

СПбГУТ)))

РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Студенческая ВЕСНА 2020

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ
ВЫПУСК



apino.spbgut.ru/stud-vesna

УДК 061.3(082)
ББК 74.58

74-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая весна – 2020» : сб. науч. ст. / Под ред. А. В. Шестакова; сост. В. С. Елагин, Е. А. Аникевич, Задорожня А. А. Спец. вып. СПб. : СПбГУТ, 2020. 103 с.

В научных статьях участников конференции исследуются состояние и перспективы развития мирового и отечественного уровня IT и телекоммуникаций. Предназначено студентам, аспирантам и специалистам отрасли связи.

Издание изготовлено оргкомитетом конференции при участии редакции сетевого издания «Информационные технологии и телекоммуникации», www.itt.sut.ru

Корректура и верстка Е. М. Аникевич

Подписано в печать 01.09.2020.

Вышло в свет 30.09.2020. Формат 60×90 1/8.

Уст. печ. л. 6, 44. Заказ № 062-ИТТ-2020.

пр. Большевиков, д. 22, корп. 1

Россия, Санкт-Петербург, 193232

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Машков Г. М. – первый проректор – проректор по учебной работе

Заместитель председателя

Елагин В. С. – начальник управления организации научной работы и подготовки научных кадров

Ответственный секретарь

Задорожня А. А. – начальник отдела организации научной работы студентов

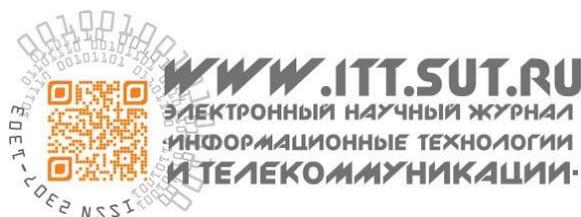
Члены организационного комитета

Зарубин А. А. – проректор по цифровой трансформации

Васильева Л. А. – начальник учебно-методического управления

Григорян Г. Т. – начальник управления маркетинга и рекламы

Пономарева Е. Ю. – начальник редакционно-издательского отдела



ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Бачевский С. В. – доктор технических наук, профессор, ректор

Заместители председателя

Шестаков А. В. – доктор технических наук, старший научный сотрудник, проректор по научной работе

Алексенко И. А. – кандидат педагогических наук, проректор по воспитательной работе и связям с общественностью

Ответственный секретарь

Владыко А. Г. – кандидат технических наук, директор научно-исследовательского института «Технологии связи»

Члены программного комитета

Кирик Д. И. – кандидат технических наук, доцент, декан факультета радиотехнологий связи

Бузюков Л. Б. – кандидат технических наук, профессор, декан факультета инфокоммуникационных сетей и систем

Зикратов И. А. – доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных систем и технологий

Колгатин С. Н. – доктор технических наук, профессор, декан факультета фундаментальной подготовки

Сотников А. Д. – доктор технических наук, профессор, декан факультета цифровой экономики, управления и бизнес-информатики

Шутман Д. В. – кандидат политических наук, доцент, декан гуманитарного факультета

Гирш В. А. – начальник военного учебного центра

Бучатский А. Н. – кандидат технических наук, доцент, директор Института магистратуры

Неисключительные права на все материалы, опубликованные в данном издании, принадлежат СПбГУТ. Все материалы, авторские права на которые принадлежат СПбГУТ, могут быть воспроизведены при наличии письменного разрешения от СПбГУТ. Ссылка на первоисточник обязательна. По вопросам приобретения неисключительных прав и использования сборника обращайтесь по тел. (812) 312-83-79, e-mail: ittsut@gmail.com. Тип компьютера, процессор, сопроцессор, частота: Pentium IV и выше / аналогичное; оперативная память (RAM): 256 Мб и выше; необходимо на винчестере: не менее 64 Мб; ОС MacOS, Windows (XP, Vista, 7) / аналогичное; видеосистема встроенная; дополнительное ПО: Adobe Reader версия от 7.X или аналогичное. Защита от незаконного распространения: реализуется встроенными средствами Adobe Acrobat.

Радиотехнологии связи

- 4 **Лунёв В. К.** Протоколы в сетях пятого поколения
- 7 **Раимжанов Т. Р.** Применение методов радиотехники и цифровой обработки сигналов к решению задачи синтеза диаграмм направленности антенных решёток
- 12 **Широков М. В.** Картографирование и мониторинг электромагнитного загрязнения промышленной частоты в районах Санкт-Петербурга

Инфокоммуникационные сети и системы

- 18 **Данилова Ю. С.** Разработка сценария внедрения SIEM-системы в корпоративную сеть
- 22 **Исаенко Д. И., Кодина А. О., Резников Б. К., Степаненков Г. В.** Применение программируемых логических интегральных схем в структурах оптических коммутаторов
- 28 **Морозов Д. П., Слепнев А. В.** Разработка анализатора кода C, C++ на языке Python с использованием LEX, YACC
- 33 **Москальчук А. И.** Разработка виртуальной пентест-лаборатории для исследования метода оценки уровня защищенности локальной сети
- 39 **Фролова А. С.** Методика расчета и исследование сплавных неселективных и селективных разветвителей

Информационные системы и технологии

- 45 **Андреанова Е. Е., Селезнева Е. А.** Разработка информационной системы для строительной организации в программе Oracle SQL Developer
- 50 **Миронов Н. С.** Применение алгоритма шагающих квадратов для решения задач подготовки 3D моделей к печати
- 53 **Руйго Д. И.** Разработка автоматизированной системы распознавания и анализа изображений на базе применения искусственных нейронных сетей

Теоретические основы радиоэлектроники

- 59 **Великорец Г. С., Юрова В. А.** Создание системы управления антропоморфной роботизированной рукой
- 64 **Каткова Т. О.** Оптимизация системы электропитания для беспилотного летательного аппарата
- 70 **Ланда А. Э., Мугу Л. Р.** Полосковый резонатор СВЧ диапазона с использованием ферритовых вставок
- 73 **Логвинова Е. А.** Компьютерный анализ электронных аналогов последовательного колебательного контура
- 79 **Мотренко В. И.** Разработка алгоритма автоматической настройки нониусного цифроаналогового преобразователя
- 84 **Полякова А. В.** Синтез и моделирование микроволновых полосковых полосно-пропускающих фильтров

Цифровая экономика, управление и бизнес-информатика

- 90 **Смирнова К. С.** Студенческий комитет по качеству образования как инструмент повышения качества подготовки специалистов в области цифровой экономики
- 93 **Шарко А. С.** Организация дистанционной работы

Гуманитарные проблемы в отрасли связи и телекоммуникаций

- 99 **Перевозчикова В. А.** Социальная сеть «Twitter» как новый способ коммуникации политиков с обществом

УДК 621.396
ГРНТИ 49.37.29

В. К. Лунёв (студент гр. Р-92м, СПбГУТ), vadimka.vadimich98@gmail.com

ПРОТОКОЛЫ В СЕТЯХ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Протоколы – это набор правил и соглашений, используемых при передаче данных. В сетях 5G используется множество протоколов. Некоторые служат для установления параметров радиопередачи, другие осуществляют достоверность передачи данных. О них будет статья.

сеть пятого поколения, протоколы, мобильная связь.

Lunev V. Fifth generation protocols.

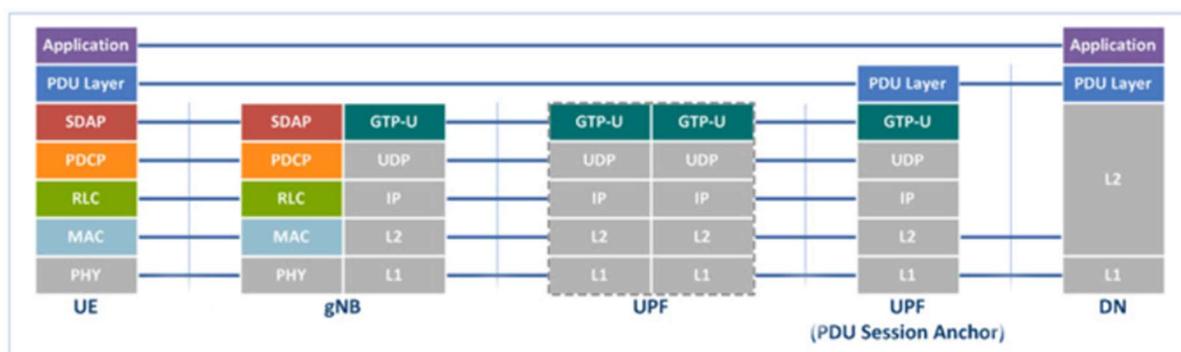
Protocols are a set of rules and conventions used in the transmission of data. Many protocols are used in 5G networks. Some serve to establish the parameters of the radio transmission, others implement the reliability of the data transmission. There will be a report about them.

Key words: fifth generation network, protocols, mobile communications.

На рис. 1 приведена схема используемых протоколов на пользовательской стороне [1]:

Движение по уровням начнём сверху.

- Уровень приложения не использует специального протокола.
- На уровне представления используется PDU (*Protocol Data Unit*).



| | | | |
|-------|--------------------------------------|------|------------------------------------|
| DN | : Data Network | RLC | : Radio Link Control |
| gNB | : Next generation NodeB | SDAP | : Service Data Adaptation Protocol |
| GTP-U | : GPRS Tunneling Protocol User plane | SMF | : Session Management Function |
| MAC | : Medium Access Control | UE | : User Equipment |
| PDCP | : Packet Data Convergence Protocol | UPF | : User Plane Function |
| PDU | : Protocol Data Unit | Xn-U | : Xn User plane |

Рис. 1. Протоколы на стороне User Plane

Рассмотрим PDU [2]. В архитектуре 5G пользовательские терминалы взаимодействуют с сетями передачи данных в рамках сеансов PDU.

UE (*User Equipment*) может создать несколько сеансов PDU одновременно для связи с разными сетями передачи данных и получения разных услуг. В этом случае разные сеансы могут быть организованы с использованием разных сетевых функций в соответствии с концепцией сетевого разделения. Сеансовые PDU создаются только по запросу пользовательского терминала.

- На сеансовом уровне от пользовательского устройства до станции gNB используется протокол SDAP (*Service data Adaptation protocol*). Далее, при взаимодействии с UPF (*User Plane Function*), используется протокол GTP-U (*GPRS Tunneling Protocol User Plane*).

- На транспортном уровне используется протокол PDCP (*Packet Data Convergence Protocol*) до базовой станции. После используется протокол UDP (*User Datagram Protocol*). UDP предоставляет ненадежный сервис, и датаграммы могут прийти не по порядку, дублироваться или вовсе исчезнуть. UDP подразумевает, что проверка ошибок и исправление либо не нужны, либо должны исполняться в приложении [3].

- На сетевом уровне от пользовательского устройства до базовой станции используется RLC (*Radio Link Control*) протокол. RLC уровень реформатирует пакеты PDCP PDU для того, чтобы они были определенного размера, который указывает MAC. Таким образом, со стороны отправителя RLC сегментирует и/или объединяет пакеты PDCP PDU, а со стороны получателя RLC восстанавливает PDCP PDU. При обращении к UPF и далее используется протокол IP (*Internet Protocol*).

- На канальном уровне используется MAC (*Media Access Control*). MAC обеспечивает адресацию узлов и механизмы управления доступом к каналам. Это позволяет создать среду для обмена информацией между устройствами. В ядре сети используется протокол нижнего уровня L2 (*Layer 2*).

- На нижнем уровне от пользовательского устройства создается физический канал связи, а в сети – используется протокол L1 (*Layer 1*).

Далее рассмотрим протоколы на стороне управления, показанные на рис. 2 (см. ниже) [1]:

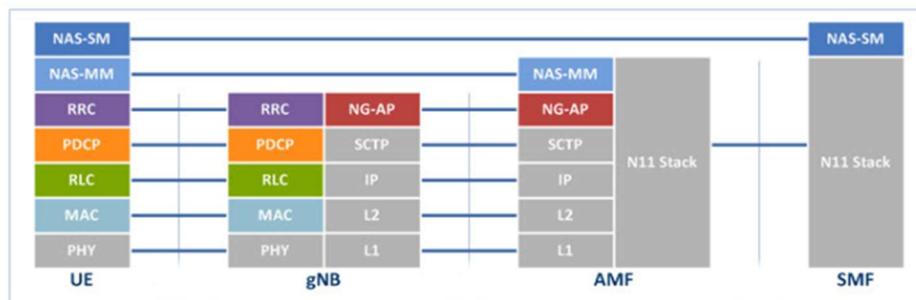
- На уровне приложения используется протокол NAS – SM (*Non Access Stratum – Session Management*). Протокол NAS включает компоненты мобильности и управления сеансами NAS (NAS MM и NAS SM).

- На 6 уровне используется протокол NAS – MM (NAS – *Mobility Management*). Существует несколько протокольных данных, которые необходимо передавать по N1 с использованием протокола NAS-MM между UE и NF (*Network Function*), кроме AMF (например, сигнализация управления сеансом).

- На сеансовом уровне используется протокол RRC (*Radio Resource Control*). Протокол RRC используется для передачи общей NAS информа-

ции (информации, которая относится ко всем UE) и специальной NAS информации (информации, которая относится только к определенным UE). Кроме этого, для UE, которые находятся в состоянии RRC_IDLE (в *idle mode*), передаются оповещения о входящих звонках. RRC покрывает следующие области [4]:

- Передача системной информации. Широковещательная передача системной информации, к которой относится общая NAS информация.
- Управление RRC соединением (*RRC connection control*). К данной области относятся процедуры создания, изменения и удаления RRC соединения, включая пейджинг, активацию начальной защиты, создание сигнальных радиопотоков и радиопотоков, по которым будет осуществляться передача пользовательских данных. Также к этой области относится процедура хэндовера и конфигурация низких уровней.
- Межтехнологическая мобильность. Кроме процедур мобильности, данная область включает в себя активацию защиты и передачу RRC контекста UE.



| | | | | | |
|--------|---|------|--|------|----------------------------|
| AMF | : Access and Mobility Management Function | PDCP | : Packet Data Convergence Protocol | TLS | : Transport Layer Security |
| gNB | : Next generation NodeB | PFPC | : Packet Forwarding Control Function | UE | : User Equipment |
| MAC | : Medium Access Control | RLC | : Radio Link Control | UPF | : User Plane Function |
| NAS | : Non-Access Stratum | RRC | : Radio Resource Control | XnAP | : Xn Application Protocol |
| NAS-SM | : NAS – Session Management | SBI* | : Service Based Interface | Xn-C | : Xn Control plane |
| NAS-MM | : NAS – Mobility Management | SCTP | : Stream Control Transmission Protocol | | |
| NG-AP | : Next Generation Application Protocol | SMF | : Session Management Function | | |

Рис. 2. Протоколы на стороне Control Plane

- После прохождения через базовую станцию сигналы на этом уровне используют NG-AP (New Generation Application Protocol). NGAP используется для поддержки услуг, связанных с UE, так и без UE. Он включает в себя такие операции, как обновление конфигурации радиопередающего оборудования, передача контекста UE, управление ресурсами сеанса PDU и поддержка процедур мобильности.

- На транспортном уровне используется протокол PDCP (*Packet Data Convergence Protocol*). Но он используется также до базовой станции 5 поколения. После, для работы с AMF, используется протокол SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*). SCTP работает аналогично транспортным

протоколам TCP, но имеет различные инновации, такие как многопоточность, защита от DDoS-атак и синхронное соединение между двумя хостами через два или более независимых физических канала.

- На сетевом уровне от пользовательского устройства до базовой станции используется RLC (*Radio Link Control*) протокол. При обращении к AMF и далее используется протокол IP (*Internet Protocol*).

- На канальном уровне используется MAC (*Media Access Control*). В ядре сети используется протокол нижнего уровня L2 (*Layer 2*).

- На нижнем уровне от пользовательского устройства создается физический канал связи, а в сети – используется протокол L1 (*Layer 1*).

В рассмотренной статье были подробно описаны протоколы сети 5 поколения как на стороне пользователя – User Plane, так и на технической стороне – Control Plane. Получены начальные знания о работе сетей 5 поколения.

Список используемых источников

1. NetManias. Analyze Trends, Technologies and Market. – Режим доступа: <https://www.netmanias.com/en/?m=view&id=oneshot&no=14104> (дата обращения: 01.05.2020).

2. Wan Lei, Anthony C. K., Soong Liu Jianghua Wu Yong, Brian Classon, Weimin Xiao, David Mazzaresse, Zhao Yang, Tony Saboorian. 5G System Design. An End to End Perspective. Springer, 2020. – 408 p.

3. Public land mobile network // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Public_land_mobile_network (дата обращения: 01.05.2020).

4. Radio Resource Control // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_Resource_Control (дата обращения: 01.05.2020).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры PCuB СПбГУТ, кандидатом технических наук Степутиным А. Н.

УДК 621.396.67.012.12

ГРНТИ 47.45.29

Т. Р. Раимжанов (студент гр. РК-91м, СПбГУТ), tokhir.fl@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РАДИОТЕХНИКИ И ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК

Концепция пространственной фильтрации заключается в модификации диаграммы направленности антенны в соответствии с некоторым критерием по которому оптимизируется прием полезных сигналов. В данной работе описывается подход,

закрывающийся в применении методов радиотехники и цифровой обработки сигналов для решения задач синтеза диаграмм направленности антенных решеток.

антенная решетка, ФАР, синтез диаграмм направленности.

Raimzhanov T. Application of Radio Engineering and Digital Signal Processing Methods to Solve the Problem of Synthesis Radiation Patterns of Antenna Arrays.

The concept of spatial filtering lies in the modification of the antenna radiation patterns in accordance with criterion which optimizes the reception of useful signal. The following research describes the approach of appliance of radio engineering and digital signal processing methods as a solution for synthesis of antenna radiation patterns.

Key words: antenna array, PAR, synthesis diagram.

Спрос на услуги передачи информации по беспроводным линиям связи возрастает с каждым днём. Число устройств и количество трафика увеличивается, вследствие чего растёт количество помех. В перспективе помеховая обстановка будет только ухудшаться. Потому задача адаптации системы связи к существующей помеховой обстановке, является весьма актуальной. Антенные решётки (АР) помогают решать данную проблему, благодаря пространственной фильтрации которая заключается в формировании такой диаграммы направленности (ДН), при которой сигнал на ее выходе будет удовлетворять заданному показателю качества. Решение задачи синтеза ДН может быть получено с применением методов цифровой обработки сигналов (ЦОС), что и показано в данной статье.

