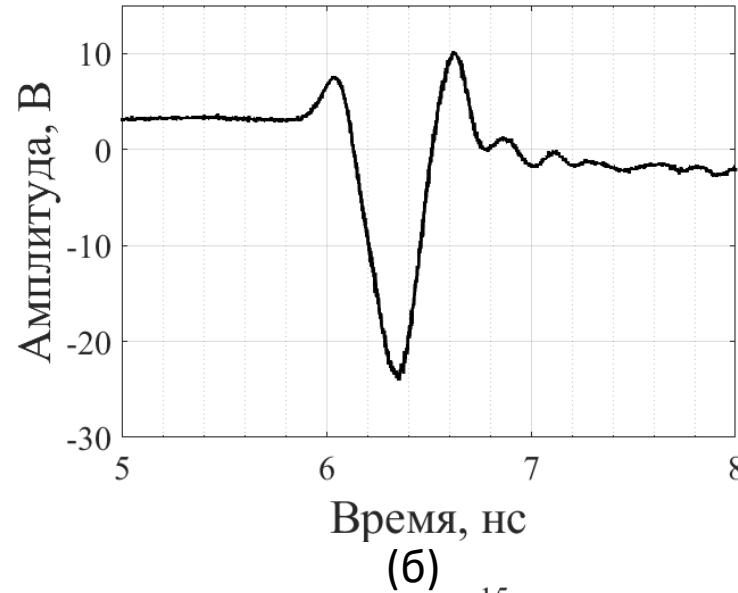
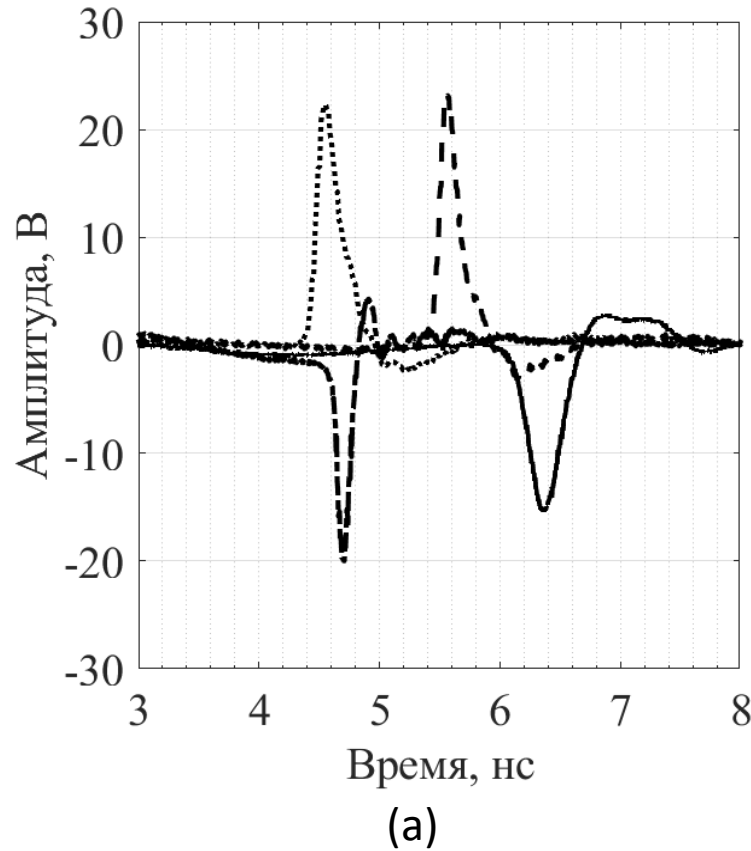


Рис. 9. Четыре импульса на входе сумматора и импульсы с выхода с разными задержками

