



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Высшая школа электроники и компьютерных наук  
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

# Разработка программно-аппаратного комплекса передачи данных с использованием технологии Li-Fi в видимом спектре

Выполнил:  
студент группы КЭ-405  
Н.А. Чуйдук

Проверил: к.пед.н.,  
доцент каф. ЭВМ  
Ю.Г. Плаксина

Консультант: к.т.н.,  
доцент каф. ЭВМ  
И.Л. Кафтанников

Челябинск-2025

# Актуальность

1. Li-Fi может предоставить большую скорость обмена информацией.
2. Использование на территории с запретом на радиочастотное излучение.
3. Простота в защите информации и конфиденциальности.



# Цель и задачи

Цель: разработать программно-аппаратного комплекса передачи данных с использованием технологии Li-Fi в видимом спектре, с применением небинарной фотонной модуляцией сигнала.

Задачи:

1. Аналитический обзор научно-технической, нормативной и методической литературы.
2. Проектирование программно-аппаратного комплекса передачи данных в видимом спектре.
3. Реализация программно-аппаратного комплекса передачи данных с использованием технологии Li-Fi в видимом спектре.
4. Тестирование программно-аппаратного комплекса.

# Компания «pureLiFi»

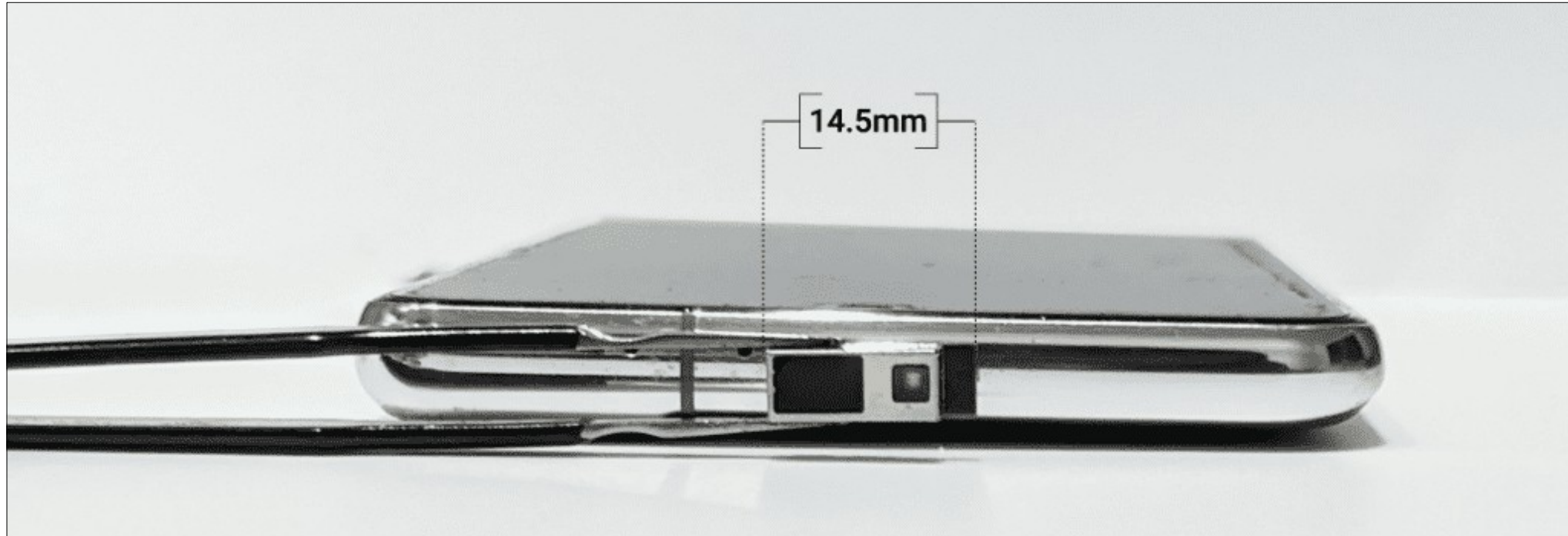


Система LiFi-XS



Точка доступа Kitefin

# Компания «pureLiFi»



Модуль «Light Antenna ONE»

# Компания «Signify»



Приёмник системы  
Trulifi 6002.1



Передатчик системы  
Trulifi 6002.1



# Аналоги от компании «pureLiFi»

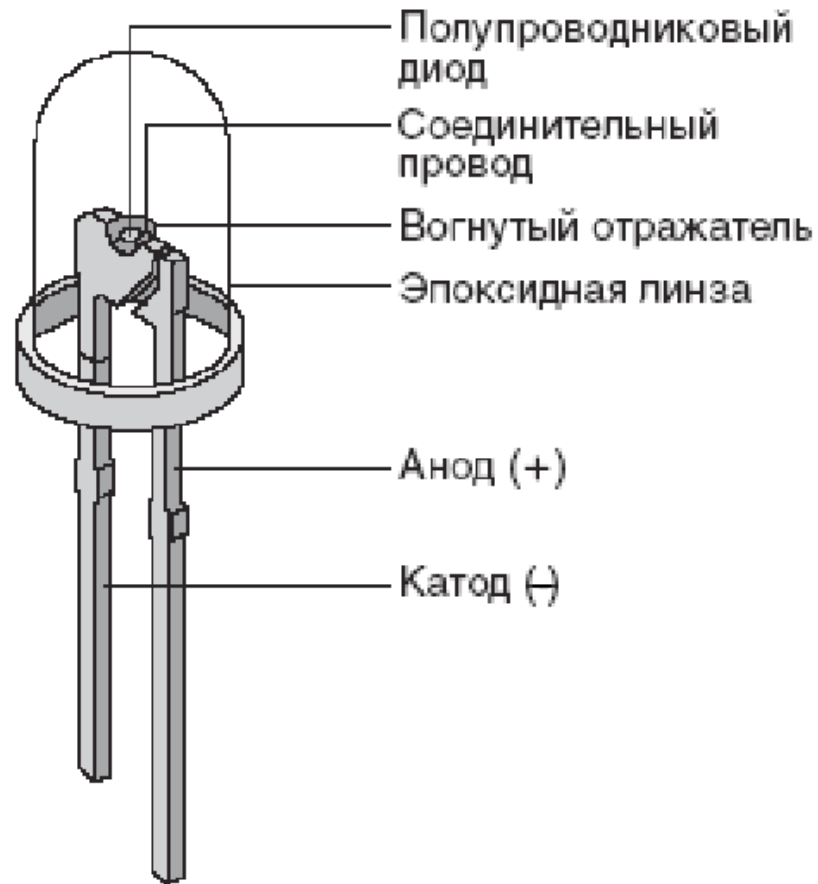
Параметр	Устройство		
	LiFi-XC	Kitefin	Light Antenna ONE
Скорость, Мбит/с	43,0	27,0	1000,0
Рабочее расст., не менее, м	1,0	0,5	0,2
Рабочее расст., не более, м	6,0	3	3,0
Количество приемников	8,0	-	-
Роуминг	+	-	-
Угол обзора, градусы (°)	-	60	24
Диапазон излучения	Видимый и ИК	Видимый и ИК	Видимый (850 нм) и ИК
Стандарт	802.11bb	802.11bb	802.11bb