Произведём вывод формул для поля АР в дальней зоне и запишем выражения в удобном для дальнейших преобразований форме [1]. Расположим начало координат в центре АР, как показано на рис. 1.

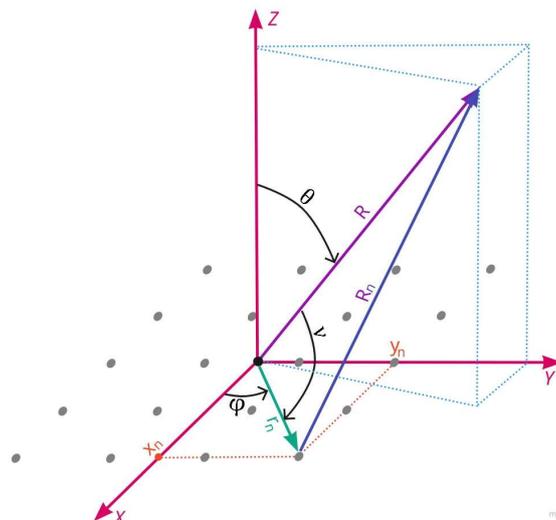


Рис. 1. Плоская антенная решетка

ДН АР является суммой полей составляющих её излучателей:

$$\vec{E}(\theta, \varphi) = \sum_{n=1}^N e^{jk(R-R_n)} * \vec{E}_n,$$

где $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число, R – радиус-вектор из центра системы координат в точку наблюдения, R_n – расстояние от n -го излучателя до точки наблюдения, \vec{E}_n – поле n -го излучателя, n – порядковый номер излучателя.

Рассмотрим случай эквидистантной линейной АР, ориентированной вдоль оси X ($\varphi = 0$), элементы которой расположены в точках: $x_n = d * (n - (N + 1)/2)$. Расстояние между элементами обозначено как d , число элементов N . Отсчёт начинается с самого левого. При этом, ДН эквидистантной линейной АР возможно записать как:

$$\vec{E}(\theta, 0) = \sum_{n=1}^N \vec{E}_n e^{jkd(n - \frac{N+1}{2}) \sin \theta}. \quad (1)$$

Так как излучатели одинаковые, следовательно, поле n -го излучателя, соответствует условию $\vec{E}_n(\theta, 0) = A_n * \vec{E}_0(\theta, 0)$, тогда перепишем уравнение (1):

$$\vec{E}(\theta, 0) = \vec{E}_0(\theta, 0) * \sum_{n=1}^N A_n e^{jkd(n - \frac{N+1}{2}) \sin \theta}. \quad (2)$$

Сведем выше указанную формулу (2) к виду пригодному для использования в MATLAB [2]. Сведение ДН к виду ДПФ, позволяет использовать методы спектрального анализа. Для этого рассмотрим формулу ДПФ:

$$Y(j) = \sum_{j=1}^n \dot{X}_j e^{-i \frac{2\pi(j-1)(k-1)}{n}},$$

где n – число дискретных отсчётов в периоде, j – индекс частоты, k – номер дискретного отсчёта, \dot{X}_j – комплексное значение амплитуды j -го синусоидального сигнала.

Введем угловую координату $u = 1 - \frac{Nkd}{2\pi} \sin \theta$ ($kd \sin \theta = \frac{2\pi(1-u)}{N}$) и запишем формулу (2) как:

$$\vec{E}(u) = \vec{E}_0(u) * \sum_{n=1}^N A_n e^{-j \frac{2\pi(u-1)}{N} (n - \frac{N+1}{2})}. \quad (3)$$

Выделим $n - 1$ из $\left(n - \frac{N+1}{2}\right)$ и запишем уравнение (3) с учётом изменений:

$$\vec{E}(u) = \vec{E}_0(u) * \sum_{n=1}^N A_n e^{j\frac{2\pi(u-1)(n-1)}{N}} * e^{j\frac{2\pi(u-1)(1-N)}{N}}. \quad (4)$$

Перенесем не зависящий от n множитель за сумму, тогда формулу (4), можно записать как:

$$\vec{E}(u) = \vec{E}_0(u) * e^{j\frac{2\pi(u-1)(1-N)}{N}} * \sum_{n=1}^N A_n e^{j\frac{2\pi(u-1)(n-1)}{N}}. \quad (5)$$

Сумма, стоящая в (5), называется множителем решетки. ДН АР в основном определяется множителем решетки, так как излучатели имеют малую направленность. Запишем множитель решетки отдельно:

$$\vec{F}(u) = \sum_{n=1}^N A_n e^{j\frac{2\pi(u-1)(n-1)}{N}}. \quad (6)$$

Формула (6) совпадает с представлением встроенной в MATLAB функции, что позволяет использовать быстрое преобразование Фурье (БПФ) для вычисления ДН АР.

Сведение к ДПФ позволят использовать методы спектральной обработки. При использовании ДПФ предполагается, что последовательность отсчётов периодически продолжена во времени. Если начальные и конечные отсчёты сигнала отличаются происходят так называемые скачки, из-за которых спектр сигнала расширяется. Данное явление, называют растекание спектра [3].

Следует подчеркнуть, что причиной растекания спектра является периодическое продолжение исследуемого сигнала. Иными словами, спектр фрагмента одиночной дискретной синусоиды имеет лепестковую структуру не зависимо от того целое или нецелое число периодов укладывается в анализируемом сегменте. Однако ряд частот может быть расположен по-разному относительно центра лепестков. В случае отсутствия скачков (укладывание целого числа периодов) все анализируемые частоты попадают на границы между лепестками. При наличии скачков такого не происходит.

Для борьбы с растеканием спектра используют различные оконные функции. В таком случае анализируемый сигнал может быть записан как произведение оконной функции на исходный сигнал. Оконные функции имеют максимум в середине и по краям плавно спадают, что приводит к ослаблению эффектов связанных с возникновением скачков. В частотной

области произведение сигнала на оконную функцию приводит к расширению основного луча, при этом уменьшается уровень боковых лепестков.

Существует множество различных окон: Чебышева, Хемминга, Ханна и многие другие. MATLAB имеет множество готовых распределений для окон [4]. Пример использования оконной фильтрации на основе распределений Чебышева(слева) и Тейлора(справа) представлен на рис. 2. Данные графики были построены для восьмиэлементной эквидистантной АР. Зеленым отмечена исходная ДН, синим обозначена ДН с применением оконной фильтрации.

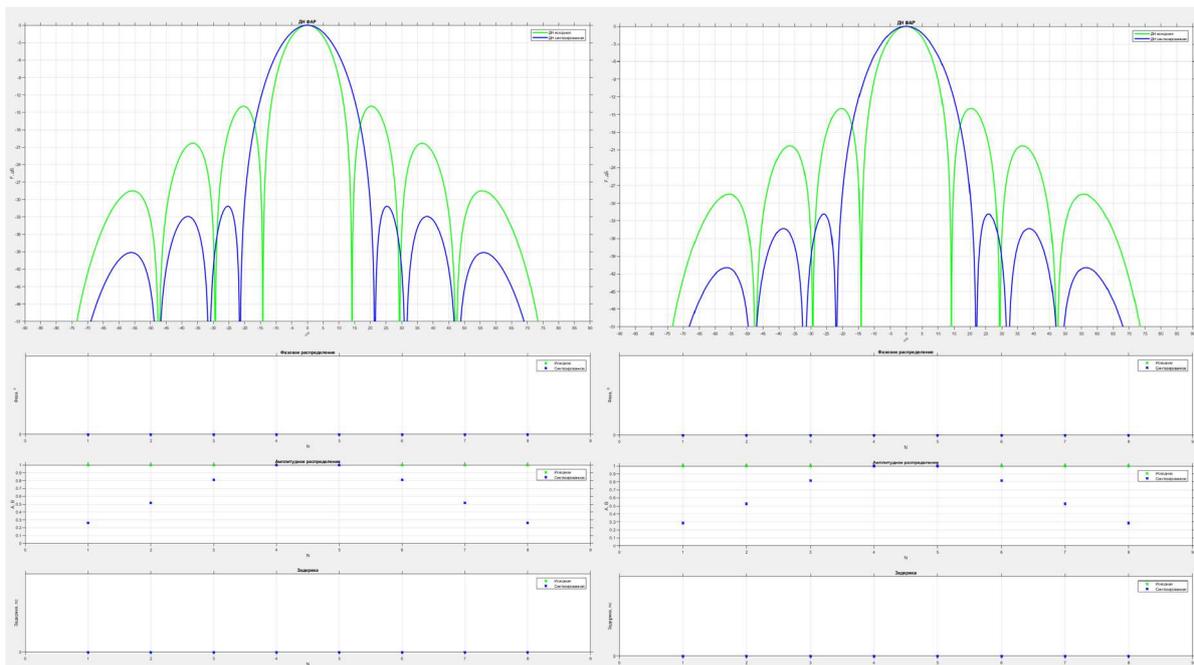


Рис. 2. Диаграммы направленности АР и применением оконной фильтрации основанной. Слева – распределение Чебышева, справа – распределение Тейлора

Стоит отметить, что при использовании оконных функций в АР применяются допущения: все наблюдаемые отсчёты, за пределами окна равны нулю. А так как преобразование Фурье непрерывной периодической функции представляет собой сумму бесконечного числа точечных нагрузок, при этом число элементов решетки ограничено, следовательно, АФР распределение будет отличаться от необходимого.

Иными словами, при обратном восстановлении сигнала по его спектру, точность получения АФР будет сильно ниже. Именно поэтому для решения задачи синтеза, используют различные итерационные и прямые методы, позволяющие получить АФР с более высокой точностью.

Численное моделирование показало, что, используя готовые оконные функции в MATLAB, а также синтезируя специальные [5], возможно получить новую ДН уже со встроенными изменениями окна. Данный способ оконной фильтрации позволяет изменить уровень боковых лепестков, за счёт ширины основного.

ДН АР является преобразованием Фурье от амплитудно-фазового распределения и её удаётся представить в виде пригодном для использования встроенных в MATLAB функций. Кроме того, можно применить и другие методы ЦОС, например, как это показано в [6] и [7].

Список используемых источников

1. Кузьмин С. В. Проектирование устройств СВЧ-диапазона : учеб. пособие. СПб. : Издательство СПбГУТ, 2018. – 81 с.
2. Fastest Fourier transform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/fft.html/> (30.06.2019).
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. 3-е изд. СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.
4. Windows – Functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/signal/referencelist.html?type=function&category=windows/>, свободный – (30.06.2019).
5. Window Designer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/windowdesigner-app.html/> (30.06.2019).
6. Кравченко В. Ф., Кравченко О. В., Чуриков Д. В. Атомарные функции в задачах фильтрации и цифровой обработки сигналов // Физические основы приборостроения. 2015. Т. 4. № 2 (15). С. 5–53.
7. Зелкин Е. Г., Кравченко В. Ф. Задачи синтеза антенн и новые методы их решения. М. : ИПРЖР, 2002. – 72 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры КПРЭС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук, доцентом Кузьминым С. В.

УДК 504.055

ГРНТИ 87.03.17

М. В. Широков (студент гр. ЭП-61, СПбГУТ), shirockovmisha@yandex.ru

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В РАЙОНАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Произведено картографирование электромагнитного загрязнения промышленной частоты в Центральном районе Санкт-Петербурга, а также мониторинг электромагнитных полей промышленной частоты ряда линий электропередачи в разных районах Санкт-Петербурга, с целью повышения изученности пространственной динамики и временной изменчивости состояния электромагнитных полей в условиях городской среды.

электромагнитные поля, электромагнитное загрязнение, картографирование, мониторинг, линии электропередачи, электромагнитная безопасность, экология города, электромагнитная экология.

Shirokov M. Mapping and Monitoring of Electromagnetic Pollution of Industrial Frequency in the Regions of St. Petersburg.

Mapping of electromagnetic pollution of industrial frequency in the Central region of St. Petersburg was carried out, as well as monitoring of electromagnetic fields of industrial frequency of a number of power lines in different areas of St. Petersburg, in order to increase the knowledge of spatial dynamics and temporal variability of the state of electromagnetic fields in urban environment.

Key words: electromagnetic fields, electromagnetic pollution, mapping, monitoring, power lines, electromagnetic safety, city ecology, electromagnetic ecology.

Электромагнитная экология является довольно новым направлением в экологии; нормативная база в этой области начала строиться лишь в конце XX века, и в мире до сих пор гигиенические нормативы электромагнитного воздействия сильно отличаются от государства к государству. При этом фактическое состояние электромагнитной обстановки и биологический эффект электромагнитных полей до сих пор остаётся весьма слабо изученным направлением.

Измерения электромагнитного загрязнения промышленной частоты, с целью картографирования, проводились в Центральном районе Санкт-Петербурга с 9 по 17 февраля 2018 года в светлое время суток, при относительной влажности атмосферного воздуха в 85–92 % и атмосферном давлении в 755–765 мм ртутного столба. Были проведены замеры магнитной индукции и напряжённости электрического тока в 648 точках, было выполнено 1296 разовых измерений. Измерения проводились на высоте 1,8 метра от поверхности земли. Для измерений использовался прибор GigahertzSolutionsME 3830BM/T – Analyser. Данный прибор позволяет измерять напряжённость электрического поля с 1 до 2 000 В/м и интенсивность магнитной индукции в диапазоне от 1 до 2 000 нТл [1]. Для постановки точек измерений использовался интернет-сервис <https://yandex.ru/maps/>, а для построения карт электромагнитного загрязнения ГИС MapInfo.

На рис. 1 представлена карта распределения напряжённости электрического поля. Как видно из предоставленной карты уровень напряжённости электрического поля равномерен и колеблется в пределах от 1 В/м до 15 В/м. При этом отмечаются точки с повышенным значением напряжённости, данные повышения вызваны объектами сети электроснабжения. Также, отмечается район с высокими значениями напряжённости электрического поля на территории железной дороги, который согласуется с контактной сетью.

Среднее квадратичное отклонение напряжённости электрического поля составило 7,557, среднее равно 4 В/м, аномалий не обнаружено

В целом, ситуация с напряжённостью электрического поля в Центральном районе Санкт-Петербурга является благополучной и не должно оказывать влияния на здоровье населения.

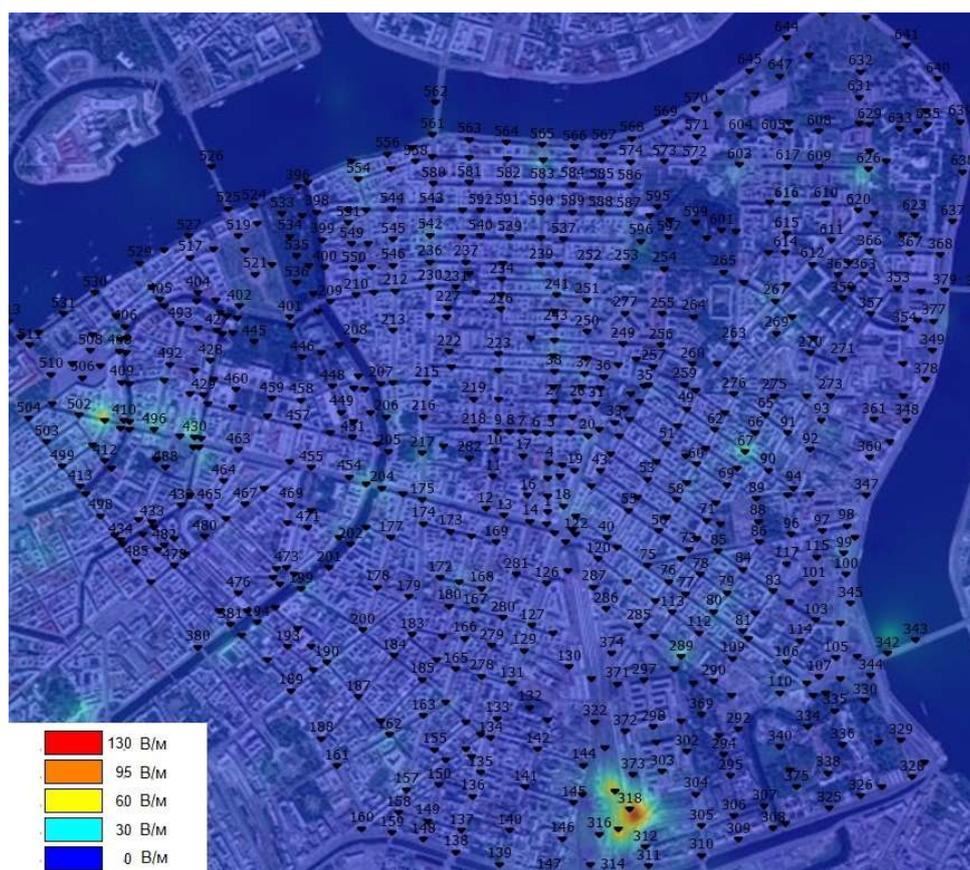


Рис. 1. Карта распределения напряжённости электрического поля

На рис. 2 представлена карта распределения магнитной индукции. Как можно увидеть из карты, наименьшие значения магнитной индукции (~ 10 нТл) приходятся на территории парков и скверов, т. к. в них фактически отсутствует электрооборудование.

Более высокие значения магнитной индукции (до 90 нТл) приходятся на территории крупных автодорог, предприятий и железной дороги. Значения магнитной индукции в данных зонах повышенное за счёт наличия осветительного и производственного оборудования, а также за счёт объектов электросети. При этом, столь низкие значения магнитной индукции на территории предприятий можно объяснить тем, что предприятия периодически должны обновлять экологическую документацию, в частности по физическим факторам, также на предприятиях действуют нормативные документы охраны труда, т. е. на территории предприятий контролируемые мероприятия проводятся чаще чем в жилых районах.