Спектры СКИ

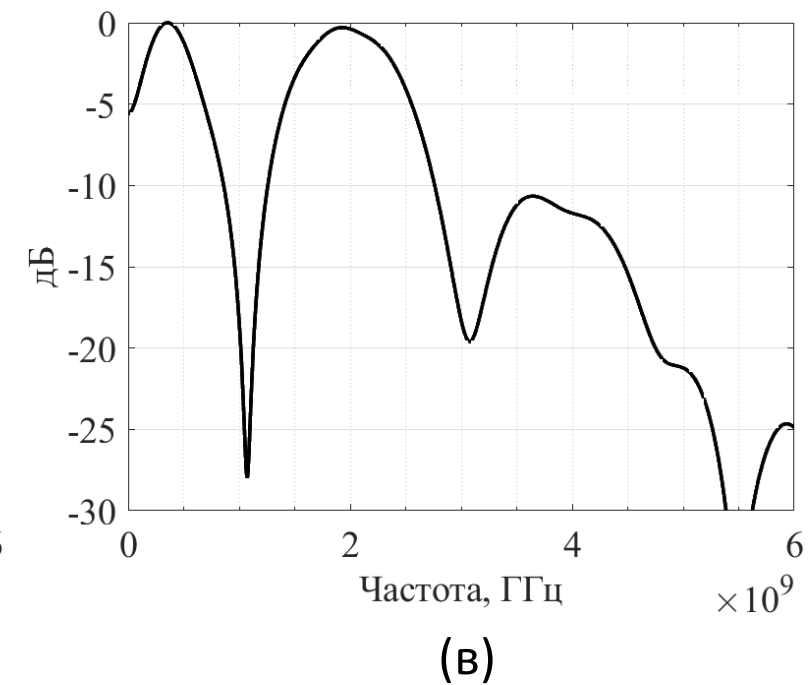
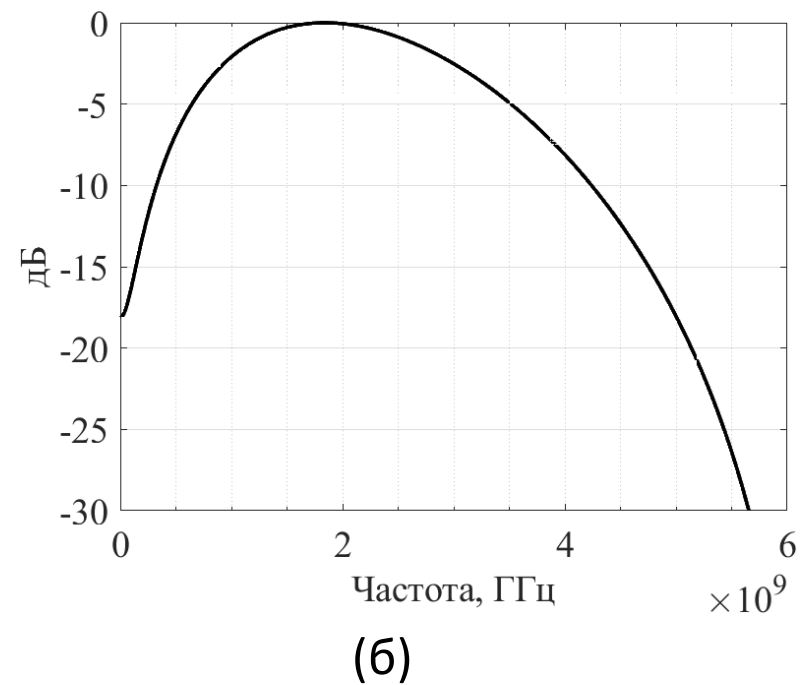
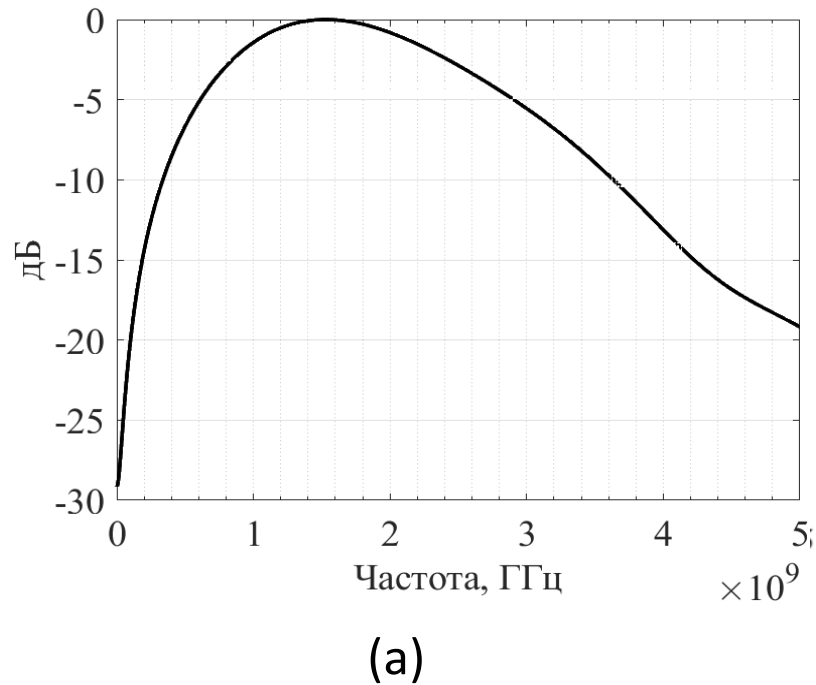