# Аналоги от компании «Signify»

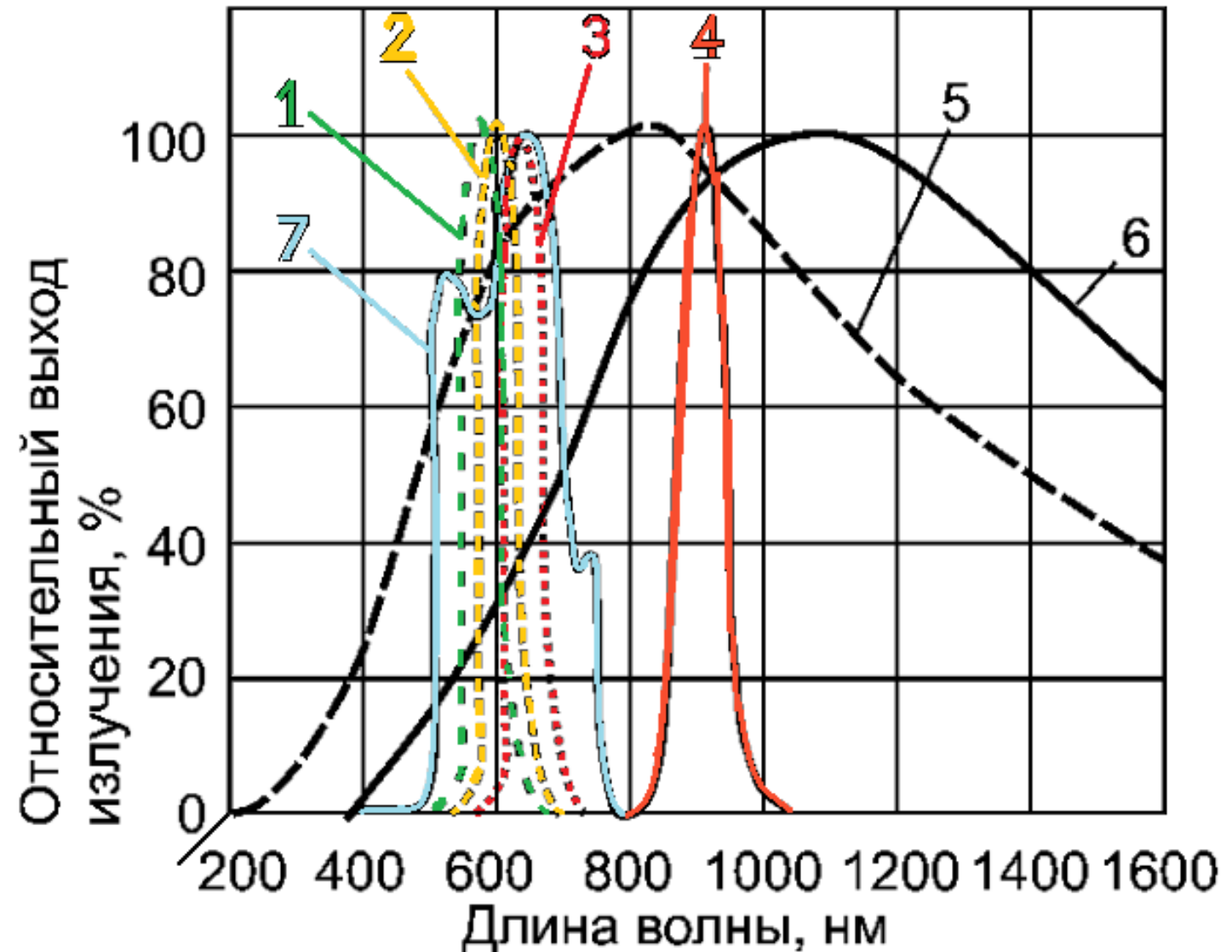
Параметр	Устройство			
	Trulifi 6002.1	Trulifi 6002.2	Trulifi 6014.01	Trulifi 6014.02
Скорость, Мбит/с	145,0	190,0	528,0	845,0
Рабочее расст., не менее, м	1,8	1,8	0,7	0,5
Рабочее расст., не более, м	2,8	2,8	20,0	12,0
Количество приемников	16,0	16,0	1,0	1,0
Роуминг	-	-	-	-
Угол обзора, градусы (°)	-	-	-	-
Диапазон излучения	ИК	ИК	ИК	ИК
Стандарт	ITU-T G.9991	ITU-T G.9991	Нет доступа	Нет доступа



