

по времени вычисления всего на 6 мс. При этом точность оценки соизмерима с точностью оригинального UKF.

Таблица 1 – Время вычисления и ошибка определения угла ориентации навигационного спутника

	Время вычисления, мс	Ошибка определения угла, град.
EKF	3,15	0,859
SPUKF	9,28	0,033
ESPUKF	17,27	0,032
UKF	122,26	0,031

UKF, а особенно его модификации, является лучшей альтернативой EKF в навигационных задачах. Уже сейчас его использование оправдано, например, для БПЛА с наличием компьютера-компаньона на борту. Таким образом, представляется целесообразным и перспективным построение системы комплексирования навигационной информации БПЛА с достаточной вычислительной мощностью на базе модификаций Сигма-точечного фильтра Калмана.

Список использованных источников:

1. Julier S.J., Uhlmann J.K., A New Extension of the Kalman Filter to Nonlinear Systems / Proc. of AeroSense: The 11th Int. Symp. on Aerospace/Defence Sensing, Simulation and Controls., 1997.
2. Biswas S.K., Southwell B. Dempster A.G., Performance analysis of Fast Unscented Kalman Filters for Attitude Determination / IFAC-PapersOnLine, 2018, том. 51, выпуск 1, с. 697-701.

Зеленский Владимир Анатольевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств. E-mail: vaz-3@yandex.ru.

Капалин Максим Вадимович, аспирант кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств.

УДК 620.179.18; 620.1.051

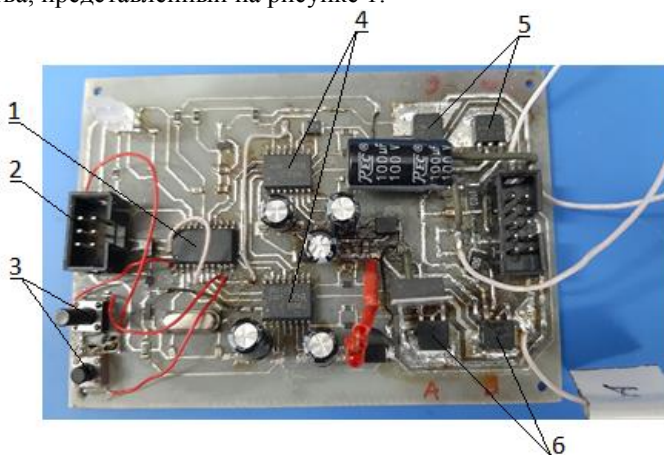
## **ИМИТАТОР ПРИБОРА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ПРОСТРЕЛОЧНОГО**

В.А. Зеленский, Д.В. Самсонов

«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева», г. Самара

**Ключевые слова:** прибор высокочастотный прострелочный, микроконтроллер, генератор импульса, экспериментальная установка.

Генераторы сигналов часто используются при разработке и производстве электронных модулей и компонентов. Они служат источниками тестовых сигналов, которые подаются на испытываемые компоненты. Затем выходной сигнал модуля анализируется с помощью контрольно-измерительного оборудования, например, анализатора спектра, осциллографа, измерителя мощности. На основе результатов такого анализа можно определить, корректно ли модуль выполняет свои функции [1]. Целью работы является разработка устройства, имитирующего работу прибора высокочастотного прострелочного в лабораторных условиях. Для реализации поставленной задачи был разработан и собран макет устройства, представленный на рисунке 1.



1 – микроконтроллер PIC16F690, 2-3 – кнопки управления и выбора режима работы, 4 – мостовые драйверы, 5-6 – MOSFET транзисторы, применяемые в качестве ключей в мостовой схеме

Рисунок 1 – Макет имитатора ПВП

Прибор высокочастотный прострелочный (ПВП) предназначен для выдачи высокочастотного импульса в цепь при проведении работ по перфорации нефтяных скважин, а также для лабораторных испытаний электронных модулей последовательного инициирования. Разработанное устройство имеет ряд преимуществ, в сравнении с имитируемым прибором, таких как: увеличенная скорость работы, возможность выбора режимов работы (одиночный или непрерывный), что положительно влияет на эффективность лабораторных испытаний, а также более высокую доступность и низкую стоимость производства.

#### Список использованных источников

1. Кистрин А.В. Проектирование цифровых устройств. – М.:Курс, 2017. – 282 с.

Зеленский Владимир Анатольевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств. E-mail: vaz-3@yandex.ru.  
Самсонов Денис Владимирович, магистрант гр. 6274. E-mail: samsonov311@yandex.ru.

УДК 621.389

## **ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ**

Н.Д. Жидецкий, М.А. Советкина, С.А. Фомченков  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева», г. Самара

**Ключевые слова:** магнетронное распыление, ионная бомбардировка, тонкие пленки, магнитное поле.

Одним из основных компонентом в микро- и нанoeлектронике являются проводящие пленки. Данный материал получается путем осаждения на подложку и имеет толщину не более 1 мкм. Проводящие пленки получают амфорную или полукристаллическую структуру, а их свойства значительно отличаются от свойств объемных тел. При этом на поверхности пленки образуется двумерный дефект структуры, который сильно влияет на его электрические, механические и другие свойства [1].

В настоящее время, в зависимости от решаемой задачи, различают несколько способов получения тонких пленок. Это термовакуумное, электроннолучевое или вакуумнодуговое испарения, магнетронное распыление и абляция [2]. Метод магнетронного распыления является наиболее перспективным, так как возможна реализация плотной микро- или нано- кристаллических структур из керамики или металла, при полном отсутствии капельной фазы. В роли рабочей среды в данном методе выступают чистые газы: Ar, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, при давлении 0,05– 1 Па, и температуре от 60 до 6000°С. При этом становится возможным нанесение покрытий на термочувствительные материалы при низких температурах с высокой скоростью осаждения. Отрицательной стороной же данного метода является относительно высокая стоимость оборудования [3].

Метод основан на распылении мишени за счет ионной бомбардировки. Благодаря магнитному полю, которое проходит перпендикулярно электрическому, снижается рабочее давление плазмобразующего газа без уменьшения интенсивности ионной бомбардировки, что положительно влияет на транспортировку распыляемого вещества, осаждаемого тонким слоем на подложку.

Целью настоящей работы является изучение получения тонких проводящих пленок методом магнетронного распыления.