Рис. 9. Спектры сигналов на выходе сумматора: а) – спектр дуплета Гаусса; б) – спектр моноцикла Гаусса; в) – спектр импульса Эрмита

Возможности перестройки

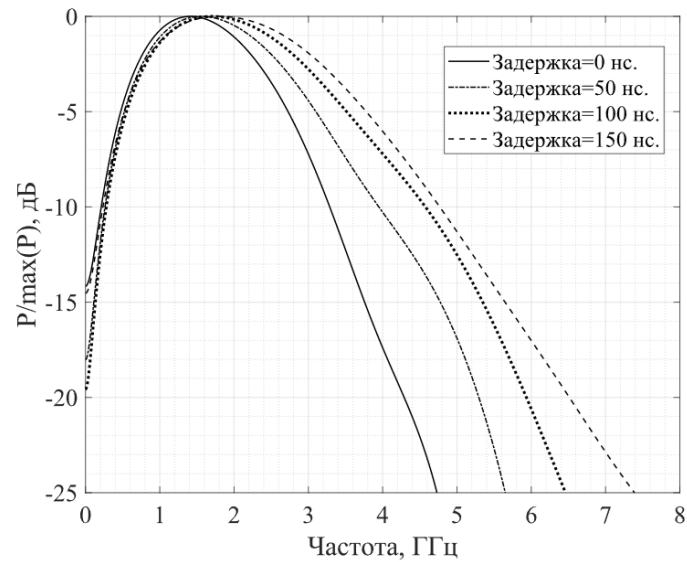
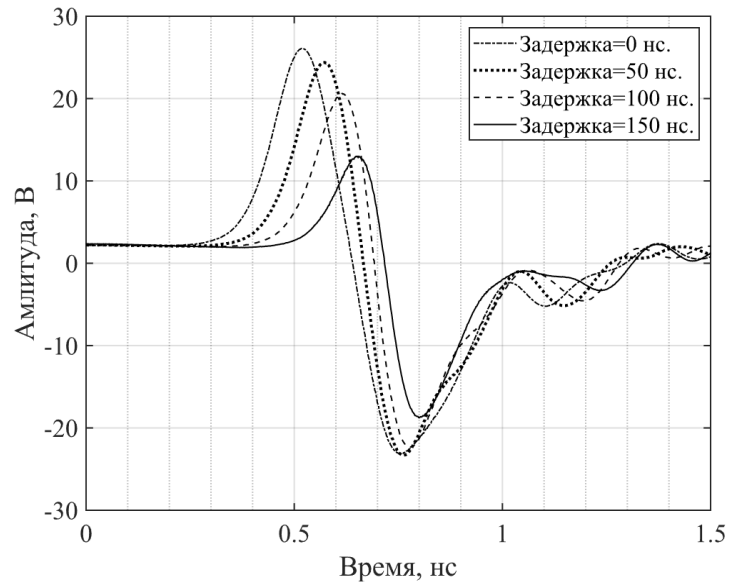


Таблица 3. Зависимости ширины спектра от длительности импульса

Длительность, пс	Ширина по уровню - 3 дБ, ГГц	Ширина по уровню -10 дБ, ГГц
235	1.77	3.08
190	2.02	3.69
165	2.31	4.29
150	2.58	4.53

Изменения длительности гауссовых биполярных импульсов с помощью реконфигурируемого генератора сверхкоротких импульсов / А. С. Величина, А. Е. Елфимов, Г. К. Усков, К. В. Смусева // Радиолокация, навигация, связь : Сборник трудов XXIX Международной научно-технической конференции