# Светодиод (СИД)

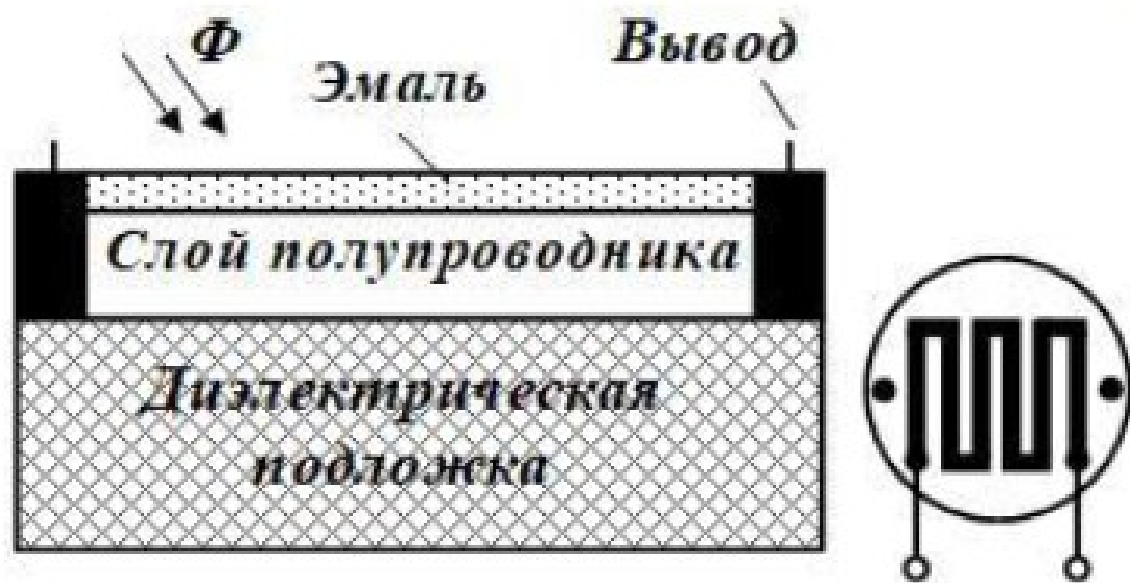


Схематическое изображение конструкции СИД

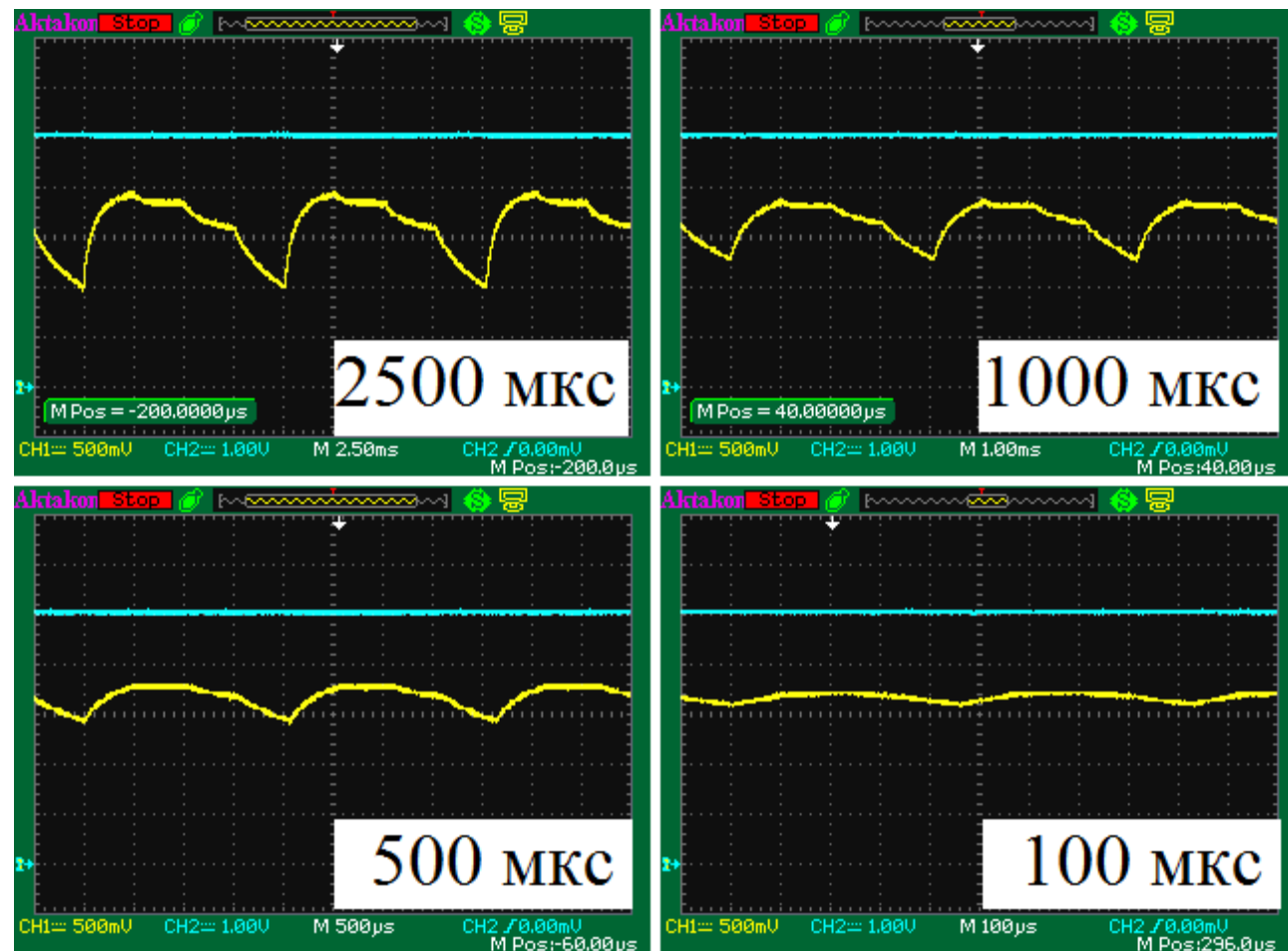


Спектры некоторых источников излучения

# Фоторезистор (ФР)



Схематическое изображение конструкции фоторезистора