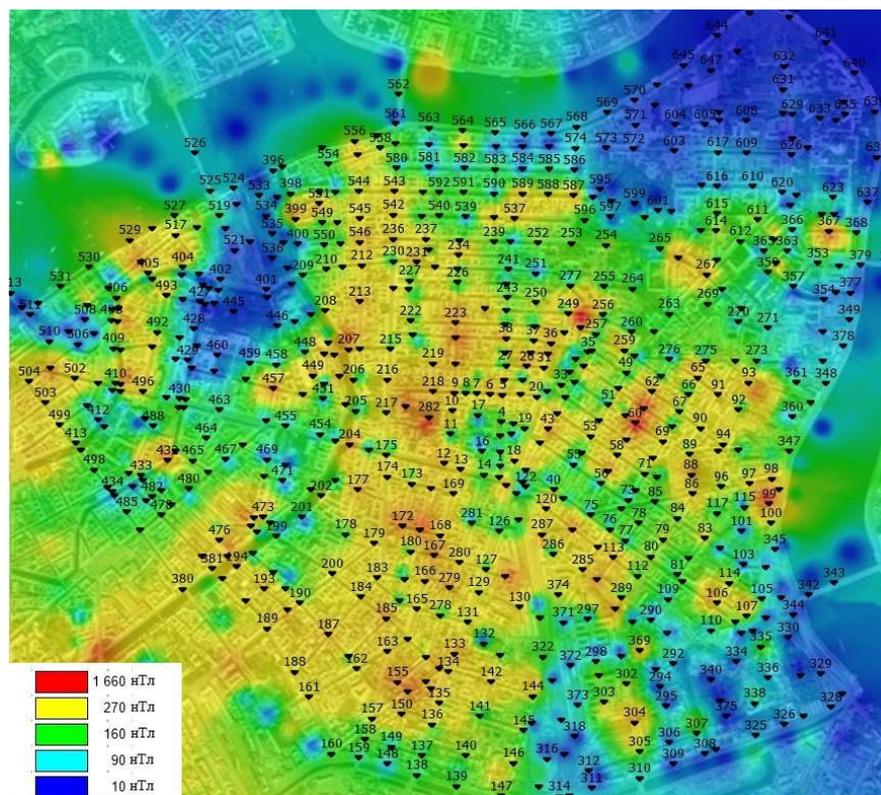


Рис. 2. Карта распределения магнитной индукции

Далее, по повышению магнитной индукции идут жилые районы с колебанием от 150 до 500 нТл. Такой уровень магнитной индукции объясняется наличием развитой плотной сети электроснабжения бытового назначения, также стоит учитывать факт того, что в жилой зоне находится огромное количество электрооборудования. К тому же, не стоит забывать о том, что картографируемый жилой массив застроен преимущественно в конце XIX – начале XX века и всё это время электросеть развивалась, перестраивалась в районах спроектированных под другие условия, от чего можно встретить запитанные провода идущие в никуда, свисающие старые провода и т. д., в добавок, из-за постоянно увеличивающейся нагрузки на сеть потребовалось обустройство дополнительных трансформаторов и распределительных щитков, которые можно встретить внутри дворов или вплотную к жилым домам.

Наибольшие средние значения магнитной индукции можно отметить на территории медицинских учреждений от 200 до 1 000 нТл. Дело в том, что медицинские учреждения Центрального района не являются новыми, поэтому имеют место те же причины, что и жилой зоне, а также тот факт, что на территории медицинских учреждений находится специфическое оборудование, например, аппараты МРТ и пр.

Точки с высокими значениями магнитной индукции от 1 000 до 2 000 нТл объясняются тем, что в данных точках находятся трансформаторы, распределительные щитки, подземные кабели и прочее оборудование электросети.

Среднее квадратичное отклонение магнитной индукции составило 7,557, среднее равно 215 нТл.

В целом, можно отметить, что зоны с высокими значения магнитной индукции хоть и имеют место быть, но при этом они единичны, хуже то, что уровень магнитной индукции является повсеместно повышенным, а если принять во внимание, что некоторые исследования указывают на негативный эффект для здоровья человека от магнитной индукции в 400 нТл и выше [2], то уровень электромагнитного загрязнения в Центральном районе Санкт-Петербурга является неудовлетворительным и электросеть в целом требует обновления, т.к. некоторые трансформаторные станции, распределительные щитки и провода были установлены 50–70 и более лет назад и изначально не были рассчитаны на современные нагрузки и вдобавок уже исчерпали свой ресурс.

Мониторинг электромагнитных полей линий электропередачи велся еженедельно с октября 2018 по февраль 2020 гг. По каждому объекту сделаны 54 серии наблюдений по двум компонентам ЭМП (напряжённость электрического поля и магнитная индукция), всего выполнено 9 046 разовых измерений.

Мониторинг напряжённости электрического поля и магнитной индукции, проводился в 5 точках Санкт-Петербурга, а именно: пр. Авиаторов Балтики (ЛЭП 330 кВ и ЛЭП 220 кВ), пр. Маршала Блюхера (ЛЭП 330 кВ, ЛЭП 110 кВ), Северная площадь (ЛЭП 110 кВ), Омская ул. (ЛЭП 330 кВ, ЛЭП 110 кВ), Ново-Рыбинская ул. (ЛЭП 330 кВ).

По результатам мониторинга можно сделать следующие выводы.

Во-первых, выявлены сезоны характерные для максимума и минимума как напряжённости электрического поля, так и для магнитной индукции. Например, для напряжённости электрического поля ЛЭП максимум приходится на сезон с декабря по начало марта, а также на летний сезон, а именно на июнь и июль, минимум приходится на сезон с апреля по начало июня, а также на осенний период с октября по начало декабря. Для Магнитной индукции пиком являются зимний период с декабря по февраль, а также летний период с июля по начало сентября, минимум магнитной индукции приходится на весенний период с апреля по май, а также на осенний период с октября по ноябрь.

Во-вторых, можно выявить некоторые зависимости напряжённости электрического поля от атмосферных факторов. Например, имеют место быть следующие слабые, на грани достоверности: обратная зависимость от температуры, атмосферного давления и атмосферной влажности.

Таким образом, была достигнута цель работы, а именно повышена изученность пространственной динамики и временная изменчивость состояния электромагнитных полей в условиях городской среды. Следует отметить, что данная статья является максимально сокращенной выпускной квалификационной работой [3], поэтому для рассмотрения более детального анализа, результатов картографирования и мониторинга, следует обратиться непосредственно к самой работе.

Список используемых источников

1. Стурман В. И., Панихидников С. А. Геоэкологические аспекты обеспечения электромагнитной безопасности населения в условиях городской среды (на примере Санкт-Петербурга) // Безопасность в техносфере. 2017. Т. 6. № 2. С. 28–35.

2. Opinion on Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF), Radio Frequency Fields (RF) and Microwave Radiation on human health Expressed at the 27th CSTEЕ plenary meeting Brussels, 30 October 2001 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/sct/documents/out128_en.pdf.

3. Широков М. В. Картографирование и мониторинг электромагнитного загрязнения промышленной частоты в районах Санкт-Петербурга [Рукопись] : вып. квалиф. раб. на соискание степ. бкл. по спец. 05.03.06 / М. В. Широков ; научный руководитель В. И. Стурман ; рец. В. И. Стурман ; Санкт-Петербургский гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Кафедра ЭБЖД. – 2020. – 187 с.

*Статья представлена научным руководителем,
доктором географических наук, профессором кафедры ЭБТ СПбГУТ Стурманом В. И.*

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.29

Ю. С. Данилова (студентка гр. ИКБ-71, СПбГУТ), danilovajulia123@gmail.com

РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЯ ВНЕДРЕНИЯ SIEM-СИСТЕМЫ В КОРПОРАТИВНУЮ СЕТЬ

Современные бизнес-процессы образуют интенсивный информационный обмен и, как следствие, порождают множество рисков информационной безопасности. В связи с этим, все больше растет спрос на различные SIEM решения для организации комплексной системы защиты информации в банковской сфере, бизнесе, государственных и иных учреждениях.

Так как внедрение SIEM системы является сложным и ресурсозатратным процессом, необходимо на первых же этапах произвести детальное планирование и оценку масштабов проекта. Поэтому наиболее важной задачей при внедрении SIEM системы является четкое понимание масштабов, целей и сценария использования продукта.

SIEM-система, сбор событий, логи, мониторинг, корреляция.

Danilova J. Development of the Process of Implementing a SIEM System in a Corporate Network. *Modern business processes form an intensive information exchange and, as a result, generate many information security risks. In this regard, the demand for various SIEM solutions for organizing an integrated information protection system in the banking sector, business, government and other institutions is growing more and more.*

Since the implementation of the SIEM system is a complex and resource-intensive process, it is necessary to carry out detailed planning and assessment of the project scope at the first stages. Therefore, the most important task when implementing a SIEM system is a clear understanding of the scope, objectives and use case of the product.

Key words: SIEM system, event collection, logs, monitoring, correlation.

Анализ проблем безопасности информации основывается, прежде всего, на определении основных факторов, оказывающих влияние на организацию системы защиты информации. К таким факторам относят форму собственности предприятия, финансовые операции, маркетинговые и юридические процессы, уровень автоматизации процедур по обработке защищаемой информации и иные факторы. Так же организация должна включить специфику аудита со средствами исходных данных, которые можно оценить с точки зрения емкости обработки событий в секунду и емкости исходного хранилища, а также их конечного результат на выходе.

С анализом информации внутри компании отлично справляется такое средство защиты информации как SIEM-система [1]. Данная система способна

обрабатывать информацию с различных источников: межсетевые экраны, IPS/IDS, средства антивирусной защиты, сканеры уязвимости, системы контроля целостности, операционные системы и базы данных. Анализа данных, собранных с этих источников, позволяет выявить отклонения от нормального функционирования, которое определяется критериями безопасности. При обнаружении отклонений происходит оповещение службы безопасности.

При построении эффективной и экономной с точки зрения затрачиваемых финансов SIEM-системы необходимо выявить и проанализировать основные проблемы и риски защиты информации на конкретных компонентах информационной инфраструктуры компании.

Необходимо четко определить диапазон и план использования SIEM-системы, чтобы остерегаться провала или остановки процесса развертывания системы. В этом заключается одна из главных ошибок многих организаций – недооценка важности планирования до покупки и установки.

Планирование также помогает определить целесообразность данного изменения инфраструктуры компании. В ходе так называемого анализа может оказаться, что данная система не применима для бизнес-процессов и задач компании из-за поставленных требований самой системы [2, 3].

При изучении вопроса развертывания SIEM-систем были проанализированы наиболее часто встречаемые ошибки. Следовательно, необходимо учитывать следующие процессы при разработке сценария внедрения системы:

- Формирование ответственной за проект группы, которая определит масштабы и ход проекта.
- Определение целей мониторинга событий информационной безопасности и начальной области внедрения проекта.
- Определение требований к сбору данных и отчетности.
- Расчёт количества источников данных (компонентов информационной инфраструктуры) и оценка их вычислительных мощностей.
- Проверка доступности к источникам данных.

В процессе исследования, изначально определяется архитектура IT-инфраструктуры компании для дальнейшей идентификация основных источников событий безопасности. На данном этапе важно разработать корректную систему сбора событий. Далее проводится анализ рисков для источников событий, подготовка перечня возможных инцидентов ИБ на системах и оборудовании сетей связи компании, с общим описанием.

Функциональные возможности, необходимые для стабильной работы SIEM-системы реализуются на основе ресурсов аппаратной части, а именно: операционной системы; процессоров; оперативной памяти; жестких дисков; объемах хранилищ.

Обычно SIEM-система состоит из следующих функциональных компонентов: сам сервер анализа, сервер корреляции, сервера коллекторы, сервера баз данных, сетевое оборудование, межсетевые экраны, IPS/IDS, контроллеры домена, рабочие станции, Серверы коллекторы.

Как правило, для SIEM системы используются отдельные сервера, на которые ставится программное обеспечения для сбора логов. Эти сервера могут быть расположены в демилитаризованной зоне. Сам коррелятор и базы данных расположены отдельно, на других компонентах информационной инфраструктуры. Желательно, чтобы место централизованного хранения событий была напрямую подключено к SIEM системе.

В процессе проектирования SIEM системы важно правильно рассчитать примерное количество логов. Ни один интегратор не сможет рассчитать реальное количество логов. Исходя из этого, при выборе SIEM-системы стоит обращать внимание на размер системы хранения данных. Многие системы имеют значительные ограничения [4].

Также немаловажным фактором является необходимость обеспечения высокой скорости записи. Для этого следует установить достаточно быстрые диски. В ином случае могут возникнуть проблемы со скоростью чтения и записи логов. В первую очередь это отразится, если в один момент времени с системой будут работать несколько сотрудников.

Для повышения отказоустойчивости системе обязательно необходимо обеспечить сервера с системой резервного копирования. На основных серверах можно хранить логи от одного до трех месяцев. Система резервного копирования должна хранить логи за последние полгода или целый год.

Управление логами может быть организовано по-разному. В любом случае, еще при выборе SIEM системы необходимо определить набор необходимых функций. В статье предлагается следующий вариант с последовательными этапами: сбор событий с серверов; нормализация событий; агрегация событий; фильтрация событий; категоризация событий; приоритезация событий.

Особенности каждого этапа, которые стоит принимать во внимание при проектировании SIEM системы:

1. Сбор событий. Правильная планировка нагрузка на сеть очень важна, в особенности при использовании SYSLOG. Чтобы избежать перегрузок и избыточности логов, следует совместно с сетевыми инженерами разработать наиболее корректную реализацию отправки логов [3, 4].

2. Нормализация событий – представление полученных событий в понятном для человека и базы данных формате. Данный этап важен тем, что от него зависит дальнейшее удобство работы с системой. То есть, приведение собранной информации для хранения в базе данных в табличный вид, где существуют следующие столбцы: время события, само событие (действие, процесс), IP-

адрес источника, пользователь системы, название устройства и вендора, приоритет и т. д.

3. Агрегация событий. К сожалению, не все SIEM обладают данной функцией, но она очень важна для анализа логов, собранных с межсетевых экранов, IPS/IDS, веб-приложений и других сетевых компонентов информационной инфраструктуры. Агрегация – объединение одинаковых событий в одно событие. Рассмотрим конкретный случай: межсетевой экран зарегистрировал 20 обращений в секунду с одного компонента на другой. В SIEM-системе это будет отображаться как 20 событий. С применением агрегации данные события будут отображаться как одно. Данная функция позволяет избавиться от избыточности логов, сохранив при этом информативность [1, 5].

4. Фильтрация событий. Операционные системы, средства антивирусной защиты, IDS/IPS при стандартных настройках логирования выслают много ненужной информации. Если в случае с межсетевыми экранами это важно и даже необходимо при разборе инцидентов, то к данным системам можно применить фильтрацию. Это можно организовать как в самой SIEM системе, так и изменив уровень логирования на самом источнике событий [3, 5].

5. Категоризация событий. Важный этап для компаний с медленно растущей инфраструктурой. Для крупных компаний данный этап скорее всего будет слишком длительным, в связи с наличием большого количества источников событий. Для развивающихся компаний будет удобно организовать разбиение всех событий по категориям. В дальнейшем сотрудники будут значительно экономить на этом время на обработку событий.

6. Приоритезация. Своевременное выявление инцидентов информационной безопасности очень важно для любой компании. Одним из способов выявления инцидентов является мониторинг журналов событий. Для более эффективного мониторинга каждое событие должно иметь приоритет, чтобы ответственный сотрудник сразу выделял критические события от остальных.

Безопасность информации в компании достигается путем использования различных средств защиты. Одним из таких средств является SIEM система, которая при правильном применении способна обеспечить не только безопасность, но и существенный прирост эффективности деятельности компании. Недостаток внимания к вопросу предварительного анализа, расчетов и затрат на построение системы приводит к неуспешным проектам по развертыванию и организации работы SIEM-систем.

В данной статье рассмотрены теоретические аспекты и ошибки внедрения SIEM системы, которые при более детальном разборе могут помочь в успешном развертывании проекта.

Список используемых источников

1. Шабуров А. С., Борисов В. И. Разработка модели защиты информации корпоративной сети на основе внедрения SIEM-системы // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2016. № 19. С. 111–117.
2. Сахаров Д. В., Левин М. В., Фостач Е. С., Виткова Л. А. Исследование механизмов обеспечения защищенного доступа к данным, размещенным в облачной инфраструктуре // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2017. Т. 9. № 2. С. 40–46.
3. Герлинг Е. Ю., Кулишкина Е. И., Гаврилов А. С., Виткова Л. А. Анализ и выявление психологических аспектов внутренних угроз на объектах связи // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2018. Т. 39. № 1. С. 13–16.
4. Красов А. В., Гельфанд А. М., Коржик В. И., Котенко И. В., Петрив Р. Б., Сахаров Д. В., Ушаков И. А., Шариков П. И., Юркин Д. В. Построение доверенной вычислительной среды : учеб. пособие. СПб. : издатель Петрив Роман Богданович. 2019. – 108 с. ISBN 978-5-6043143-2-6.
5. Десницкий В. А., Сахаров Д. В., Чечулин А. А., Ушаков И. А., Захарова Т. Е. Защита информации в центрах обработки данных : учеб. пособие. СПб. : СПбГУТ, 2019. – 91 с.

Статья представлена научным руководителем, ассистентом кафедры ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук Штеренбергом С. И.

УДК 004.38/004.71

ГРНТИ 49.37.33

Д. И. Исаенко (студент гр. ИКТС-72, СПбГУТ), isaenko-d@mail.ru

А. О. Кодина (студентка гр. ИКТО-72, СПбГУТ), anasnasia.const06@gmail.com

Б. К. Резников (студент гр. ИКТФ-86м, СПбГУТ), rznkff@gmail.com

Г. В. Степаненков (студент гр. РПБИ-72, СПбГУТ), stepanenkovgv@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ В СТРУКТУРАХ ОПТИЧЕСКИХ КОММУТАТОРОВ

В статье приводится описание области применения программируемой логики в структурах оптических коммутаторов ROADM. Рассматривается применение ПЛИС в мультиплексорах для систем разделения спектрального ресурса оптического волокна. Приводится описание фотонных интегральных схем, предназначенных для решения задач фотонной коммутации. Освещается программа развития сквозных оптических интерфейсов PIPES.

DWDM, ROADM, Wavelength Routers, FPGA, программируемые логические интегральные схемы, фотонная коммутация, оптическая коммутация, мультиплексоры, PIPES.

Isaenko D., Kodina A., Reznikov B., Stepanenkov G. The use of Programmable Logic Integrated Circuits in Structures of Optical Commutators.