Оценка импульсов

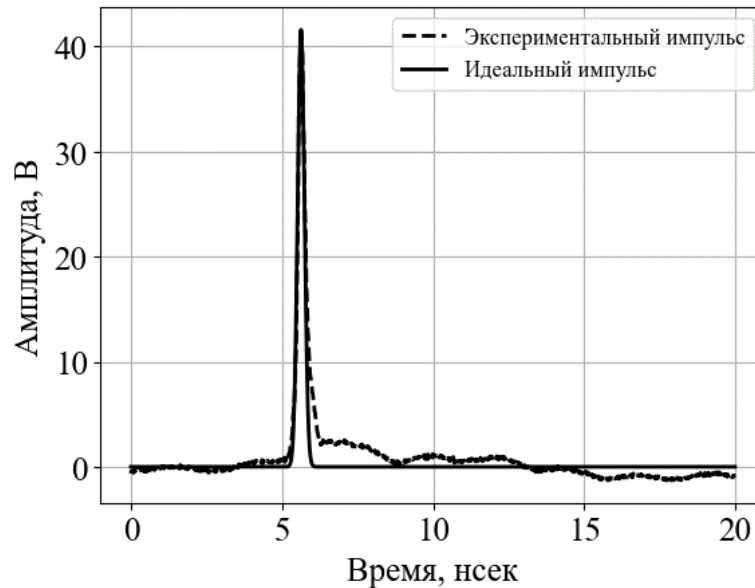
Формулы для оценки

$$s(t) = A * \exp\left(-4 * \ln(2) * \frac{(t - \Delta t)^2}{\tau^2}\right) \quad (1)$$

$$s(t) = A * \sqrt{2} * e^{\frac{(t - \Delta t)}{\tau}} * \exp\left(-\frac{(t - \Delta t)^2}{\tau^2}\right) \quad (2)$$

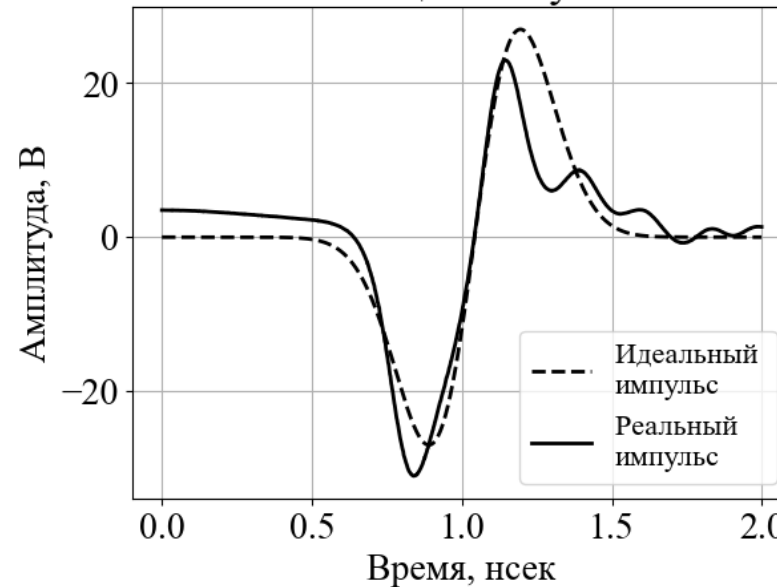
$$NMSE = \sum_i \frac{(x_i - y_i)^2}{N} \quad (3)$$