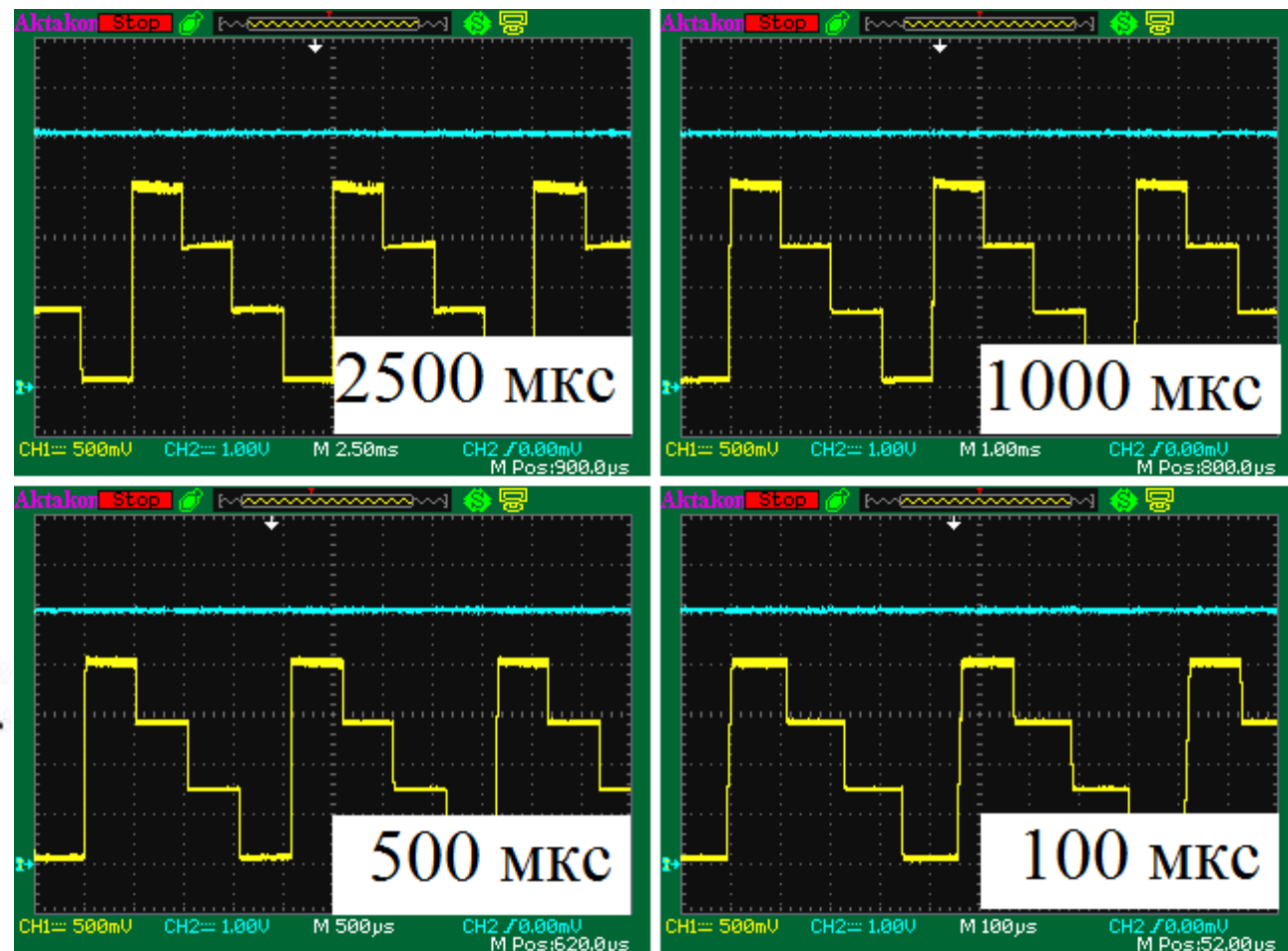


Временные характеристики сигнала на ФР

# Фотодиод (ФД)

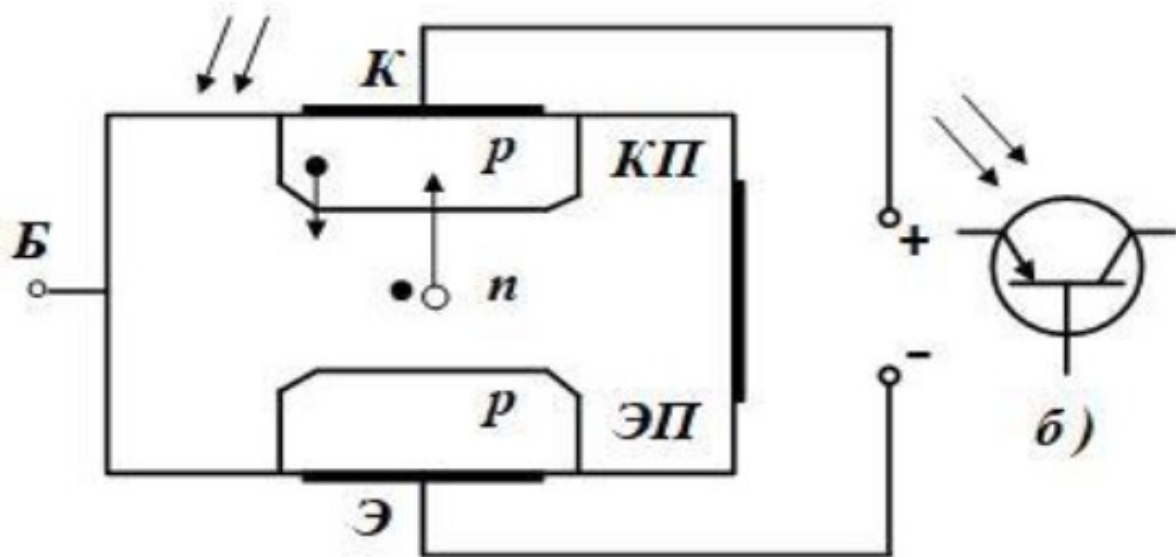


Схематическое изображение  
конструкции фотодиода

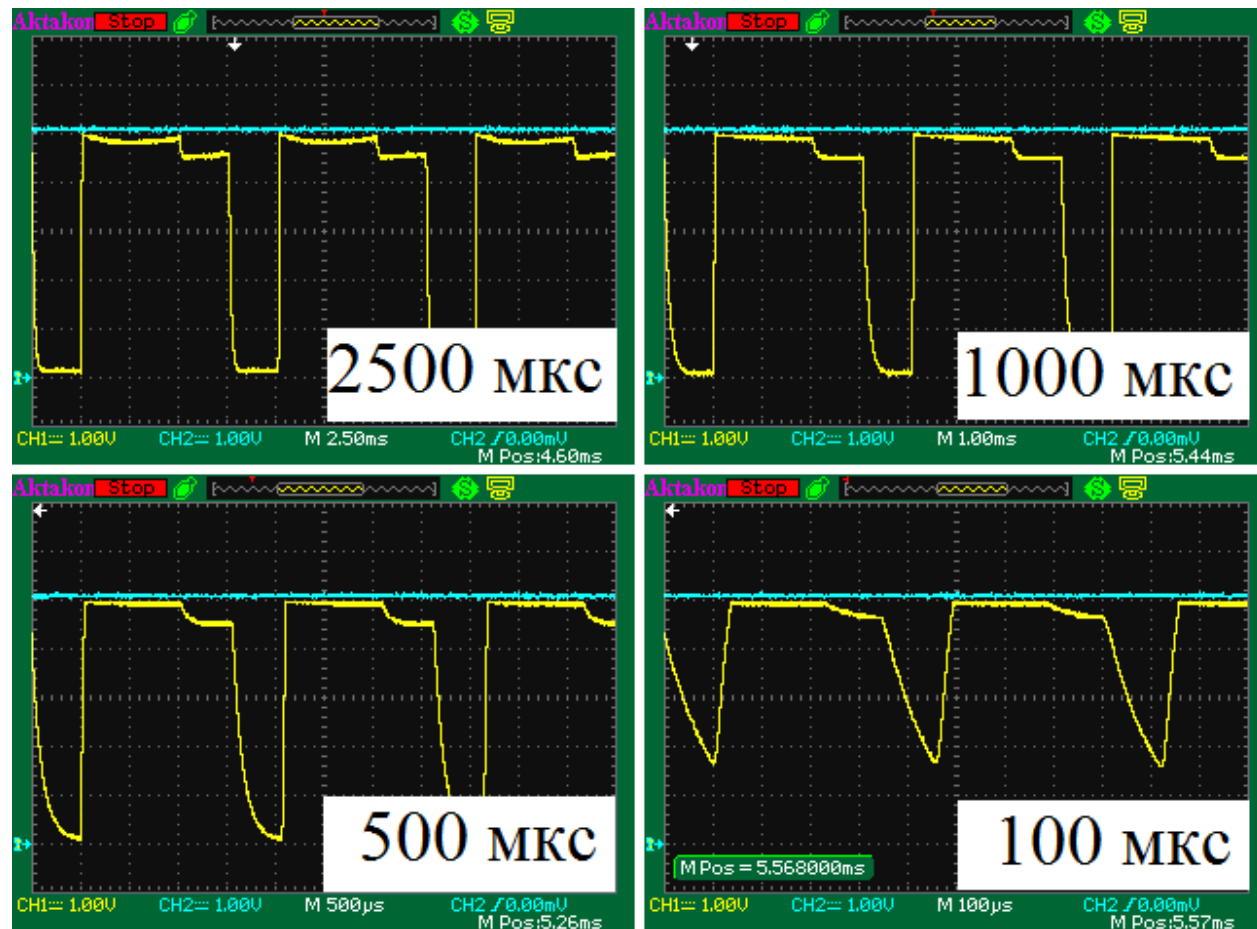


Временные характеристики сигнала на ФД