The article describes the application of programmable logic in the structures of optical switches ROADM. Application of FPGA in multiplexers for wavelength division multiplexing is considered. The description of photonic integrated circuits (PIC) intended for the decision of problems of photonic switching is resulted. The Photonics in the Package for Extreme Scalability program is highlighted.

Key words: DWDM, ROADM, Wavelength Routers, FPGA, programmable logic integrated circuits, photon switching, optical switching, multiplexers, PIPES.

С ростом потребностей пользователей и переходу к полностью оптическим сетям встает вопрос о необходимости управлять оптическими потоками данных – маршрутизировать их. С этой необходимостью справляются оптические мультиплексоры ввода-вывода (OADM – *Optical Add-Drop Multiplexers*) и их разновидность – реконфигурируемые OADM (ROADM – *Reconfigurable OADM*) или оптические (фотонные) коммутаторы (OXC – *Optical Cross Connect*). В качестве управляющих маршрутизацией элементов используются элементы электрической цифровой техники: микроконтроллеры (МК) и программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).

Оптические сети ROADM

ROADM – это полностью оптический сетевой элемент, мультиплексор, добавляющий возможность предоставления оптических каналов (λ) в системах DWDM без внесения значительных изменений в сеть или ее перепроектирования. Поскольку требования к пропускной способности сети быстро растут, решения WDM масштабируются с 8–16 мультиплексируемых длин волн до 48–96, с различными маршрутами на каждую длину волны. Сегодня операторы оптических сетей сталкиваются с проблемой расширения и модификации своих сетей WDM путем добавления новых длин волн. От систем управления также требуется отслеживать выделенные длины волн, контролировать их работу и легко

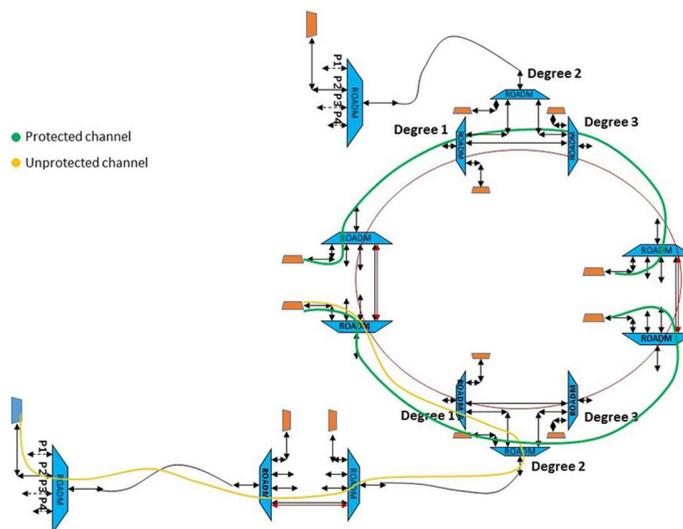
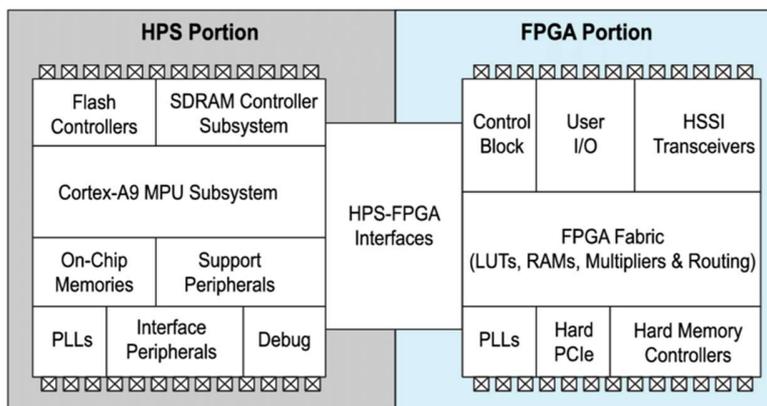


Рис. 1. Сеть ROADM

вводить новые оптические каналы. На рис. 1 изображен фрагмент сети ROADM [1].

ROADM позволяет автоматически балансировать оптическую мощность длин волн по всей сети. Это критически важная задача, особенно для линий связи с несколькими оптическими усилителями и несколькими каналами, где определенные оптические несущие могут пострадать и привести к ошибкам, если мощность не сбалансирована.

Основной компонент ROADM – селективный переключатель длин волн (*Wavelength Selective Switch, WSS*) – активный компонент, выполняющий фактическое переключение длин волн. WSS позволяет динамически маршрутизировать любую длину волны в любой порт.



Управление процессами в WSS можно положить на ПЛИС или МК. За счет того, что управление элементами WSS ПЛИС осуществляет независимо и параллельно, можно наращивать гибкость всей сети, используя более производительные системы или, например, при помощи увеличения рабочей частоты используемых систем. WSS могут быть построены как отдельные элементы, управляемые ПЛИС, так и с использованием средств кремниевой фотоники (рис. 2).

Рис. 2. Пример структуры типовой системы на кристалле

ПЛИС и системы на кристалле

Процессоры и FPGA (*Field Programmable Gate Array*, программируемая пользователем вентильная матрица) являются ядрами большинства встраиваемых систем. Системы на кристалле (*System on the Chip, SoC*) интегрируют процессорную и ПЛИС-архитектуру в одно устройство – рис. 2. Следовательно, они обеспечивают более высокую степень интеграции, меньшее энергопотребление, меньший размер платы и более широкую полосу пропускания между процессором и ПЛИС. Они также включают богатый набор периферийных устройств, встроенную память, высокоскоростные приемопередатчики для радио- и оптических и проводных систем связи [2].

ПЛИС и SoC применимы во многих современных электронных решениях нового поколения. Это новое поколение программируемых устройств использует гибкость архитектуры ПЛИС, чтобы идти в ногу с изменяющимися стандартами и требованиями пользователей.

Фотонные интегральные схемы

Программируемые фотонные интегральные схемы (ФИС) состоят из сети оптических волноводов, которые соединяются между собой с помощью перестраиваемых оптических соединителей с электрическим управлением. Первой программируемой ФИС был простой коммутатор 4×4 , который мог соединять один из четырех входов с одним из четырех выходов в любой произвольной комбинации. Такие перспективные схемы особенно полезны в приложениях, требующих ускоренных матричных операций, таких как нейронные сети и квантовые вычисления [3].

Поскольку все элементы фотонной микросхемы должны управляться электрически, создается электрический уровень на основе FPGA, который позволяет осуществлять цифровое управление радиаторами на кристалле, которые используются для настройки оптических коммутаторов. Радиаторы позволяют использовать матричную адресацию, значительно сокращая количество электрических соединений, необходимых для приведения в действие сотен элементов настройки на кристалле (рис. 3).

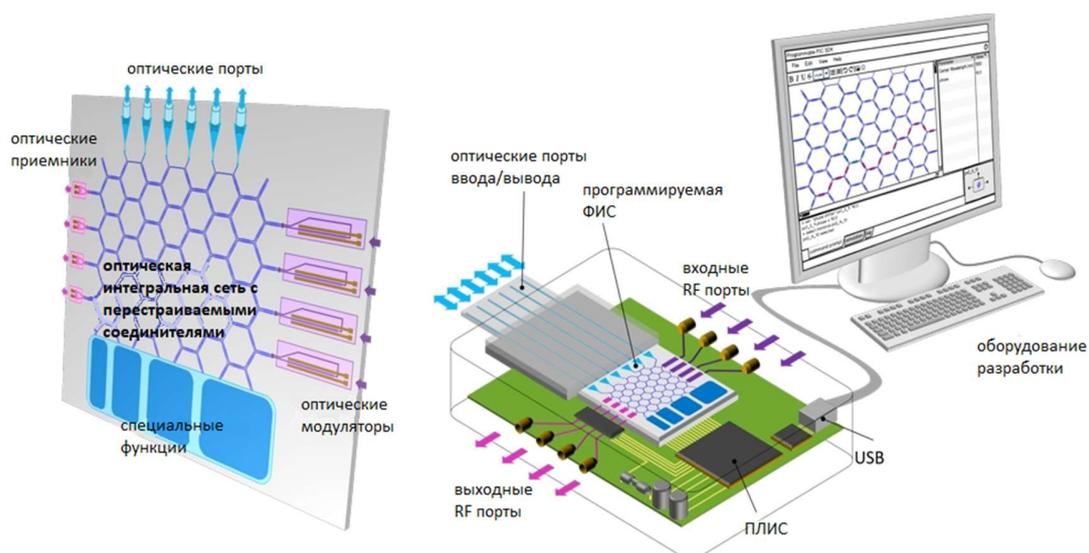


Рис. 3. Фотонная интегральная схема

Параллельно происходит развитие альтернативных архитектур и механизмов настройки, которые позволяют отказаться от используемых в настоящее

время радиаторов для настраиваемых соединителей и фазовых переключателей. Одним из перспективных альтернативных подходов является интеграция жидких кристаллов на поверхности кремниевого чипа (*Liquid Crystal on Silicon, LCoS*), или микроэлектромеханические приводы зеркал (*Microelectromechanical Systems, MEMS*) – рис. 4.

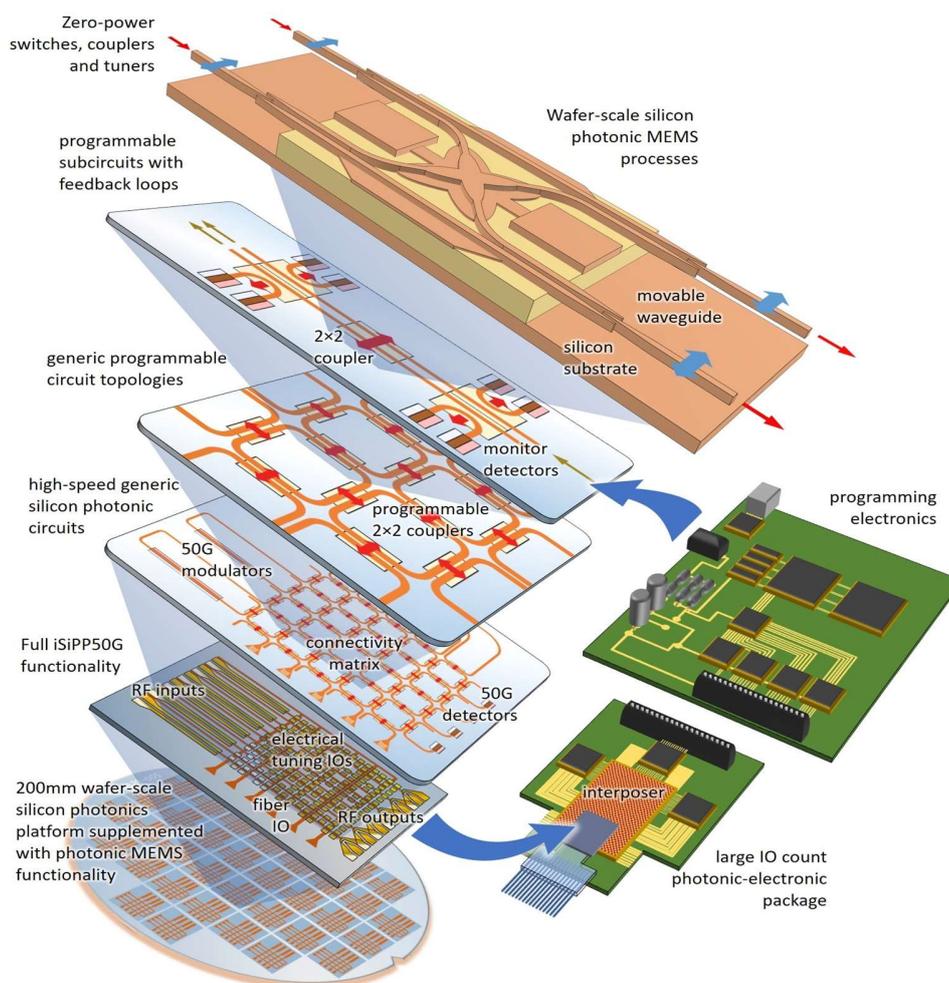


Рис. 4. Интеграция MEMS и ПЛИС

Кремниевая фотоника обладает потенциалом интеграции большого количества оптических функций на одном кристалле. С этой масштабной интеграцией появляется потенциал создания очень сложных систем, которые не могут быть реализованы никаким другим способом. Однако для этого выдвигаются требования по проектированию, изготовлению и эксплуатации оптических схем высокой интеграции. В то время как возможности изготовления постоянно растут, существуют ограничения на размеры и сложность схем, которые могут быть спроектированы. Решаются задачи по реализации фотонных схем

высокой интеграции на базе существующих производственных платформ путем разработки новых методов проектирования, топологий схем и алгоритмов управления [5].

Программа PIPES

Достижения в области цифровой микроэлектроники позволили Министерству обороны США создать незаменимые средства в области обработки информации, систем датчиков и связи. Производительность систем в этих областях все больше ограничивается не пределами вычислений на отдельных микросхемах, а транспортировкой электрических данных между ними. Для решения этой задачи Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA) разработало программу "Photonics in the Package for Extreme Scalability" (PIPES), цель которой – расширить использование оптических сигналов для передачи данных и разместить ФИС в FPGA. Ставя перед собой непростые задачи по повышению эффективности передачи сигналов и плотности полосы пропускания, программа PIPES стремится обеспечить масштабируемость системы и создать новые системные архитектуры, способные поддерживать появляющиеся приложения, требующие больших объемов данных, для коммерческой и оборонной отраслей [5].

Первое направление исследований PIPES сосредоточено на разработке высокопроизводительных технологий оптического ввода-вывода, включая ПЛИС и сетевые интегральные схемы (ASIC). Второе направление исследований нацелено на увеличение скорости обмена информацией интерфейсов ввода-вывода. Заключительным направлением программы является изучение проблем системного уровня и возможностей технологий оптического ввода/вывода.

Список используемых источников

1. ROADM Network – Packetlight Networks [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.packetlight.com/applications/roadm>
2. What is an SoC FPGA? – Intel [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.intel.com/content/dam/www/programmable/us/en/pdfs/literature/ab/ab1_soc_fpga.pdf
3. Reconfigurable Photonic Circuits – Photonics Research Group [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://photonics.intec.ugent.be/research/topics.asp?ID=197>
4. Large-scale Photonic Integration – Photonics Research Group [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://photonics.intec.ugent.be/research/topics.asp?areaID=36>
5. Researchers Selected to Pursue Photonic Signaling for Microelectronics System Scalability – DARPA [Электронный ресурс]. Режим доступа: arpa.mil/news-events/2020-03-16.

Статья представлена заведующим кафедрой ПИВТ СПбГУТ, кандидатом технических наук, профессором Бузюковым Л. Б.

УДК 004.415.2
ГРНТИ 50.41.25

Д. П. Морозов (ассистент кафедры ПИВТ, СПбГУТ), mdp@pivt.spbgut.ru
А. В. Слепнев (студент гр. ИКПИ-91, СПбГУТ), avs99.98@gmail.com

РАЗРАБОТКА АНАЛИЗАТОРА КОДА C, C++ НА ЯЗЫКЕ PYTHON С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LEX, YACC

Для разработки анализаторов существует большое количество технологий, каждая имеет свои особенности. В статье рассматривается одна из таких технологий – Lex/Yacc. Lex – программа для генерации лексических анализаторов, обычно используемая совместно с генератором синтаксических анализаторов yacc. Yacc – программа, служащая стандартным генератором синтаксических анализаторов в Unix-системах. Обе программы были совмещены в пакет для языка Python – PLY, с помощью которого описываются лексические правила с использованием регулярных выражений. Данный пакет обеспечивает высокий уровень быстродействия, удобен в использовании и поддержке, что является необходимыми условиями для разработки анализатора. В докладе подробно рассматривается работа с данным пакетом на примере разработки анализатора кода C/C++.

анализатор, ply, lex, yacc, C, C++, Python.

Morozov D., Slepnev A. Developing C/C++ Code Analyzer Based on Python Language with Usage of Lex, Yacc.

There are exist a lot of technologies for developing analyzers, each one has its own features. In the article we consider one of those technologies – Lex/Yacc. Lex – is a program for generation lexical analyzers, usually, used with generator of syntactic analyzers Yacc. Yacc – is a program used as default generator of syntactic analyzers in Unix systems. Both of them were combined in package for Python language – PLY, that describe lexical rules with usage of regular expressions. This package provides high level of performance, also it's convenient in usage and maintenance, which is necessary condition for analyzer development. In the article detailly considered work process with this package on an example of developing analyzer for C/C++ code.

Key words: analyzer, ply, lex, yacc, C, C ++, Python.

Создание анализатора – сложная и трудоемкая задача и выбор инструмента для её выполнения является важной частью разработки. Рынок богат всевозможными библиотеками и готовыми решениями. Одно из таких – PLY, пакет для языка python, совмещающий в себе программы Lex и YACC. Задачей Lex является разбиение или группировка текста на базовые элементы языка (токены). Yacc генерирует парсер на основе аналитической грамматики, описанной в нотации BNF (форма Бэкуса-Наура) или контекстно-свободной

грамматики. YACC не умеет обрабатывать текст, для работы ему необходим набор токенов, который получается после работы лексера.

Одной из важнейших характеристик анализатора является его быстродействие. Поэтому стоит рассмотреть скорость работы анализатора, получаемого с использованием данных технологий в сравнении с аналогами. На рис. 1 показаны результаты тестов небольших и не сложных файлов. PLY показывает впечатляющие результаты, значительно обгоняя по скорости Funcparserlib и Pyarsing.