Гауссовый импульс



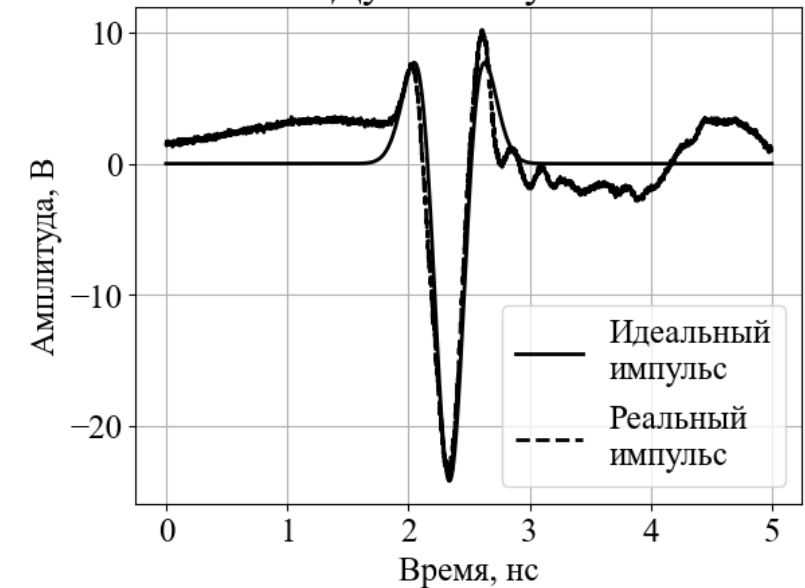
NMSE = -15 дБ

Моноцикл Гаусса



NMSE = -9,78 дБ

Дуплет Гаусса