# Фототранзистор (ФТ)

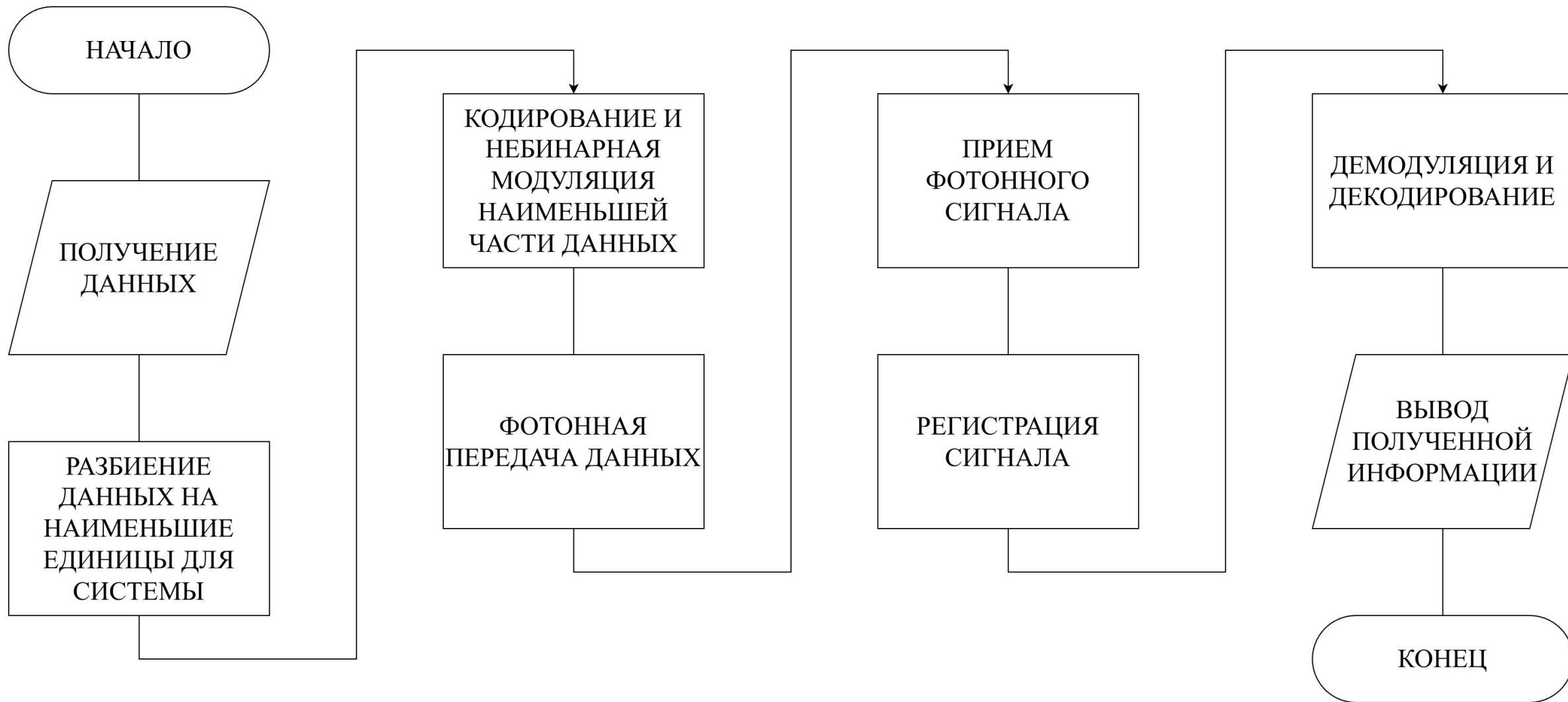


Схематическое изображение конструкции фототранзистора

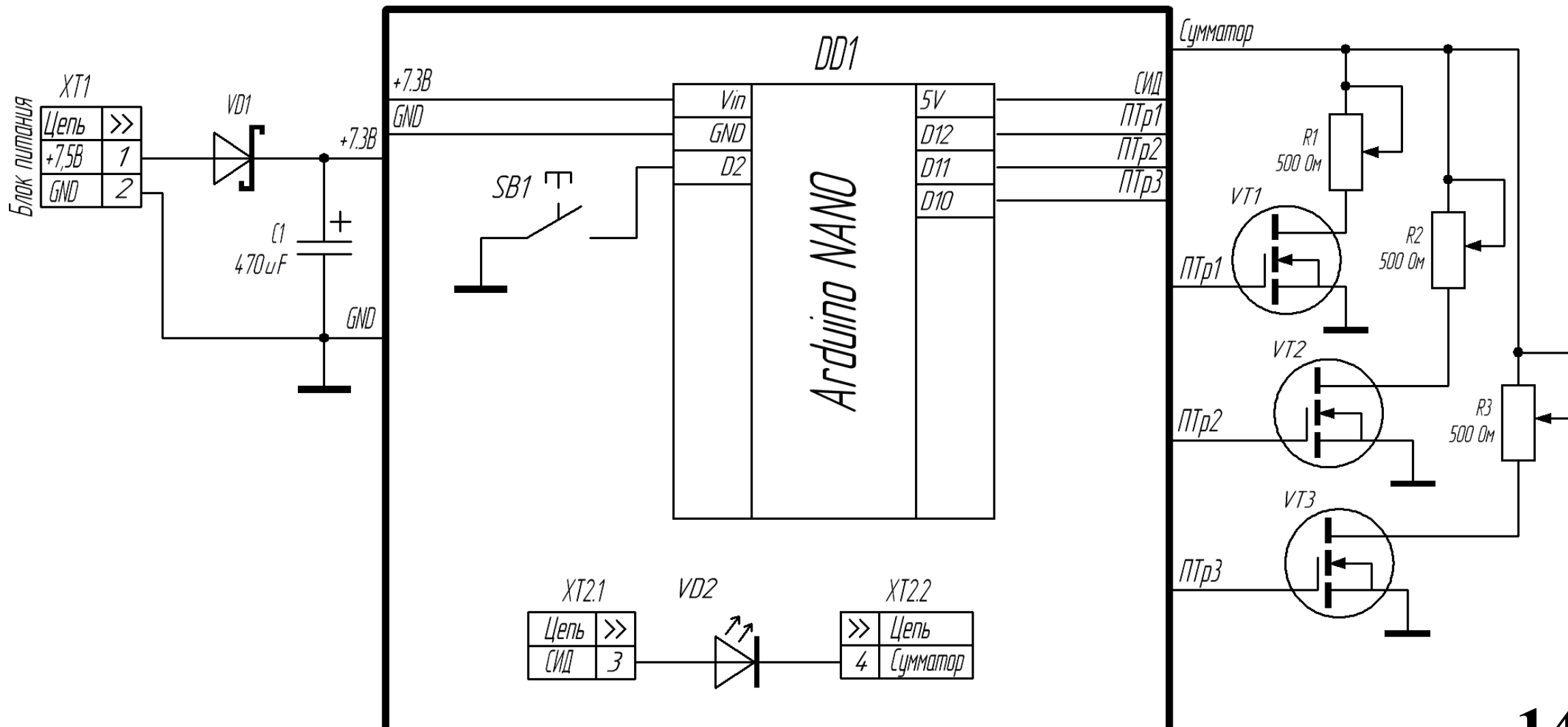


Временные характеристики сигнала на ФТ

# Схема алгоритма фотонной передачи



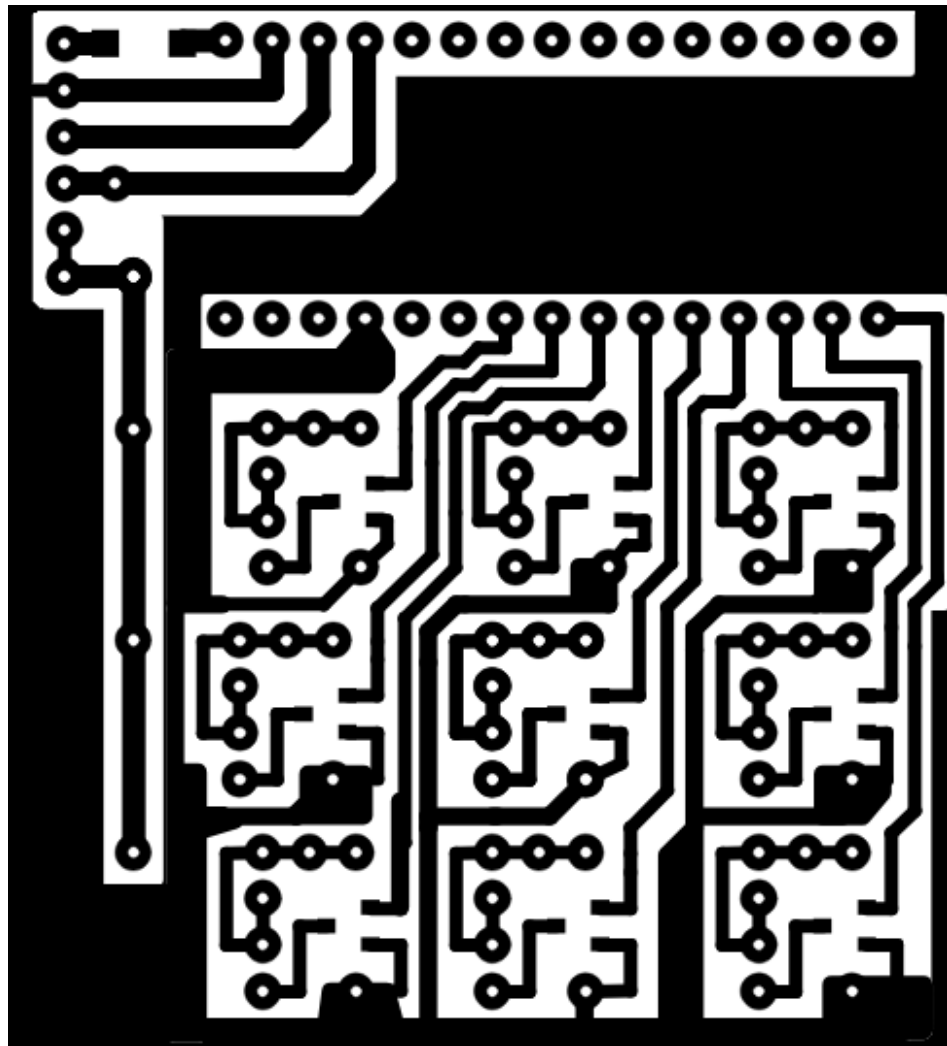