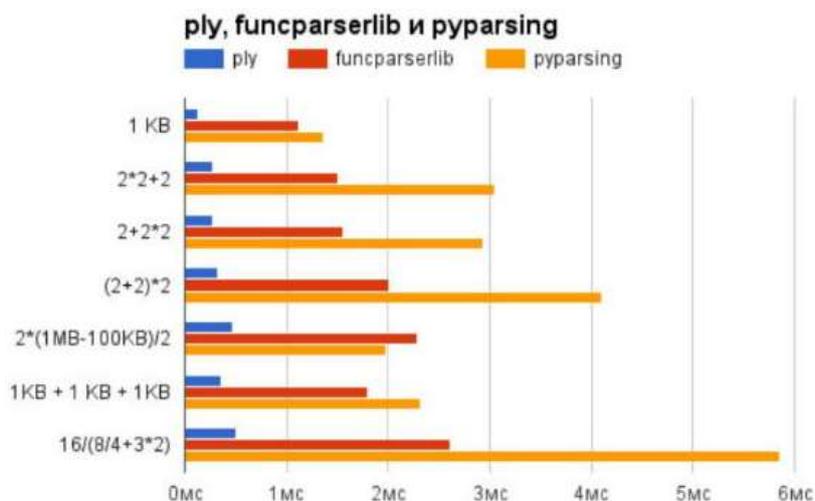


Рис. 1. Скорость анализа небольших и несложных файлов

Арифметические операции – одни из самых часто встречающихся в коде программ. Следовательно, анализатор не должен затрачивать много времени на их разбиение. На рис. 2 показан результат анализа операции сложения всех чисел от 0 до 9999. В результате теста PLY снова оказался самым быстрым [1].

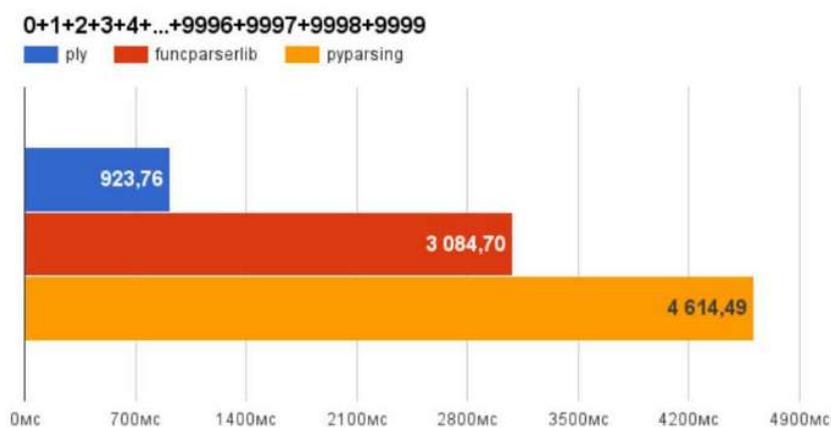


Рис. 2. Скорость анализа суммирования чисел

Помимо скорости, инструмент также должен быть удобен для использования. С этой стороны PLY является крайне неоднозначным. Подавляющее большинство аналогов имеют, как минимум, готовый лексер, среди которых есть варианты с готовой грамматикой. В PLY все приходится писать самому, в результате чего код получается многострочным. В тоже время это позволяет максимально подробно описать каждое правило. При этом, писать код достаточно удобно.

Для описания лексем Lex использует регулярные выражения, помимо этого есть возможность написания функций, так же содержащих регулярные выражения и дополнительную логику. В Lex есть механизм State, позволяющий поменять тип токена, в случае, если токен обрабатывается не подходящим правилом. PLY сортирует регулярные выражения по возрастанию, и, в результате парсинга, использует длиннейшее подходящее для определения типа токена.

В YACC правила описываются в DOC строках, что так же не вызывает трудностей. Парсер обрабатывает правила сверху вниз, и после обработки возвращает управление в функцию, содержащую правило. Особенностью является то, что результат обработки сохраняется в переменную p, в которой, начиная с p[1] хранится результат обработки правила, а в p[0] необходимо записать результат работы метода. На рис. 3 показан пример грамматики для языка C++. Символ «|» означает оператор «или». В p[1] будет храниться один из токенов: register, static или mutable.

```
def p_storage_class_specifier1(p):
    '''storage_class_specifier : REGISTER
                                | STATIC
                                | MUTABLE'''
    p[0] = p[1]
    pass
```

Рис. 3. Пример грамматики YACC

Правила могут вызывать друг друга, или, рекурсивно, сами себя. Так на рис. 4 (см. ниже) описаны правила для обработки параметров функций языка C++. Метод p_parameter_declaration_list1 вернет переменную Node содержащую название правила и параметр, передаваемый в функцию (имя переменной, для вызываемой функции или объект, содержащий тип и имя при определении функции). Правило p_parameter_declaration_list1 обработает функцию, содержащую только 1 параметр. Для обработки большего списка параметров правило необходимо вызывать рекурсивно, пока данные не закончатся. Это происходит в методе p_parameter_declaration_list2.

```

def p_parameter_declaration_list1(p):
    "parameter_declaration_list : parameter_declaration"
    p[0]= Node("parameter_declaration_list", parts = [p[1] ])

    pass

def p_parameter_declaration_list2(p):
    "parameter_declaration_list : parameter_declaration_list ','
parameter_declaration"
    if(p[1] is not None):
        p[1].add_part(p[3])
        p[0] = p[1]
    else:
        p[0]= Node("parameter_declaration_list2", parts = [p[3] ])

    pass

```

Рис. 4. Рекурсивный вызов правил

Для избегания неоднозначности, правила должны быть подробными, что делает грамматику крайне многострочной, но, как можно увидеть на примерах, её написание довольно удобно и не вызывает трудностей. Так же, это позволяет создать анализатор, полностью удовлетворяющий любым условиям [2].

Так с использованием данных технологий разрабатывается анализатор, позволяющий находить в программе заданные пользователем конструкции. Основной проблемой является то, что конструкция может быть совершенно любой. Пользователь должен работать с программой через конструктор и «собрать» шаблон для поиска, при том он может не задавать имена переменных, их количество, метод или класс, в которой находится конструкция и т. д. Это значительно усложняет процесс поиска. Разрабатываемая программа формирует синтаксическое древо на основе пройденных правил, выделяя ключевые токены, по которым можно осуществлять поиск. Что позволяет сделать условия поиска максимально абстрактными.

На рис. 5 показан фрагмент тестового файла, подаваемого на вход анализатору.

На рис. 6 – результат работы. Не сложно заметить набор ключевых токенов: так для директивы `using` используется токен `using_declaration`, в котором хранится сама директива и подключаемое пространство имен.

Для класса используется директива `class_specifier`, в которой содержатся директивы `class_specifier_head` и `member_specification_opt2`, содержащие название класса и его тело соответственно. Аналогичным образом разбиваются и остальные выражения. Набор ключевых токенов позволяет без проблем найти требуемые строки или операции.

```

using std::string;
using std::endl;

class Person
{
public:
    string name;
    int age, n, h, y, t;
    void move() {
        cout << name << " is moving" << endl;
    }
private:
    int a;
    int b;

void test(){
    a=a+5;
    b=b;
}

int test(int c, float d){
    a=d+5;
    b=d;

    return a+b;
};
class Person

```

Рис. 5 Тестовый файл

```

declaration_seq_opt:
    using_declaration:
    using
        std:    string
    using_declaration:
    using
        std:    endl
    assignment_expression2: =
        suffix_decl_specified_ids2
            IDENTIFIER: aaaaa
        INT:    0
    init_declarations: float
        IDENTIFIER: bfbf
        IDENTIFIER: dsf
        IDENTIFIER: dfsdfs

class_specifier:
    class_specifier_head3:
    class
        IDENTIFIER: Person
    member_specification_opt2:
    public
        IDENTIFIER: string
        IDENTIFIER: name
        IDENTIFIER: arr
        IDENTIFIER: ele
        suffix_decl_specified_ids2: int
            IDENTIFIER: age
            IDENTIFIER: n
        func_definition2:
        postfix_expression2:
            suffix_decl_specified_ids2: void
                IDENTIFIER: move
        parameter_declaration_list:
            suffix_decl_specified_ids2: int
                IDENTIFIER: a
            suffix_decl_specified_ids2: int
                IDENTIFIER: b

```

Рис. 6. Результат анализа

Lex/Yacc является крайне старой технологией, но при этом является очень мощным инструментом для разработки анализаторов. Впечатляющие показатели скорости и удобство работы делают его очень хорошим инструментом для разработки. Тот факт, что программист сам формирует конечный результат, может сильно помочь в создании программы, что сыграло значительную роль при разработке анализатора языков C/C++. PLY никак не ограничивает разработчика, что делает его крайне гибкой технологией, но, это же сказывается на простоте его использования и краткости кода.

Список используемых источников

1. Работа с DSL: создание собственного анализатора с использованием библиотек Python [Электронный ресурс] 2017. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/pt/blog/319320/> (дата обращения: 13.04.20).
2. Разбор кода и построение синтаксических деревьев с PLY. Основы [Электронный ресурс]. 2013. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/191252/> (дата обращения: 12.01.20).

УДК 004.56
ГРНТИ 81.93.29

А. И. Москальчук (студент гр. ИКБ-61, СПбГУТ),
andreymoskalchuk0812@gmail.com

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ПЕНТЕСТ-ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

В статье рассматривается создание виртуальной лаборатории для тестирования на проникновение. Данная лаборатория обладает всем необходимым функционалом, благодаря которому специалист в области информационной безопасности может оттачивать свои навыки и реализовывать новые методы, не нарушая при этом закон и безопасность реальных информационных систем.

тестирование на проникновение, Kali Linux, виртуальная лаборатория, методология тестирования, Metasploit.

Moskalchuk A. Development of a Virtual Pentest-Laboratory for Research of a Method for Assessing the Local Network Security.

The article discusses the creation of a virtual laboratory for penetration testing. This laboratory has all the necessary functionality, thanks to which a specialist in the field of information security can hone his skills and implement new methods without violating the law and security of real information systems.

Key words: penetration testing, Kali Linux, virtual laboratory, testing methodology, Metasploit.

Исследованные на сегодняшний день материалы показывают, что для обучения методам тестирования на проникновение предлагается большое количество комплексов и курсов, но большинство из них являются коммерческими. Также, можно отметить, что какой-либо единой системы, которая помогала бы при подготовке специалистов в данной области, не существует. Отсюда вытекает востребованность создания лабораторий для практического изучения методов тестирования на проникновение [1].

Вся виртуальная пентест-лаборатория размещена в *VirtualBox*. Рис. 1 (см. ниже) иллюстрирует топологию лабораторной сети.

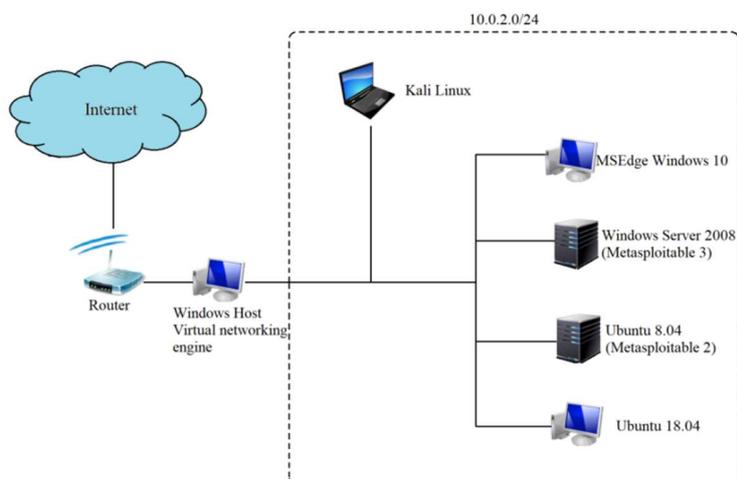


Рис. 1. Лабораторная сеть для тестирования на проникновение

В качестве атакующей машины был выбран дистрибутив Kali Linux. Данная операционная система сильно облегчает поиск и эксплуатацию уязвимостей из-за обширного предустановленного инструментария [2].

В качестве основных целей для проведения тестирования на проникновение были выбраны два уязвимых сервера – Metasploitable 2 и Metasploitable 3. На данных машинах предусмотрено множество системных уязвимостей и веб-приложений, специально предназначенных для тестирования методов взлома, что делает их универсальными для начальных этапов обучения тестированию на проникновение [3].

Важно отметить, что данные решения созданы для демонстрации максимального количества уязвимостей, а не для имитации реальной системы. Исходя из этого, были установлены и настроены две дополнительные цели, чтобы была возможность производить атаки, приближенные к реальным системам. В качестве дополнительных целей были установлены Ubuntu 18.04 и Windows 10.

После настройки и установки всех компонентов было произведено экспериментальное тестирование на проникновение в условиях созданной лаборатории на основе следующей методологии (рис. 2). В данном случае целевыми машинами выступали две основные цели – Metasploitable 2 и 3.

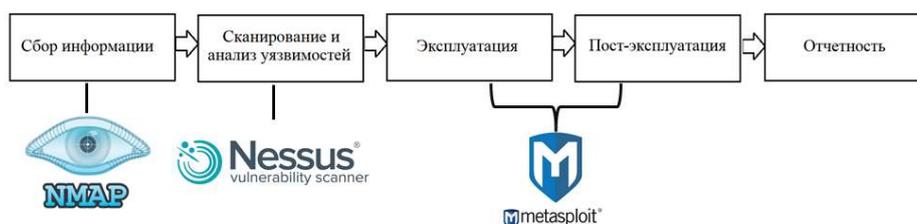


Рис. 2. Предлагаемая методология тестирования лабораторной сети

Во время сбора информации основным инструментом выступала утилита Nmap [4]. На данном этапе были раскрыты живые хосты в сегменте сети и идентифицированы открытые сетевые порты и сервисы (рис. 3), активные на атакуемых хостах. Результаты, полученные в ходе исследования, стали входными данными для следующего этапа.

| 10.0.2.4 | | | | 10.0.2.5 | | | |
|-----------|-------|-------------------|--|----------|-------|-------------|--|
| PORT | STATE | SERVICE | VERSION | PORT | STATE | SERVICE | VERSION |
| 21/tcp | open | ftp | Microsoft ftprd | 21/tcp | open | ftp | vsftpd 2.3.4 |
| 22/tcp | open | ssh | OpenSSH 7.1 (protocol 2.0) | 22/tcp | open | ssh | OpenSSH 4.7p1 Debian 8ubuntu1 (protocol 2.0) |
| 80/tcp | open | http | Microsoft IIS httpd 7.5 | 23/tcp | open | telnet | Linux telnetd |
| 1617/tcp | open | java-rmi | Java RMI | 25/tcp | open | smtp | Postfix smtpd |
| 4848/tcp | open | ssl/appserv-http? | | 53/tcp | open | domain | ISC BIND 9.4.2 |
| 5985/tcp | open | http | Microsoft HTTPAPI httpd 2.0 (SSDP/UPnP) | 80/tcp | open | http | Apache httpd 2.2.8 ((Ubuntu) DAV/2) |
| 8020/tcp | open | http | Apache Tomcat/Coyote JSP engine 1.1 | 111/tcp | open | rpcbind | 2 (RPC#100000) |
| 8022/tcp | open | http | Apache Tomcat/Coyote JSP engine 1.1 | 139/tcp | open | netbios-ssn | Samba smbd 3.X - 4.X (workgroup: WORKGROUP) |
| 8027/tcp | open | unknown | | 445/tcp | open | netbios-ssn | Samba smbd 3.X - 4.X (workgroup: WORKGROUP) |
| 8080/tcp | open | http | Sun GlassFish Open Source Edition 4.0 | 512/tcp | open | exec | netkit-rsh rexecd |
| 8282/tcp | open | http | Apache Tomcat/Coyote JSP engine 1.1 | 513/tcp | open | login | OpenBSD or Solaris rlogind |
| 8383/tcp | open | ssl/http | Apache httpd | 514/tcp | open | tcpwrapped | |
| 8484/tcp | open | http | Jetty winstone-2.8 | 1099/tcp | open | java-rmi | GNU Classpath gmmiregistry |
| 8585/tcp | open | http | Apache httpd 2.2.21 ((Win64) PHP/5.3.10 DAV/2) | 1524/tcp | open | bindshell | Metasploitable root shell |
| 9200/tcp | open | wap-wsp? | | 2049/tcp | open | nfs | 2-4 (RPC#100003) |
| 49153/tcp | open | msrpc | Microsoft Windows RPC | 2121/tcp | open | ftp | ProFTPD 1.3.1 |
| 49154/tcp | open | msrpc | Microsoft Windows RPC | 3306/tcp | open | mysql | MySQL 5.0.51a-3ubuntu5 |
| 49158/tcp | open | java-rmi | Java RMI | 3632/tcp | open | distccd | distccd v1 ((GNU) 4.2.4 (Ubuntu 4.2.4-1ubuntu4)) |
| 49159/tcp | open | tcpwrapped | | 5432/tcp | open | postgresql | PostgreSQL DB 8.3.0 - 8.3.7 |
| | | | | 5900/tcp | open | vnc | VNC (protocol 3.3) |
| | | | | 6000/tcp | open | X11 | (access denied) |

Рис. 3. Результаты сканирования TCP портов при помощи Nmap

Этап сканирования и анализа уязвимостей был произведен при помощи сетевого сканера Nessus [3, 5]. Для целевых хостов было произведено сканирование с использованием двух шаблонов – базовое сканирование и расширенное. Во время базового сканирования проверка происходила в диапазоне общих портов и распространенных веб-уязвимостей, в то время как при расширенном сканировании просматривались все порты и известные уязвимости. После завершения работы программы было сгенерировано четыре отдельных отчета, которые содержали полную информацию о найденных уязвимостях (рис. 4.). В итоговых отчетах Nessus содержалась информация, что хосты в лабораторной сети являются уязвимыми для эксплуатации таких уязвимостей как выполнение удаленного кода, повышение привилегий, подмена и раскрытие информации и др.