NMSE = -8,34 дБ

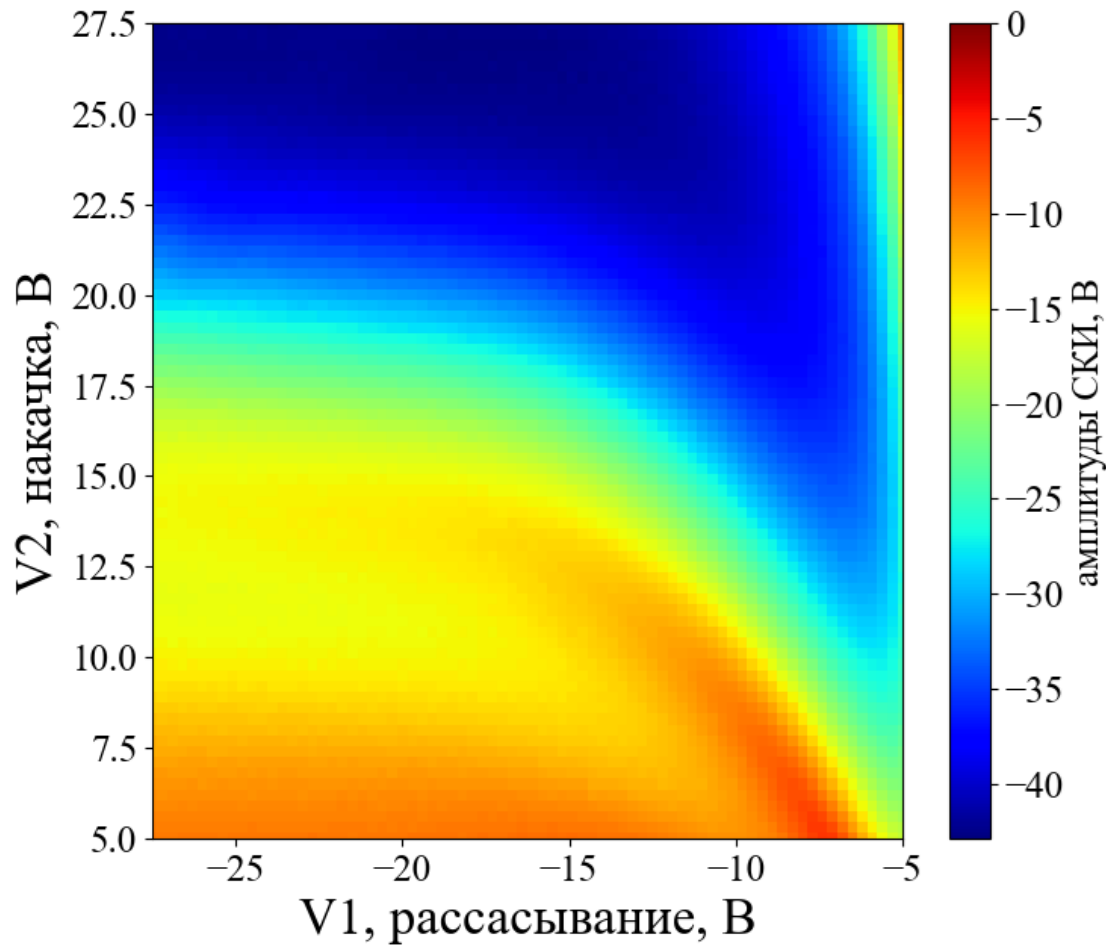
Заключение



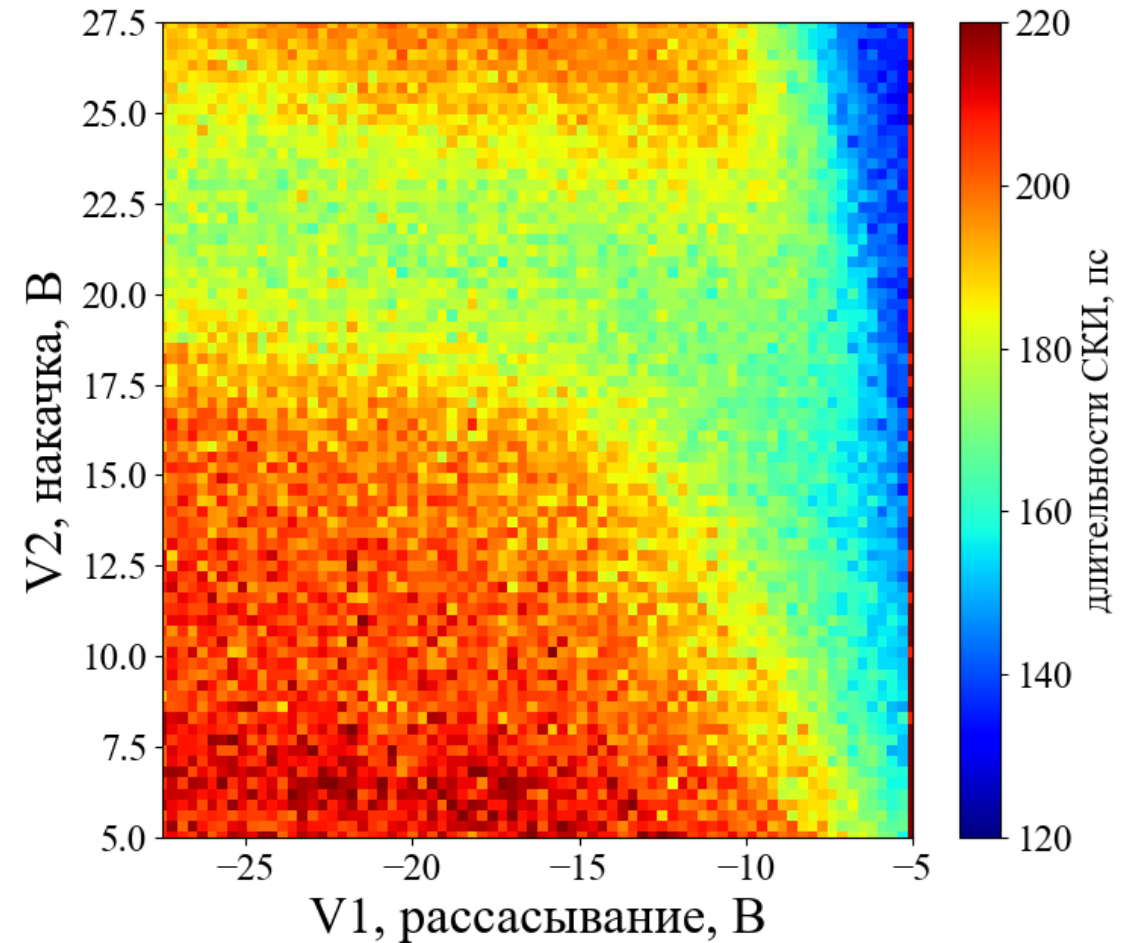
Спасибо за внимание