# Передатчик



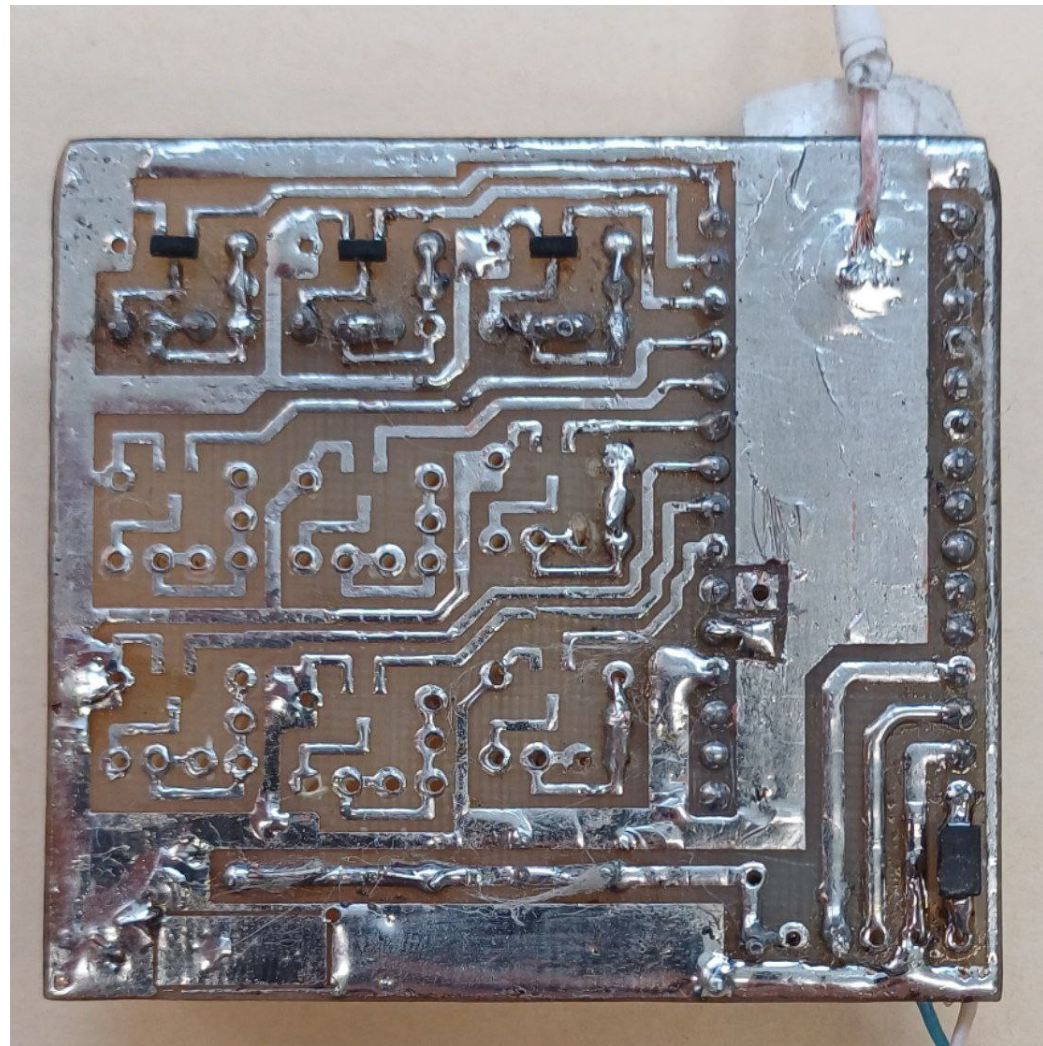
Принципиальная электрическая схема передатчика



# Передатчик (макет)



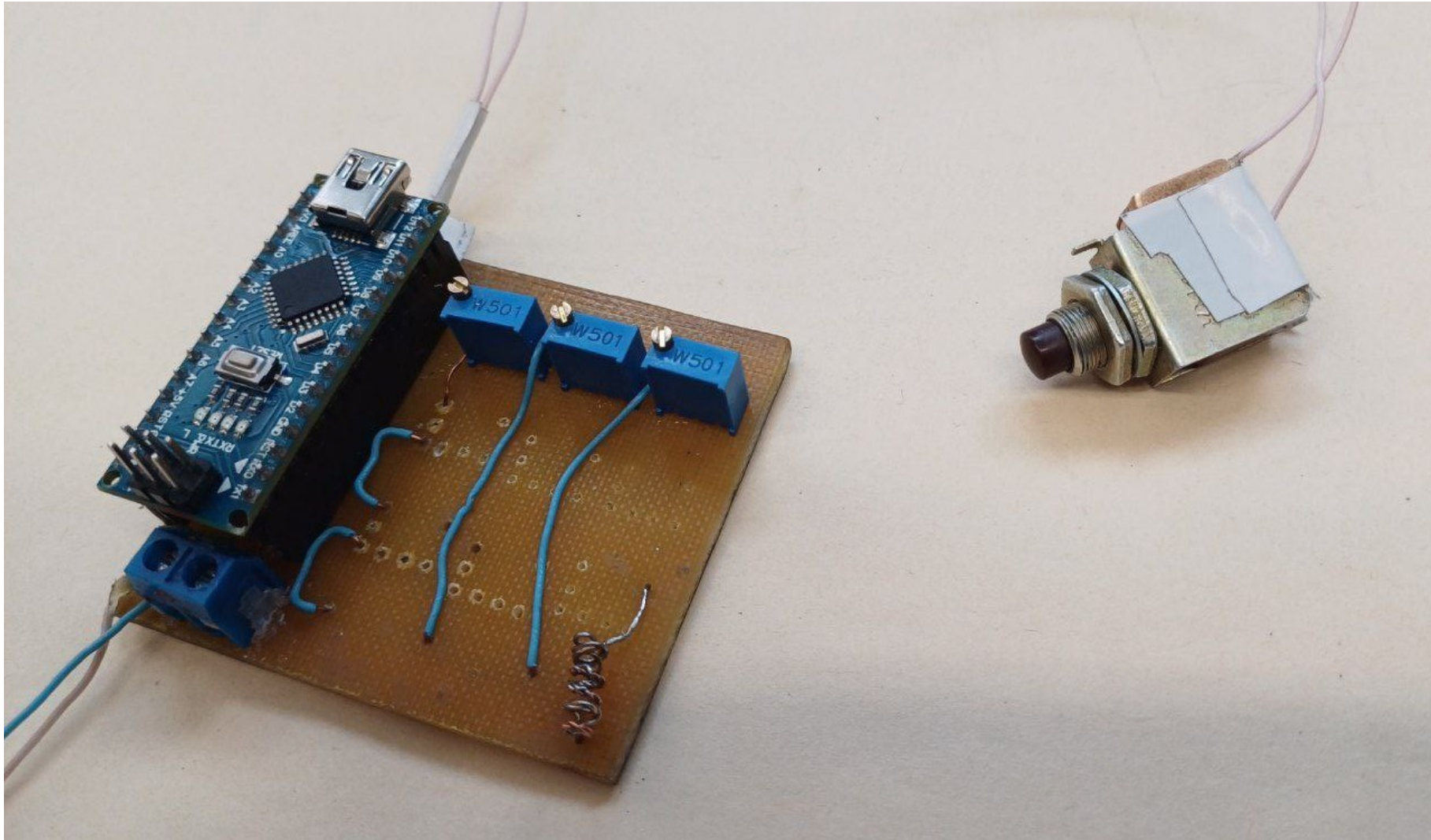
Разводка печатной платы



Запаянная вытравленная плата (низ)