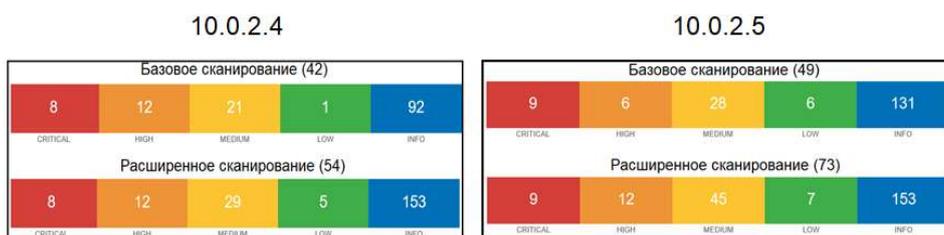


Рис. 4. Результаты базового и расширенного сканирования Nessus

На этапе эксплуатации основным инструментом являлся Metasploit Framework [6]. Согласно полученным отчетам Nessus, на веб-сервере 10.0.2.4 находилось приложение с уязвимостью удаленного выполнения кода, которая имеет уровень риска «критический». Данным приложением являлся ManageEngine Desktop Central. В отчете Nessus также содержится информация, что для данной уязвимости есть модуль в базе Metasploit Framework.

```

msf5 > use exploit/windows/http/manageengine_connectionid_write
msf5 exploit(windows/http/manageengine_connectionid_write) > show options
Module options (exploit/windows/http/manageengine_connectionid_write):
-----
Name      Current Setting  Required  Description
-----
Proxies   no               no        A proxy chain of format type:host:port[,type:host:port][...]
RHOSTS   8020             yes       The target address range or CIDR identifier
RPORT    8020             yes       The target port (TCP)
SSL      false            no        Negotiate SSL/TLS for outgoing connections
TARGETURI /              yes       The base path for ManageEngine Desktop Central
VHOST    /               no        HTTP server virtual host

Exploit target:
--
Id  Name
--  ---
0   ManageEngine Desktop Central 9 on Windows

msf5 exploit(windows/http/manageengine_connectionid_write) > set RHOST 10.0.2.4
RHOST => 10.0.2.4
msf5 exploit(windows/http/manageengine_connectionid_write) > set RPORT 8022
RPORT => 8022

msf5 exploit(windows/http/manageengine_connectionid_write) > set payload windows/meterpreter/reverse_tcp
payload => windows/meterpreter/reverse_tcp
msf5 exploit(windows/http/manageengine_connectionid_write) > set LHOST 10.0.2.9
LHOST => 10.0.2.9
msf5 exploit(windows/http/manageengine_connectionid_write) > exploit

[*] Started reverse TCP handler on 10.0.2.9:4444
[*] Creating JSP stager
[*] Uploading JSP stager kAXiW.jsp...
[*] Executing stager...
[*] Sending stage (179779 bytes) to 10.0.2.4
[*] Meterpreter session 1 opened (10.0.2.3:4444 -> 10.0.2.4:49292) at 2020-05-16 18:48:21 -0400
[*] This exploit may require manual cleanup of '../webapps/DesktopCentral/jsp/kAXiW.jsp' on the target

meterpreter >
  
```

Рис. 5. Настройка и выполнение эксплойта в Metasploit Framework

Исходя из этого, после запуска Metasploit на хосте Kali Linux был произведен поиск нужного эксплойта. После успешного выполнения эксплойта на хосте 10.0.2.4 была получена обратная оболочка, а во время перехода к активному сеансу оболочки были получены права системного уровня. Рисунок выше демонстрирует процесс настройки и запуска целевого эксплойта (рис. 5).

На этапе пост-эксплуатации основной задачей являлось повышение привилегий с последующим получением удаленного доступа на целевых системах. Некоторые папки были изучены с целью обнаружения файлов, содержащих

информацию, применимую для повышения уровня привилегий. В результате были получены учетные данные и пароль администратора для сервера приложений GlassFish, находящегося на целевом хосте. После ввода учетных данных была выполнена успешная авторизация в консоли администратора (рис. 6).

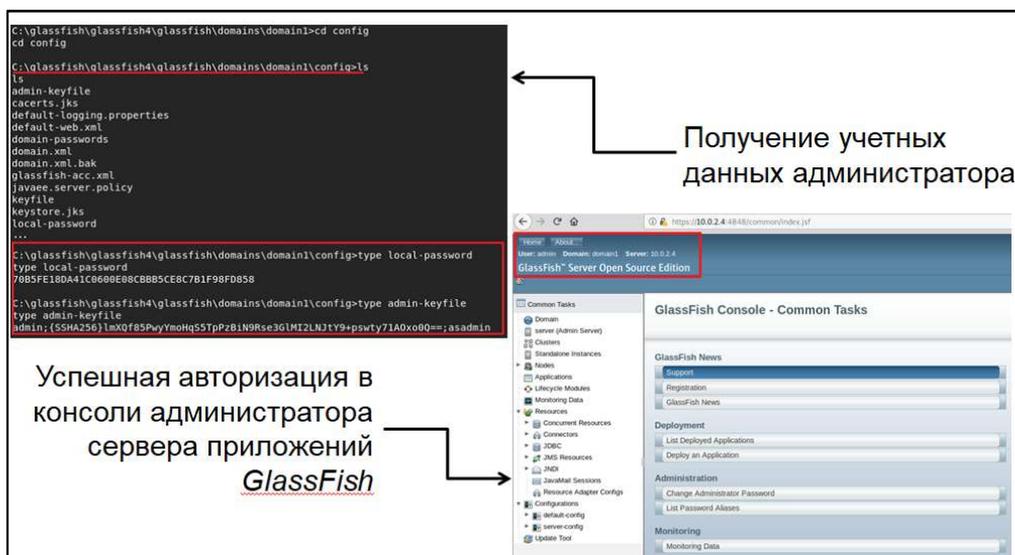


Рис. 6. Получение доступа к консоли администратора сервера приложений GlassFish

Далее рассмотрим, как был использован Kali Linux для атаки на компьютер с Windows 10. Взлом был осуществлен через вредоносный исполняемый файл, используя программу Shellter. Для начала был создан 32-разрядный исполняемый файл, который реализует обратное TCP-соединение для полезной нагрузки при помощи утилиты msfvenom. Однако антивирусные решения работают путем обнаружения вредоносных сигнатур в исполняемых файлах. Таким образом, данный файл будет помечен как вредоносный в среде Windows. Поэтому необходимо было найти способ изменить его, чтобы обойти антивирусное обнаружение. Для кодирования исполняемого файла использовалась программа Shellter. Shellter может изменить подписи исполняемого файла с явно вредоносных на совершенно новые и уникальные, которые могут обойти антивирусное обнаружение. После модифицирования исполняемого файла было настроено прослушивание на порт, который был задан в исполняемом файле. После запуска исполняемого файла на целевом компьютере с Windows 10 можно увидеть активный сеанс обратной оболочки на машине Kali Linux (рис 7.).

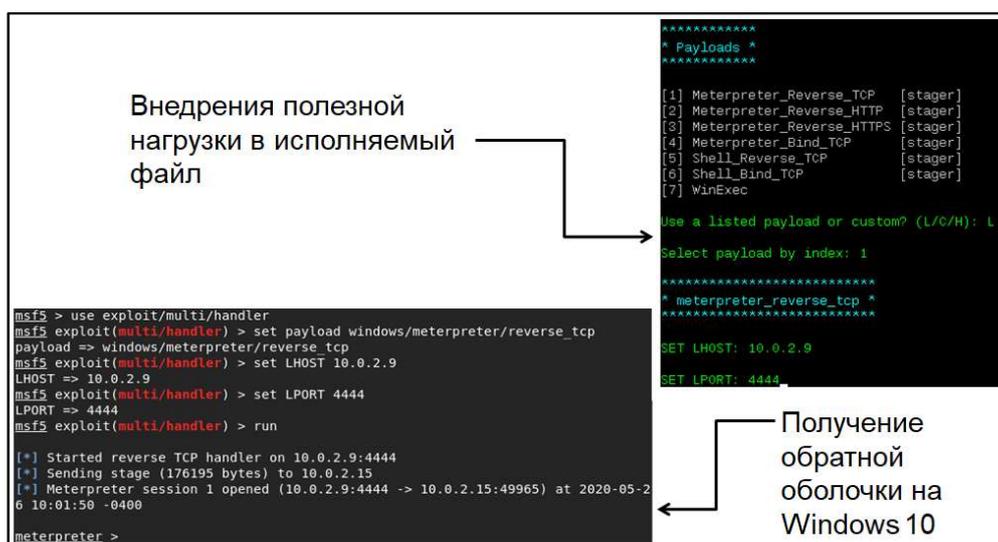


Рис. 7. Модификация исполняемого файла и получение обратной оболочки

Таким образом, в данной статье была продемонстрирована разработка виртуальной пентест-лаборатория, при помощи которой можно изучать методы и инструменты тестирования на проникновение в условиях изолированной среды, без угрозы повреждения действующих информационных систем. Подтверждением эффективности разработанной лаборатории является успешная практическая демонстрация, в ходе которой использовались инструменты и методы применимые в ходе реального тестирования на проникновение.

Список используемых источников

1. Красов А. В., Штеренберг С. И., Москальчук А. И. Методология создания виртуальной лаборатории для тестирования безопасности распределенных информационных систем // Вестник брянского государственного технического университета. 2020. Т. № 3 (88). С. 38–46.
2. Андрианов В. И., Юркин Д. В., Стасюк В. В. Разработка пентест лаборатории // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2019. Т. 11. № 4. С. 56–64.
3. Шива Парасрам, Алекс Замм, Теди Хериянто, Шакил Али, Дамиан Буду, Джерард Йохансен, Ли Аллен. Kali Linux. Тестирование на проникновение и безопасность. – СПб.: Питер, 2020. – 448 с. ISBN 978-5-4461-1252-4.
4. Nmap Security Scanner [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nmap.org/>
5. Nessus Essentials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tenable.com/products/nessus>
6. Rapid7. Metasploit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.metasploit.com/>

Статья представлена научным руководителем, ассистентом кафедры ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук Штеренбергом С. И.

УДК 681.7
ГРНТИ 47.35.41

А. С. Фролова (студентка гр. ИКФ-61, СПбГУТ), alexandravasileval@mail.ru

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВНЫХ НЕСЕЛЕКТИВНЫХ И СЕЛЕКТИВНЫХ РАЗВЕТВИТЕЛЕЙ

В волоконно-оптических сетях связи возникают задачи разделения и объединения потоков оптического излучения. Эти задачи решаются с помощью оптических разветвителей, которые бывают неселективными (разветвители и ответвители) и селективными (мультиплексоры). В работе исследуются оптические разветвители на основе биконического перехода, формируемого путем сплавления одномодовых оптических волокон. Биконический переход может выполнять функцию как неселективного, так и селективного разветвителя.

волоконно-оптические системы передачи, оптический разветвитель, технология спектрального уплотнения, оптический мультиплексор, оптический демультиплексор, биконический разветвитель.

Frolova A. Calculation Method and Research of Alloy Nonselective and Selective Splitter.

In fiber-optic communication networks, there are problems of dividing and combining optical radiation flows. These problems are solved using optical splitters, which are non-selective (splitters and couplers) and selective (multiplexers). In this paper, we study optical splitters based on a biconic junction formed by fusing single-mode optical fibers. A biconic junction can serve as both a non-selective and selective splitter.

Key words: Fiber-optic transmission systems, optical splitter, spectral compaction technology, optical multiplexer, optical demultiplexer, biconic splitter.

Оптические разветвители используются в волоконно-оптических сетях связи. Они выполняют задачу разделения или объединения потоков оптического излучения. Разветвитель можно характеризовать коэффициентами деления, вычисляемыми для каждого выхода:

$$k_i = P_{in} / P_{outi} ,$$

где P_{in} – мощность излучения на входе разветвителя, P_{outi} – мощность излучения на i -м выходе. У селективных разветвителей, называемых также оптическими мультиплексорами, k_i зависят от длины волны.

Работа оптического разветвителя может быть основана на различных физических принципах. Одна из возможных конструкций представляет собой би-

конический переход, формируемый сплавлением двух или нескольких одномодовых волокон с одновременной растяжкой зоны соединения для создания оптической связи между волокнами (рис. 1).

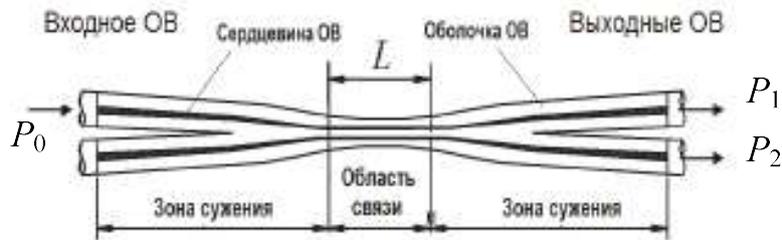


Рис. 1. Конструкция оптического разветвителя на основе биконического перехода

Мощности оптического излучения P_1 и P_2 в выходных каналах такого разветвителя можно рассчитать по выражению:

$$\begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix} = P_0 \cdot \begin{pmatrix} \cos^2 [C \cdot L] \\ \sin^2 [C \cdot L] \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где P_0 – мощность на входе разветвителя, C – коэффициент связи, L – длина области связи. Коэффициент связи C зависит от длины области связи L и длины волны излучения λ :

$$C(\lambda, L) = \frac{3\pi\lambda}{32n_{cl}a^2} \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{V(\lambda)} \right)^{-2} + \left(1 + \frac{n_{air}^2}{n_{cl}^2} \cdot \frac{1}{V(\lambda)} \right)^{-2} \right], \quad (2)$$

где n_{cl} и n_{air} – показатели преломления оболочки оптического волокна и среды, окружающей область связи, соответственно, a – диаметр области связи, $V(\lambda)$ – нормированная частота области связи:

$$V(\lambda) = 2\pi a \cdot \sqrt{n_{cl}^2 - n_{air}^2} / \lambda. \quad (3)$$

Из (1)–(3) следует, что при разных значениях L биконический переход может выполнять функции как мультиплексора, так и неселективного разветвителя. В работе проведено моделирование и исследование таких устройств, изготовленных из двух одномодовых кварцевых волокон диаметром 125 мкм. Все расчеты проводились при следующих исходных данных: $n_{cl} = 1,5$, $n_{air} = 1$, длина нагревателя 1,05 мм.

Первая часть работы посвящена созданию двухканального оптического мультиплексора, предназначенного для объединения сигнала на длине волны 1 550 нм и накачки 980 и 1 480 нм в оптическом усилителе EDFA. На рис. 2 и 3 показаны зависимости коэффициентов деления и изоляции каналов от L , по которым были определены необходимые значения длины области связи для создания этих устройств (табл. 1).

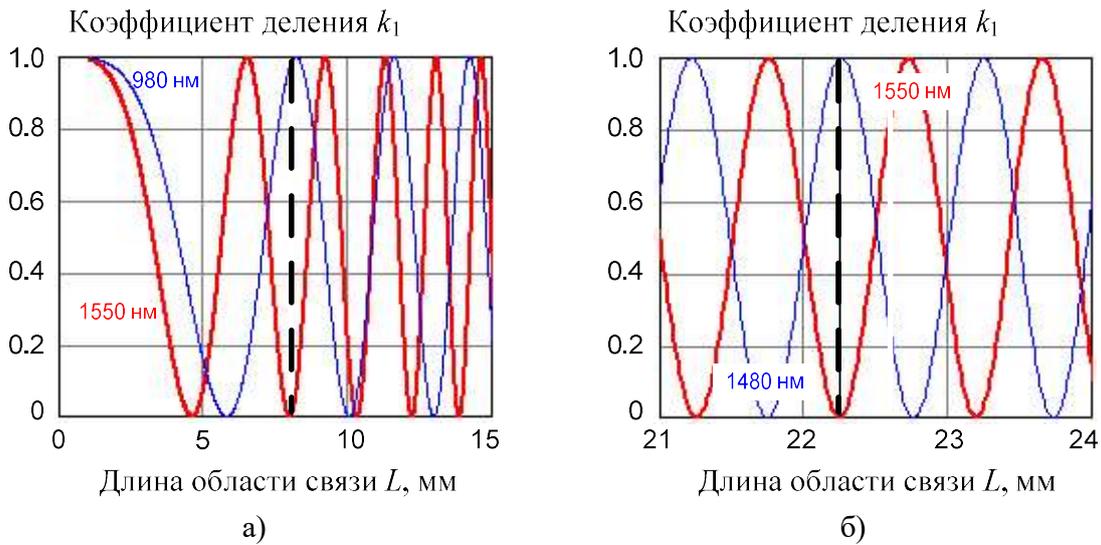


Рис. 2. Зависимости коэффициентов деления от L . Определение номинальной длины области связи для мультиплексора 980/1 550 нм (а) и 1 480/1 550 нм (б)

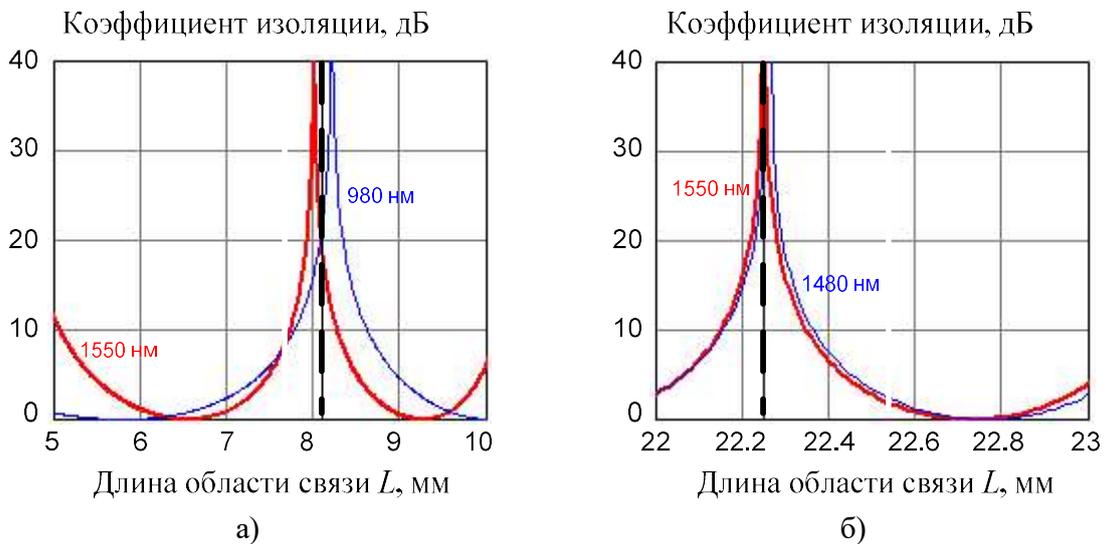


Рис. 3. Зависимости коэффициентов изоляции от L . Определение номинальной длины области связи для мультиплексора 980/1 550 нм (а) и 1 480/1 550 нм (б)

В работе определялись допустимые отклонения длины области связи от номинальной. Допустимыми считались отклонения, при которых изоляция каналов остается не меньше минимально допустимого значения. Результаты исследования приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Параметры мультиплексов 980/1 550 и 1 480/1 550 нм

| Параметр | 980/1 550 нм | 1 480/1 550 нм |
|---|--------------|----------------|
| Номинальная длина области связи L_0 , мм | 8,09 | 22,25 |
| Потери в каналах из-за неидеального деления, дБ | 0,036/0,040 | 0,004/0,001 |
| Изоляция каналов при $L = L_0$, дБ | 20,39/20,88 | 46,23/30,29 |
| Минимально допустимая изоляция каналов, дБ | 15 | 20 |
| Допустимый диапазон изменения L , мм | 7,98–8,16 | 22,22–22,28 |
| Диапазон длин волн сигнала, мкм | 1,460–1,575 | 1,545–1,554 |
| Полоса пропускания для сигнала, нм | 115 | 9 |

Поскольку усилители EDFA часто используются в системах связи с применением технологии плотного спектрального мультиплексирования DWDM, необходимо, чтобы полоса пропускания была достаточна для мультиплексированного сигнала. На рис. 4 представлены зависимости коэффициентов изоляции каналов от длины волны, рассчитанные при номинальных значениях длины области связи. По этим зависимостям был определен диапазон рабочих длин волн и ширина полосы пропускания (табл. 1). Установлено, что моделируемые мультиплексы могут использоваться в системах с DWDM.