Результаты автоматизированных измерений



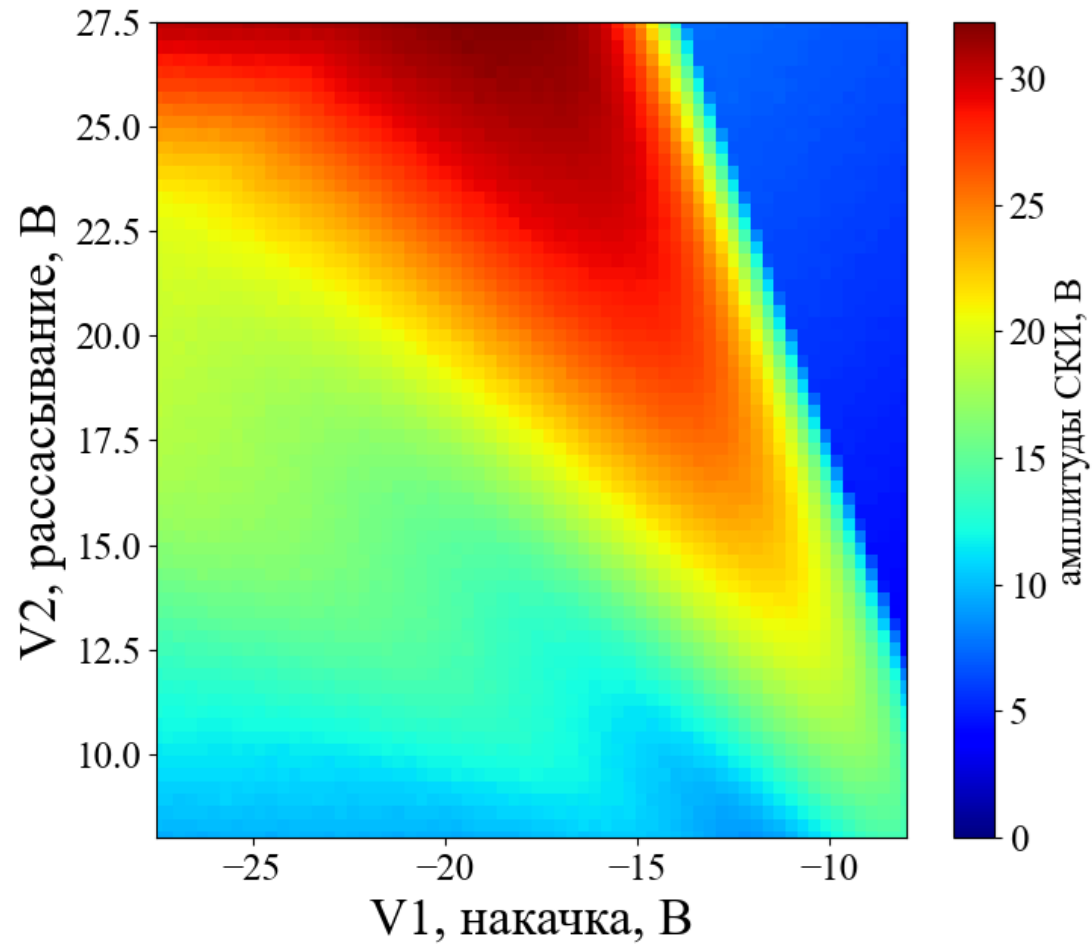
(а)



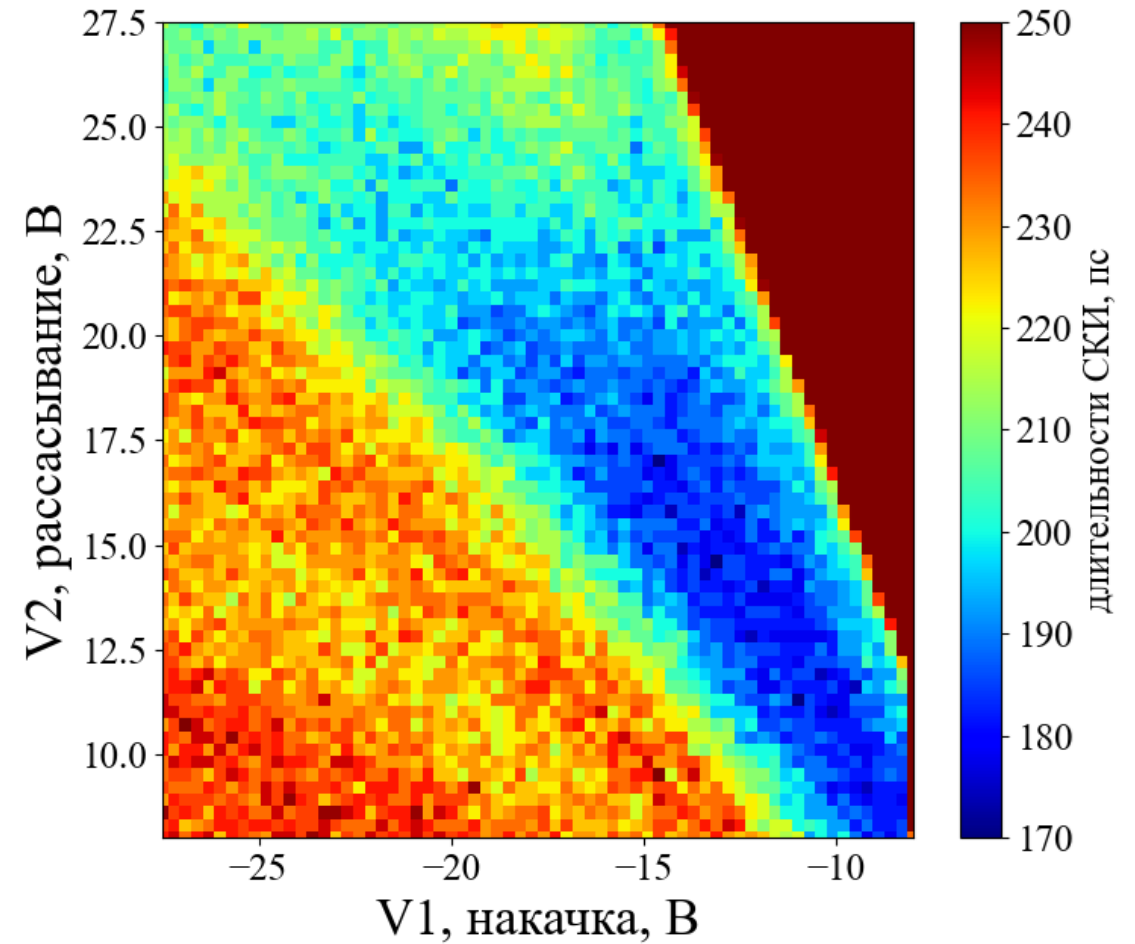
(б)