# Передатчик (макет)

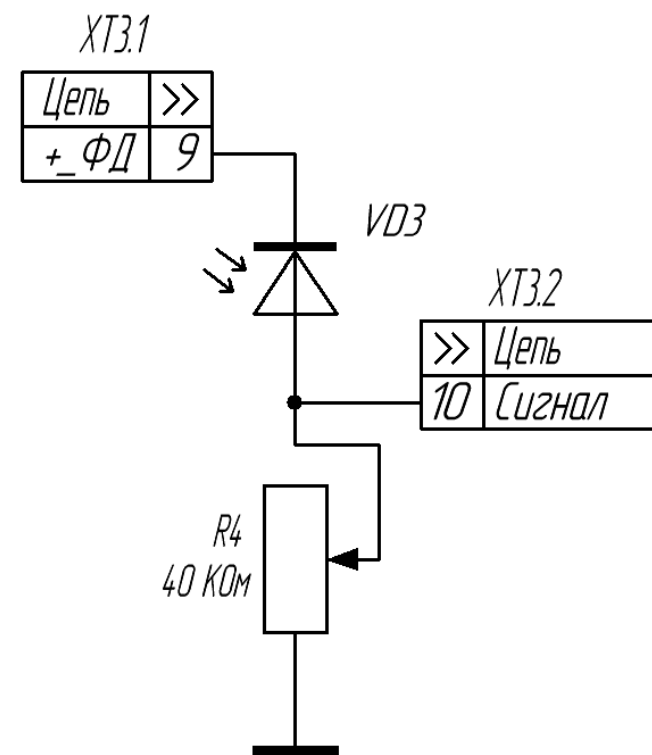
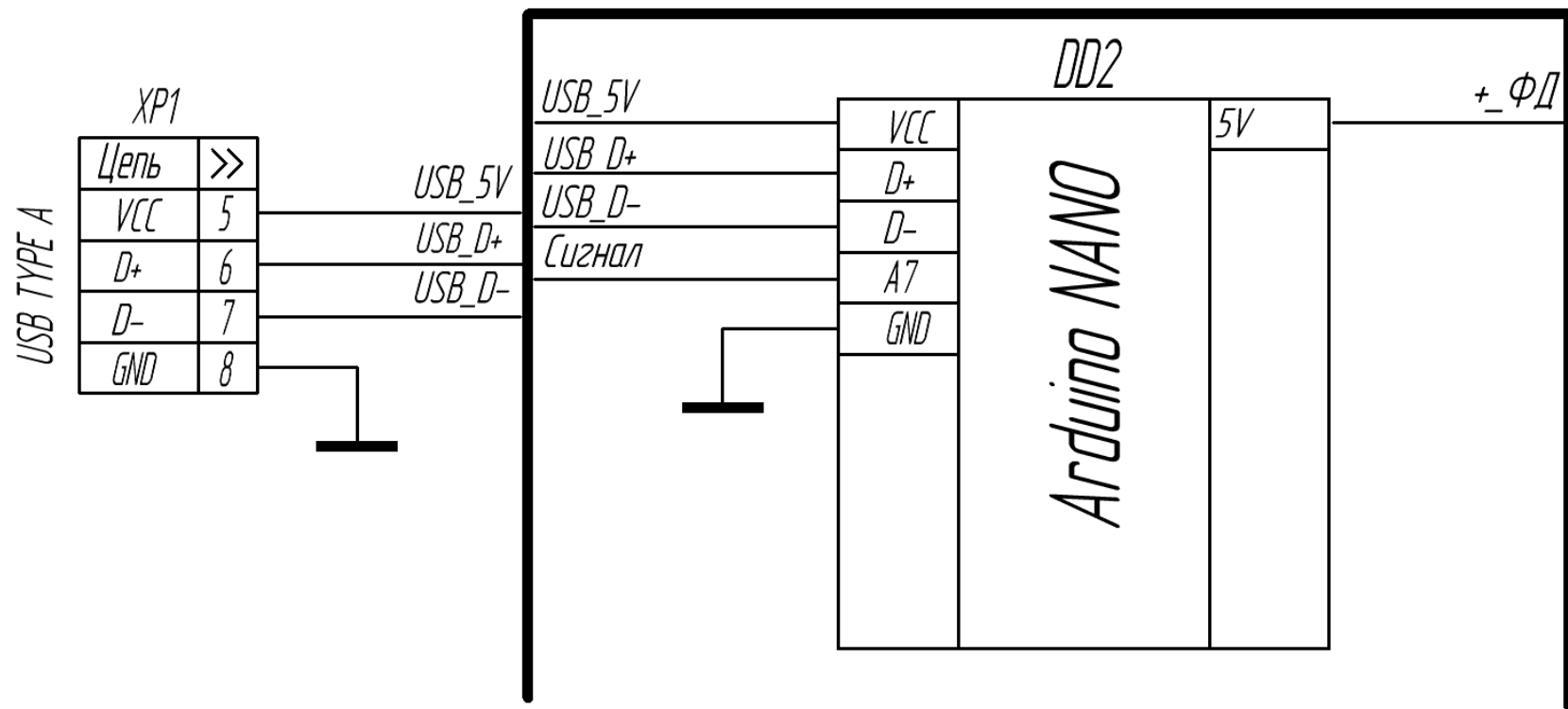


Запаянная плата передатчика с «Arduino Nano»

# Передатчик (ЦФП)

Параметр	Подстрочный резистор			ВЫВОД
	R1	R2	R3	
Сопротив., Ом	33,33	50	100	При переключении уровней появляется момент с пиком в холостой уровень
Ток, мА	150	100	50	
Сопротив., Ом	50	100	-	При переключении уровней с 10 в 01 появляется м омент с пиком в холостой уровень
Ток, мА	100	50	0	
Сопротив., Ом	100	100	100	Стабильный и читаемый сигнал
Ток, мА	50	50	50	