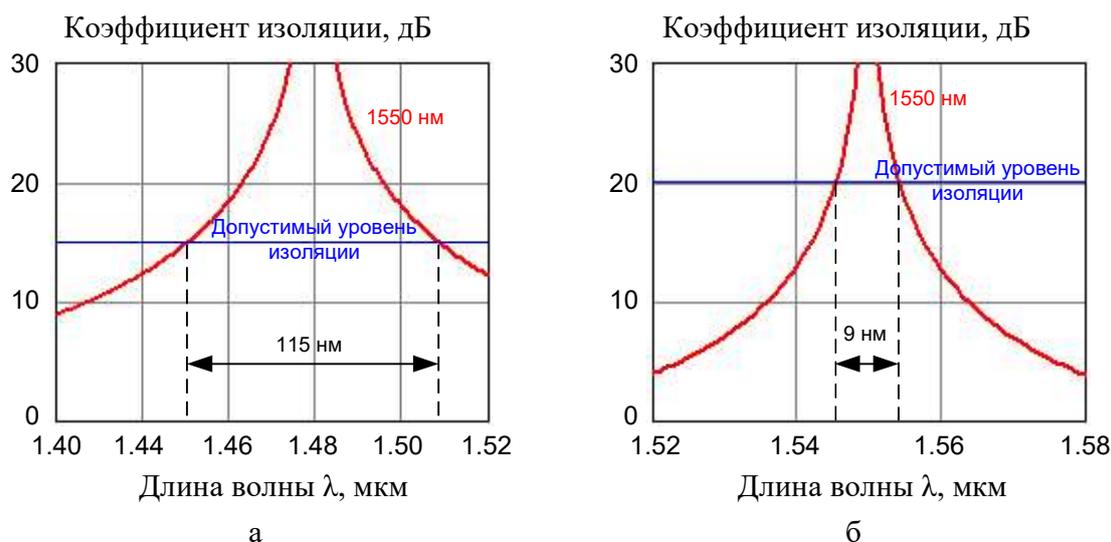


Рис. 4. Зависимости коэффициентов изоляции от длины волны. Определение рабочего диапазона длин волн сигнала для мультиплекса 980/1550 нм (а) и 1480/1550 нм (б)

Анализ результатов моделирования показал, что при уменьшении разноса объединяемых или разделяемых длин волн увеличивается необходимая длина оптической связи, что приводит к ужесточению требований к точности изготовления устройств и сужению рабочего диапазона длин волн.

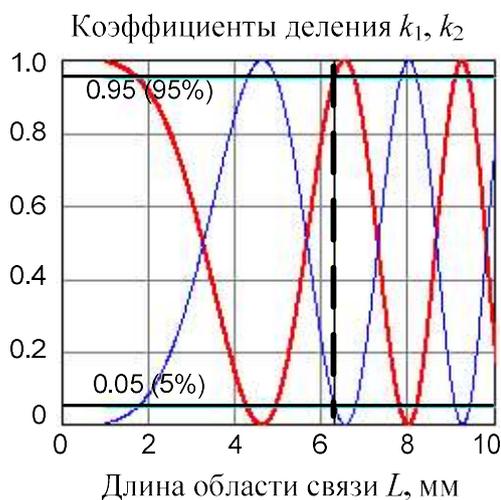


Рис. 5. Зависимости коэффициентов деления от L . Определение номинальной длины области связи для разветвителя 95/5 %

На рис. 6 (см. ниже) показаны зависимости коэффициентов деления k_1 и k_2 разветвителя от λ , рассчитанные для номинальной длины области связи, по которым определялись диапазон рабочих длин волн и ширина полосы пропускания разветвителя. При расчете предполагалось, что коэффициенты деления могут отличаться от номинальных на $\pm 1\%$. Полученные значения параметров представлены в таблице 2. Анализ проведенных в работе расчетов показал, что увеличение длины оптической связи приводит к сужению полосы пропускания разветвителя.

ТАБЛИЦА 2. Параметры разветвителя 95/5 %

| Параметр | Значение |
|--|-------------|
| Номинальная длина области связи L_0 , мм | 6,30 |
| Диапазон длин волн сигнала, мкм | 1,536–1,561 |
| Полоса пропускания для сигнала, нм | 25 |

Вторая часть работы посвящена созданию неселективного разветвителя с неравномерным делением мощности, предназначенного для измерительной системы. При моделировании полагалось, что на одно направление ответвляется 95 %, а на другое 5 % мощности входного сигнала с длиной волны 1550 нм.

На рис. 5 показаны зависимости коэффициентов деления k_1 и k_2 разветвителя от L , по которым определялась номинальная длина области связи (табл. 2).

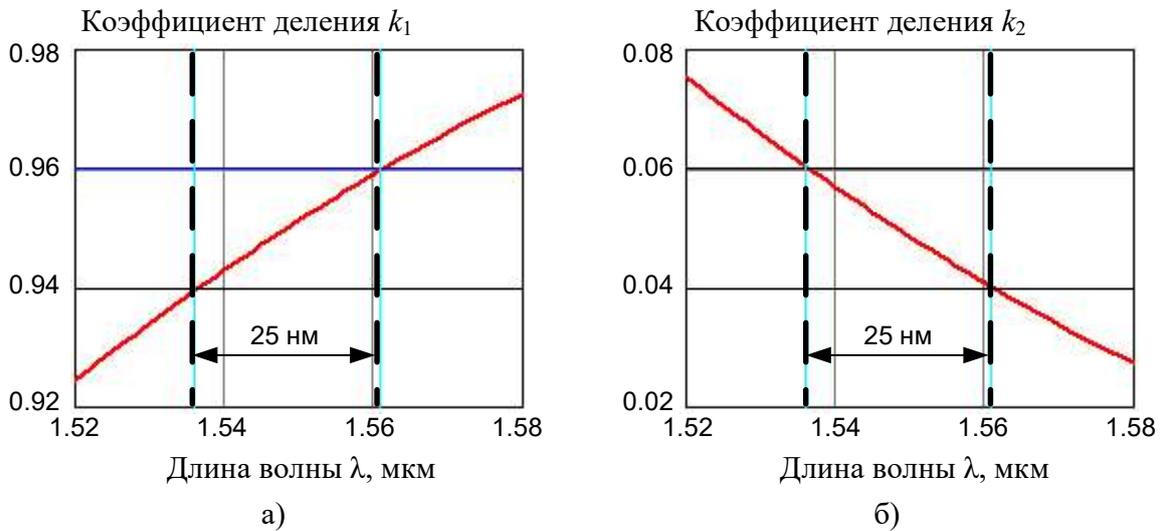


Рис. 6. Зависимости коэффициентов деления от λ .
Определение диапазона рабочих длин волн и полосы пропускания

Таким образом, проведенные в работе исследования показали, что на основе биконического разветвителя могут создаваться как мультиплексоры (селективные разветвители), так и разветвители мощности (неселективные разветвители). Установлено, что при создании таких устройств желательно выбирать наименьшую возможную номинальную длину оптической связи, так как ее увеличение приводит к сужению полосы пропускания устройств и ужесточению требований к точности их изготовления.

Список используемых источников

1. Сахаров В. К., Прокофьева Л. П., Щербаков В. В. Мультиплексор/демультиплексор для техники спектрального уплотнения CWDM // Письма в ЖТФ. 2004. Т. 30, вып 1. С. 65–71.
2. Елизаров С. Г., Ключник Н. Т., Ленин М. М., Яковлев М. Я., Елисеев В. А. Характеристики сплавных WDM-мультиплексоров в условиях механических воздействий на резонансных частотах // Материалы Международной научно-технической конференции «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения», 20–24 ноября 2017 г. 2017. Т. 17, № 3. С. 630–633.
3. Берикашвили В. Ш., Елизаров С. Г., Ключник Н. Т., Ленин М. М., Яковлев М. Я. Двухволновые WDM-мультиплексоры для жестких условий эксплуатации // Материалы Международной научно-технической конференции «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения», 21–25 ноября 2016 г. 2016. Т. 16, № 3. С. 131–134.

Статья представлена научным руководителем, заведующей кафедрой ФилС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Былиной М. С.

УДК 004.65
ГРНТИ 20.23.17.

Е. Е. Андрианова (ст. преподаватель каф. БИС, СПбГУТ), andrianova@spbgut.ru
Е. А. Селезнева (студентка гр. ИСТ-833, СПбГУТ), liza.selezneva.2000@bk.ru

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ПРОГРАММЕ ORACLE SQL DEVELOPER

В статье представлены этапы создания базы данных для строительной организации средствами языка SQL: создание таблиц, связей, индексов, запросов и других объектов базы данных.

Также, рассмотрены этапы разработки: составление предметной области, создание инфологической модели.

База данных реализована в программной среде Oracle SQL Developer.

Продемонстрирована информационная система, которая обеспечивает возможность выполнения таких функций, как: просмотр, добавление, удаление, редактирование информации в базе данных и поиск нетривиальных данных.

база данных, предметная область, инфологическая модель, физическая модель, информационная система, запрос, SQL, инфологическое проектирование.

Andrianova E., Selezneva E. Development of an information system for a construction organization in the Oracle SQL Developer program.

The article presents the stages of creating a database for a building company using the SQL language: making tables, connections, indexes, requests and other database objects. Also, the stages of development are considered: compilation of subject field, creating an information-logical model. The database is implemented in the Oracle SQL software environment. A demonstrated information system provides to perform such functions as: viewing, adding, deleting, editing information in the database and searching non-trivial data.

Key words: database, subject field, information-logical model, physical model, information system, request, SQL, information-logical design.

Темой данной статьи является разработка информационной системы строительной организации. Актуальность заключается в том, что строительные организации нуждаются в своевременном доступе к информации, а использование информационных систем значительно экономит время, следовательно, это способствует повышению производительности труда и улучшению качества принимаемых решений.

Автоматизированная информационная система или база данных представляет собой совокупность самостоятельных материалов (таблицы, запросы

и т. д.), систематизированных в интерфейс таким образом, чтобы в удобном и понятном для пользователя виде с помощью персонального компьютера осуществлялся поиск, обработка и вывод необходимой информации [1].

Для достижения результатов в работе были выделены следующие задачи: спроектировать базу данных строительной организации, куда бы входили анализ предметной области и создание инфологической модели, создать таблицы в Oracle SQL Developer, установить связи в интегрированной среде разработки, проверить на работоспособность, а также создать запросы и реляционную модель.

Первым этапом является описание предметной области. База данных хранит информацию об объектах строительства, заказчиках, строительных управлениях, строительных участках, строительных материалах, затратах.

В базе данных хранятся персональные данные всех заказчиков, их бюджет, номер заказа, желаемый объект строительства. Объекту строительства присваивается номер и выбирается для него строительный участок. Также определяется строительное управление, ответственное за постройку объекта. Выбирается тип объекта, который будет построен.

Далее необходимо построить инфологическую модель. Инфологическая модель данных строится в соответствии с естественным языком, который невозможно использовать в чистом виде в виду сложности обработки текстов с помощью компьютера и неоднозначности естественного языка [2]. Основные конструктивные элементы инфологической модели – это сущности, связи между сущностями и их атрибуты (свойства). Модель «сущность-связь» была разработана с помощью сервиса Draw.io. На ней отражены сущности и связи между ними. Отношения, определяющие связи между сущностями, представлены на рис. 1 (см. ниже).

На основе анализа предметной области, можно выделить следующие сущности: объект строительства (жилые дома, больницы, школы, мосты – то, что будет строиться); заказчик (городская администрация, ведомства, частные фирмы – те, кто будут заказывать объект или объекты); строительное управление (учреждение, которое будет управлять строительством объектов); строительный участок (место строительства объектов); строительный материал (наименование и количество материала, которое будет использоваться на объектах); затраты (общие затраты на строительство объектов).

Далее были построены связи между сущностями.

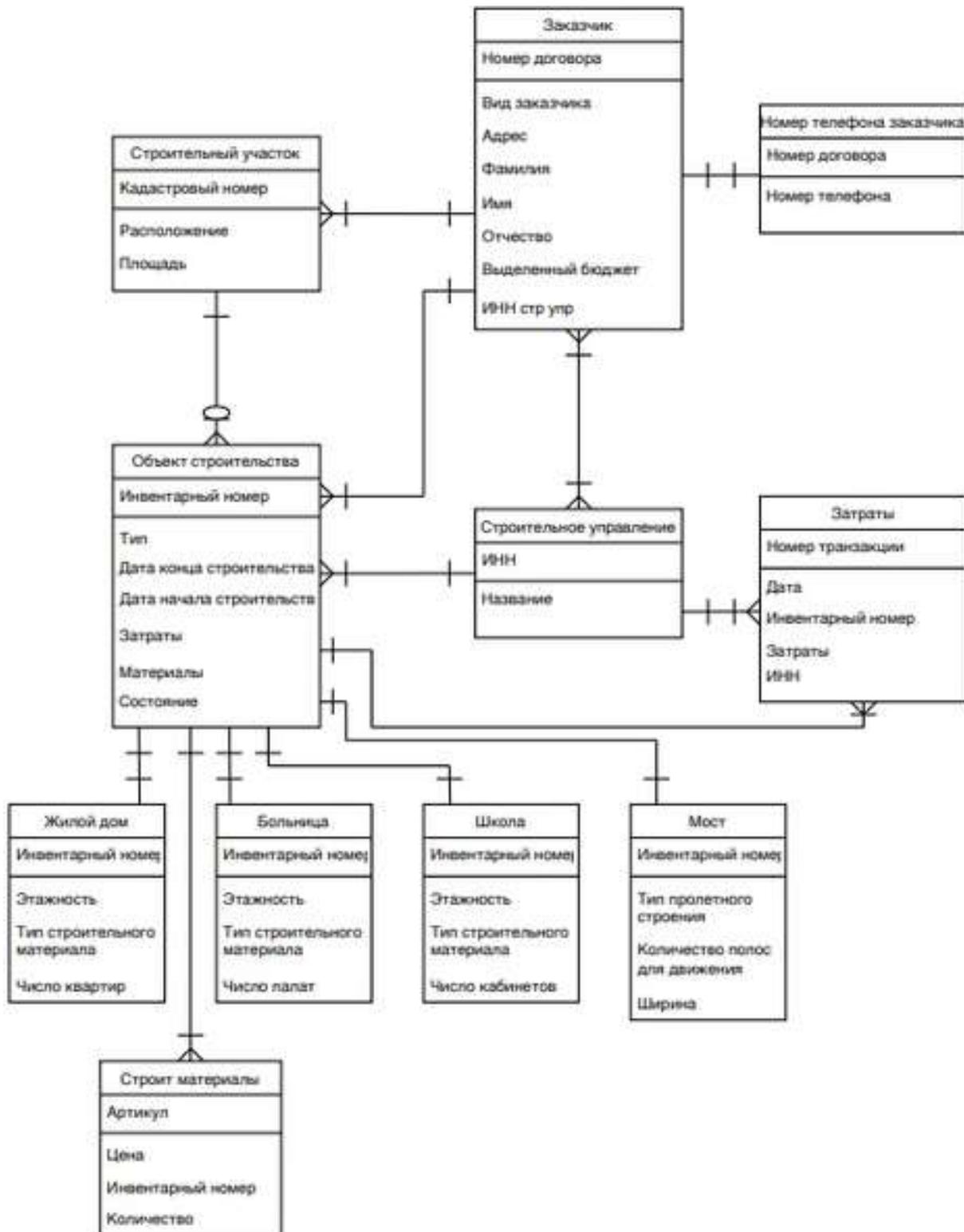


Рис. 1. ER-диаграмма

Получаем связи 1:М, которые представляет ситуацию, когда экземпляр в одном объекте относится к одному или нескольким экземплярам во втором объекте, а экземпляр во втором объекте относится только к одному экземпляру первого. Так же получаем связи 1:1, которые представляет ситуацию, когда экземпляр в одном объекте относится только к одному экземплярам во втором объекте, а экземпляр во втором объекте относится только к одному экземпляру первого.

При построении связи автоматически обозначаются вторичные ключи. Также, присутствует связь с отношением «многие ко многим», которую еще называют неспецифическим отношением, которое представляет ситуацию, когда экземпляр в одном объекте относится к одному или нескольким экземплярам во втором объекте, а экземпляр во втором объекте относится к одному или нескольким экземплярам первого.

Для проектирования баз данных используем программу SQL Developer. Все таблицы были созданы с использованием функций интерфейса, там были введены атрибуты, типы их данных (дата, числа, буквы), заданы первичные ключи для каждой таблицы. Такой вид ключа – поле (или набор полей), которое уникально идентифицирует запись. Чтобы соединить таблицы необходимо использовать внешние ключи, они устанавливаются для столбцов зависимой таблицы и указывают на один из столбцов главной таблицы.

Все связи отображены на реляционной модели, она удобна для восприятия и является наиболее привычной формой демонстрации данных, так как представляет собой совокупность данных и состоит из набора двумерных таблиц [3]. Реляционная модель представлена на рис. 2.