Двумерная диаграмма амплитуд (а) и длительностей (б) отрицательных импульсов

Результаты автоматизированных измерений



(а)



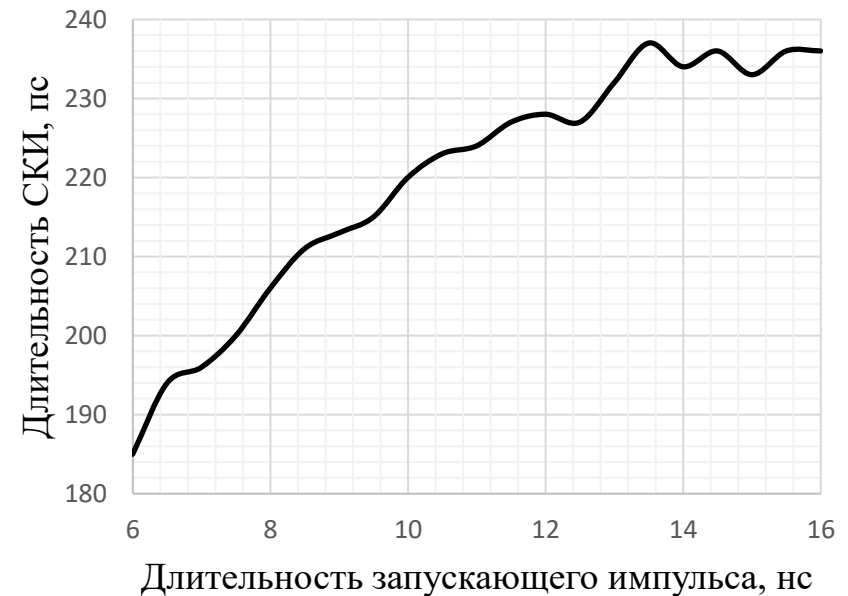
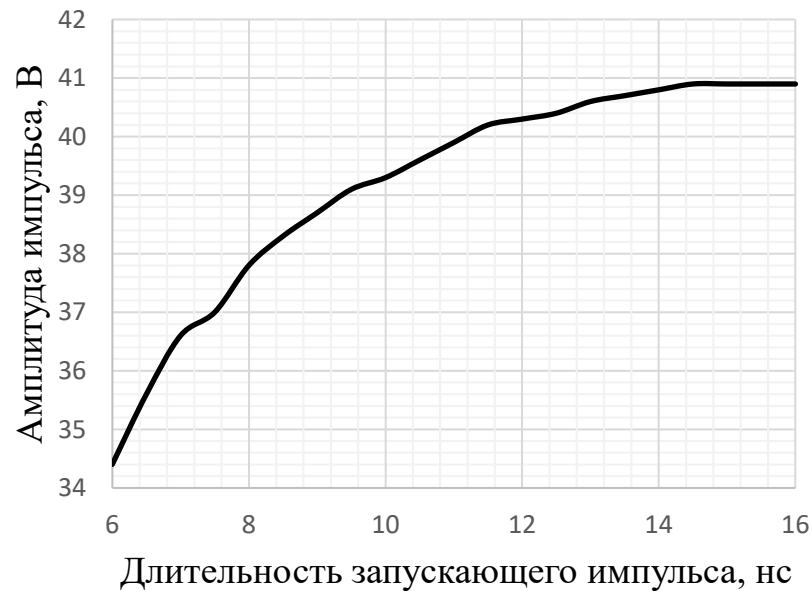
(б)

Двумерная диаграмма амплитуд (а) и длительностей (б) положительных импульсов

Зависимость длительностей импульсов от параметров запускающих сигналов



Схема эксперимента



Результаты эксперимента