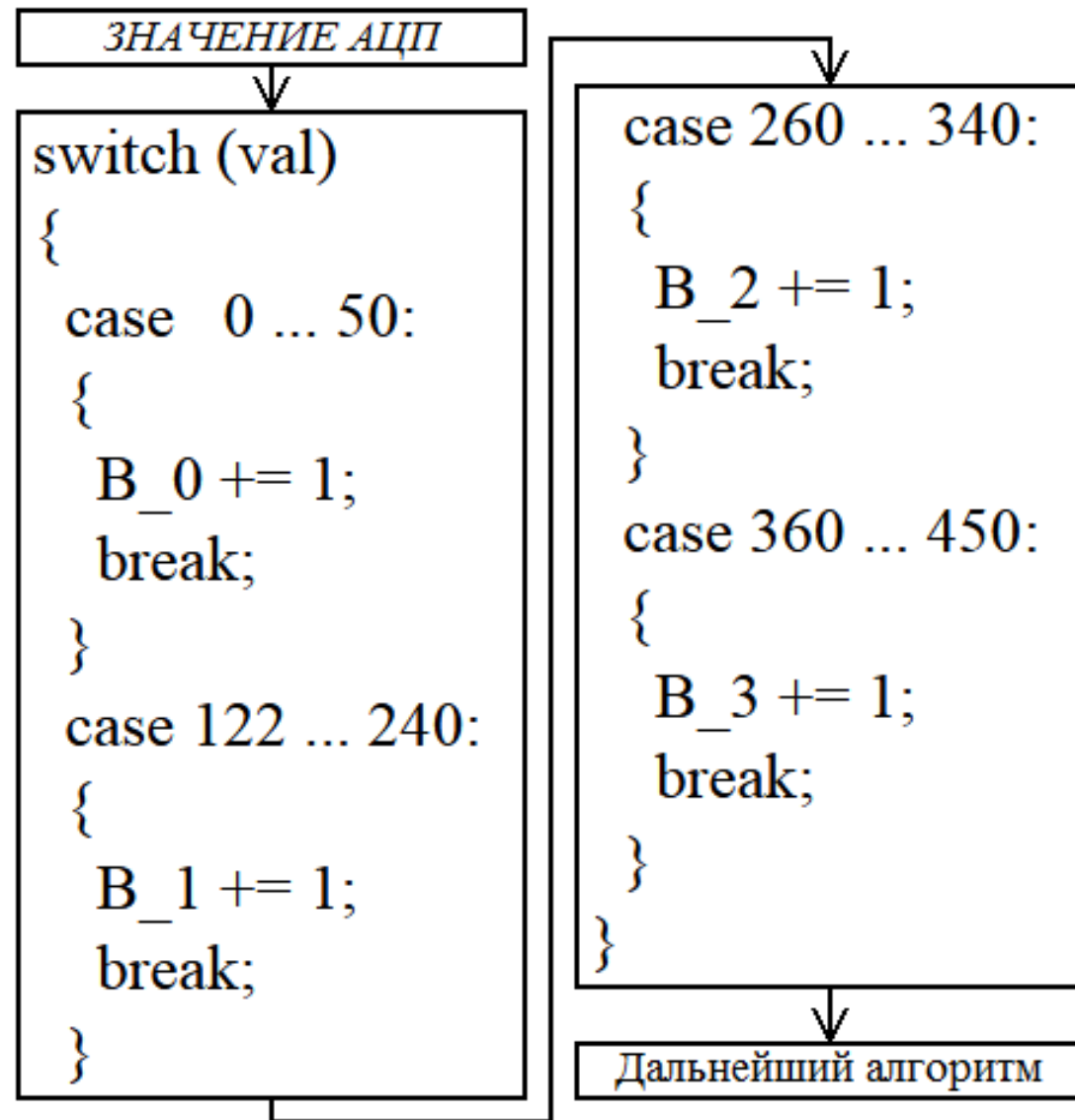
# Приемник



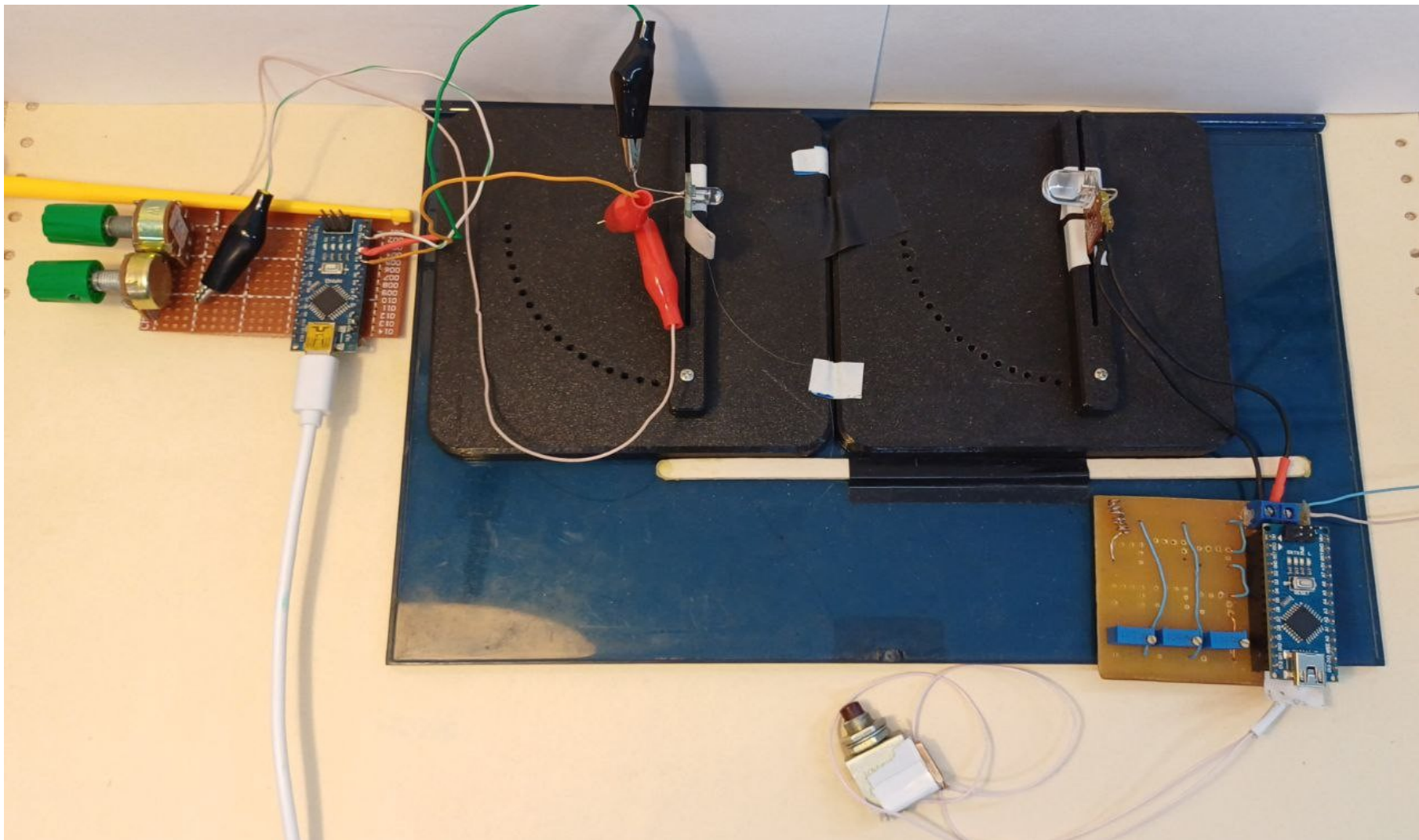
Принципиальная электрическая схема приёмника

# Приемник (оцифровка)

1. Обработка после получения сообщения.
2. Обработка после получения байта.
3. Динамическая.



# Макет комплекса



Конечный вид программно-аппаратного комплекса

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан и изготовлен цифро-фотонный преобразователь (ЦФП).

Разработаны методы небинарной модуляции сигнала. Для дальнейших реализаций и тестов была выбран метод 26М.

В результате тестирования системы было выявлено возможность передачи небинарного сигнала. На данный момент присутствует 2,7343 % неправильно принятых пакетов от 256 различных сообщений (с использованием метода 26М).

Данные ошибки приёма светового сигнала ставят перед нами новые задачи: повышение производительности системы и увеличение точности приёма фотонного сигнала.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**