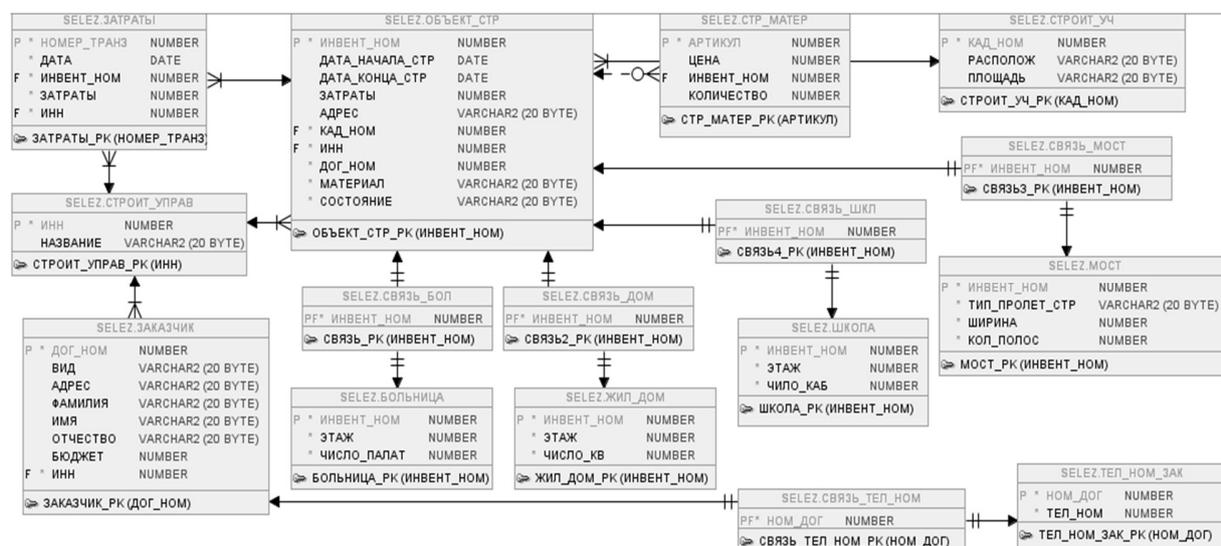


Рис. 2. Реляционная модель

Все таблицы находятся в 3 нормальной форме, где столбцы каждой неделимы, значения любого поля (не входящего в первичный ключ) не зависят от значения других полей (тоже не входящих в первичный ключ), первичные ключи однозначно определяют запись и все поля каждой таблицы зависят от ее первичного ключа.

Для проверки работоспособности системы после создания таблиц и установки связей между ними можно приступить к заполнению таблиц данными. Заполнять таблицы следует по очереди и начинать с родительской.

Для удобного и быстрого доступа к необходимой информации, а также выполнению различных операций с данными, используется язык запросов, который осуществляется на языке SQL. На этом языке можно формулировать выражения (запросы), которые извлекают требуемые данные, модифицируют их и выводят информацию пользователю о строительной организации. Благодаря им выполняются операции, создаются таблицы и изменяются их структуры, определяются права доступа к данным и многое другое [4].

В ходе работы была разработана информационная система, которая позволяет получать доступ к необходимым данным с использованием различных запросов, также, есть возможность вносить новую информацию и корректировать старую. А если удалить из одной таблицы какие-то значения, то в связанной с ней таблице эти значения заменятся на null, это значит, что данные в базе динамически изменяются.

Были выполнены все вышеперечисленные задачи, проведена проверка работоспособности, модель работает и может быть использована на практике в строительной организации.

Список используемых источников

1. Основные понятия БД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://informatic.ugatu.ac.ru/lib/office/Proekt.htm> (дата обращения: 19.06.2020).
2. Андрианова Е. Е., Липанова И. А., Сабинин О. Ю. Управление данными. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие [Электронный ресурс] / Рец. Ильяшенко О. Ю., Давыдова Е. В.; Федер. агентство связи, Федер. гос. бюджет. обр. учр. высш. проф. обр. «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». – СПб. : СПбГУТ, 2016. – 38 с. : ил.
3. Реляционная модель данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://function-x.ru/sql_relation_data_model.html (дата обращения 18.06.2020).
4. SQL запросы быстро. Ч. 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/480838/> (дата обращения: 18.06.2020).

УДК 004.021
ГРНТИ 20.53.19

Н. С. Миронов (студент гр. ИСТ-931м), mironoffnikita@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ШАГАЮЩИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОДГОТОВКИ 3D МОДЕЛЕЙ К ПЕЧАТИ

Последние несколько лет 3D принтер становится незаменимым инструментом для целей прототипирования и мелкосерийного производства. Относительно низкая стоимость, наличие большого количества открытого и совместимого ПО, а также доступность материалов сделали 3D принтер весьма популярным инструментом, как для начинающих дизайнеров, так и для крупных фирм. Однако наличие несовместимого ПО для подготовки модели к печати требует создания общих правил и алгоритмов действий.

3D печать, слайсинг, дерево квадрантов, шагающие квадраты.

Mironov N. Usage of "Marching Squares" Algorithm for Preparation of 3D Models for Printing. *In the last few years 3D printer became an important instrument in the fields of prototyping and small-scale production. Relatively low price, big library of free and powerful programs and abundance of materials made 3D printer quite popular in the circles of designers as well as big companies. However the existence of big amounts of incompatible software for preparing models for printing requiring creation of standardize rules and algorithms.*

Key words: 3D printing, slicing, quadtree, "marching squares".

3D принтер не может использовать для своей работы 3D модели в форматах STL или OBJ. Для работы 3D принтер должен получить набор команд, описывающих позиции сопла и его движение. Данный набор команд называется G-кодом.

G-код – общее название языка программирования, регламентированного стандартом ISO 6983-1:1982, стандартом ГОСТ 20999-83. В технической литературе Советского Союза G-код именуется, как код ИСО 7-бит (ISO 7-bit) [1].

Для создания программы работы на G-коде применяются специализированные программные средства, именуемые слайсерами.

Слайсер (*slicer*) – это программа, которая разбивает трехмерную модель на слои, тем самым подготавливая её к печати на 3D-принтере. Таким образом, слайсер из трехмерной модели (STL-файла) делает gcode-файл с конкретными командами для 3D-принтера, как печатать каждый слой [2].

На данный момент существует огромное количество слайсеров, способных подготовить 3D модель к печати. Существуют как открытые имплементации, так и закрытые, созданные самими разработчиками принтеров. Однако

каждый слайсер имеет свои алгоритмы разбиения и преобразования модели в G-код. Открытые имплементации пытаются поддерживать как можно большее количество 3D принтеров путём следования стандартам, в то время как проприетарные средства могут использовать особенности реализации самого 3D принтера с целью получения наилучшего результата на данной платформе.

Это приводит к тому, что приходится поддерживать множество различных алгоритмов обработки, иногда лишь частично совместимых. По этой причине требуется создание единого алгоритма, который способен не только заменить существующие алгоритмы, но и быть при этом быстрым и эффективным.

Для этого было решено использовать алгоритм шагающих квадратов.

Данный алгоритм применяется для генерации изолиний на двухмерном скалярном поле. Пример представлен на рис. 1.

Перед тем, как использовать алгоритм требуется произвести подготовку входных данных.

Для начала требуется произвести разделение 3D объекта на отдельные слои (слайсы). Для этого требуется получить от пользователя информацию о том, какой толщины будет каждый слой. После этого возможно использовать структуру хранения «двоичное дерево» для хранения слоёв. В таком случае корнем будет середина объекта, находящаяся как количество слоёв, делённое на два. Такой подход позволит произвести распараллеливание вычислений. Как альтернатива, слои можно хранить в одномерном массиве и проходить каждый по отдельности.

Так как каждый слой имеет одинаковое значение высоты, то его можно рассматривать как двумерное поле. Данное поле затем можно разбить на отдельные квадраты и представить в виде дерева квадратов.

Дерево квадратов (также квадродерево, 4-дерево, англ. *quadtree*) – дерево, в котором у каждого внутреннего узла ровно 4 потомка. Деревья квадратов часто используются для рекурсивного разбиения двумерного пространства по 4 квадрата (области) [3].

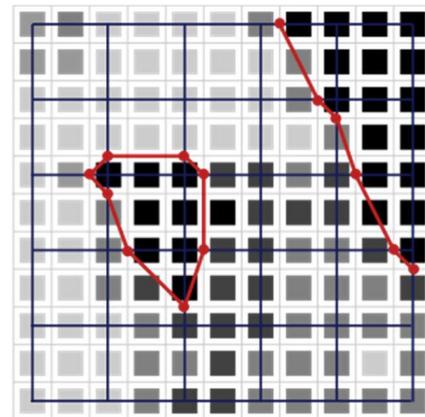


Рис. 1. Генерация изолиний

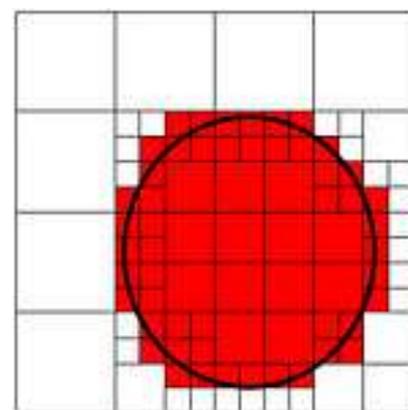


Рис. 2. Результат преобработки

Данное дерево можно использовать для хранения и обработки результатов итеративного разбиения поля на квадранты. При этом можно использовать информацию о цвете в каждом квадранте для определения наличия объекта в данном квадранте. Если квадрант полностью пустой или полностью заполненный, то его можно вычесть из расчёта, что позволит ускорить обработку. По умолчанию минимальный квадрант будет иметь такие размеры, что в него можно будет вписать круг с диаметром равным диаметру сопла. В результате поле будет иметь вид, представленный на рис. 2 (см. выше).

Как можно заметить квадранты, в которых находят контур объекта, окрашены, в то время как пустые квадранты – нет. За счёт этого возможно применение алгоритма шагающих квадратов. Для этого вершины заполненного квадранта, которые соприкасаются с другими заполненными квадрантами, отмечаются как находящиеся выше изолинии, а пустые квадранты – ниже. После такой маркировки возможно применение алгоритма. На рис. 3 представлены результаты работы.

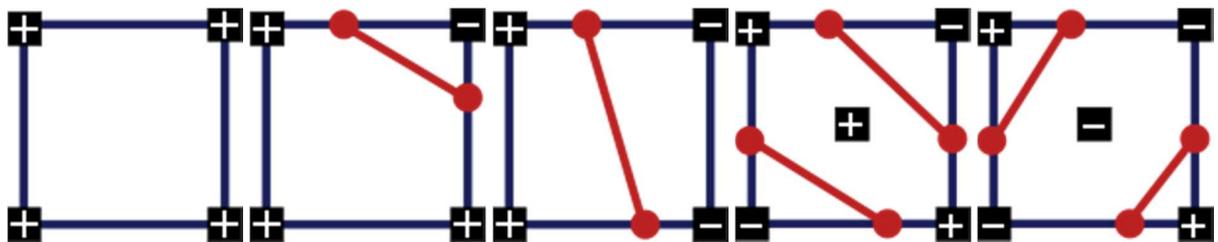


Рис. 3. Возможные варианты изолинии

В результате у нас имеется набор связанных линий, имеющих явно обозначенные начало и конец, что позволяет с лёгкостью описывать данные линии в формате G-кода.

Таким образом, подобный алгоритм может быть использован для подготовки 3D моделей к печати. Данный подход может быть распараллелен за счёт использования двоичных деревьев и деревьев квадрантов в качестве структуры хранения. При этом погрешности не будут превышать размер сопла принтера.

Список используемых источников

1. G-код – основные понятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuwiz.ru/articles/g-code.html#.XpGxFsgzaUk> (дата обращения: 11.04.2020).
2. Что такое слайсер? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dexperts.userecho.com/knowledge-bases/2/articles/126-что-такое-слайсер> (дата обращения: 11.04.2020).
3. Дерево квадрантов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kartaslov.ru/карта-знаний/Дерево%20квадрантов> (дата обращения: 11.04.2020).

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой ИКД СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Волошиновым Д. В.

УДК 004.855.5
ГРНТИ 28.23.37

Д. И. Руйго (студент гр. ИБ-66вс, СПбГУТ), smolldru@gmail.com

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА БАЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Работа представляет из себя разработку эффективной автоматизированной системы идентификации задымлений и возгораний на прилегающей к нефтедобывающим месторождениям территории, способной проводить анализ фотоизображений лесного ландшафта таежного региона и средней полосы России, при допущении минимальной ошибки ложного определения.

классификатор, машинное зрение, сверточная нейронная сеть, keras, tensorflow.

Ruigo D. Developing of Automated System for Identifying and Analyzing Images Based on Using Artificial Neural Networks.

The goal of the work is to develop an effective automating system for identifying smoke and fires in the area around oil producing fields, which can to analyze photo images of the taiga region and central Russia forest landscape, assuming a minimal false determination.

Key words: classification, computer vision, convolutional neural network, keras, tensorflow.

На пороге третьего десятилетия XXI века интеллектуальные системы машинного зрения стали стремительно развиваться и внедряться во многие сферы деятельности современного общества. Нейронная сеть, глубокое обучение, машинное зрение – эти и многие другие термины сферы интеллектуальных систем все чаще встречаются как повседневном обиходе рядового обывателя, так и в кабинетах руководства транснациональных компаний.

Целью данной работы является разработка эффективной автоматизированной системы идентификации задымлений и возгораний на прилегающей к нефтедобывающим месторождениям территории, способной проводить анализ фотоизображений лесного ландшафта таежного региона и средней полосы России, при допущении минимальной ошибки ложного определения. Система разработана для комплекса беспилотной системы противопожарной разведки службы пожарной безопасности нефтедобывающей компании, выполняющей производственные задачи в автоматизированном режиме.

Согласно исходным требованиям, автоматизированная система распознавания задымления должна представлять из себя WEB-сервис, способный: получать поток фотографий, выполненных беспилотным летательным аппаратом; форматировать снимки перед обработкой нейросетью; с помощью нейросети маркировать снимки на наличие задымления; предоставлять отчет оператору.

В качестве библиотеки реализации модели сверточной нейросети была выбрана библиотека TensorFlow 2.0. Эта библиотека обладает хорошим уровнем документирования, широким кругом участников среды разработки и низким порогом вхождения новых специалистов.

В качестве первой модели рассматривается модель, основанная на архитектуре сети VGG. Данная модель обучена целиком – обучение проводится как на сверточной, так и на полносвязной части сети. В качестве второй модели рассматривается модель нейросети InceptionResNetV2. Ввиду большого количества слоев, в данной модели применен метод передачи обучения.

Для формирования модели нейросети необходимо определить то, с какими данными будет работать готовая нейронная сеть. В данном случае имеется трехканальные изображения (красный, зеленый, синий) размером 672 на 672 пикселя – сети VGG работают с изображениями размер 112 на 122 пикселей и кратными им размерами [1]. Входными данными для нейросети служит поток подготовленных изображений.

Структура первой нейронной сети представлена на рис. 1 (см. ниже).

Для увеличения точности классификации изображений вместо обучения сети с нуля можно воспользоваться технологией передачи обучения и модернизировав лишь выходные слои провести дополнительное обучение модель сети на целевых изображениях. Данный метод взят за основу формирования второй экспериментальной модели.

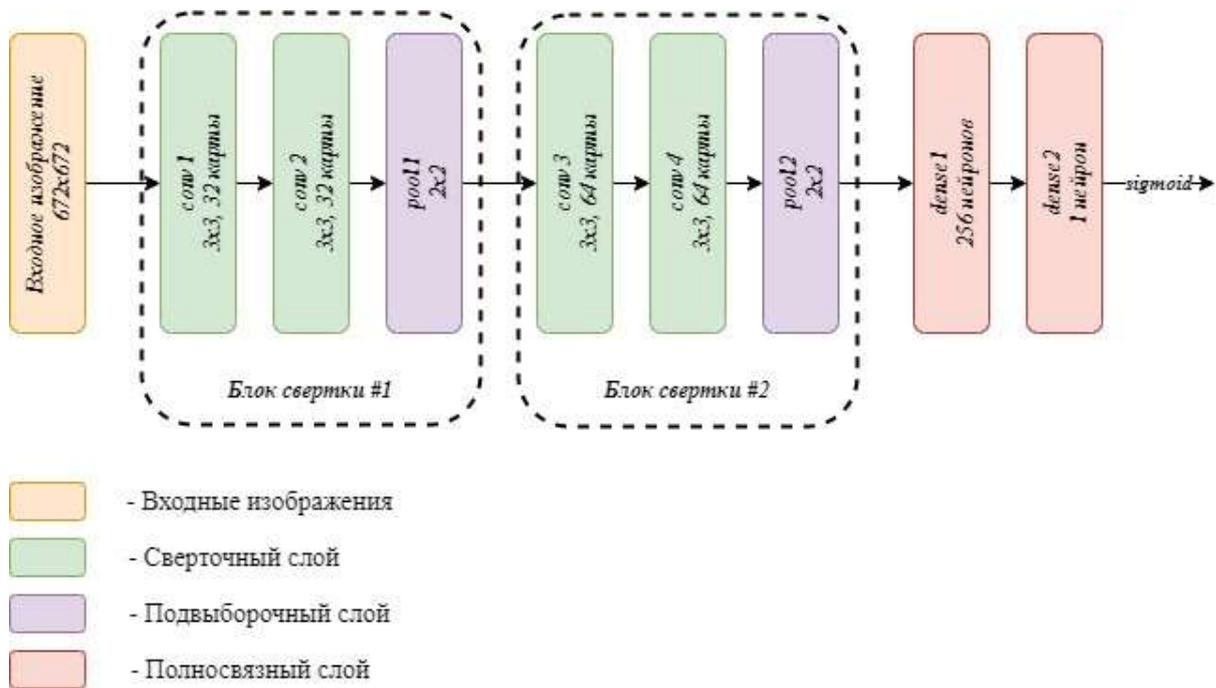


Рис. 1. Структура модели первой сверточной сети

Для возможности использования модели для идентификации дыма, необходимо провести модернизацию полносвязной части сети. Для этого на выходящих полносвязных слоях уменьшим количество нейронов до одного. Схема модернизированной сети представлена на рис. 2.

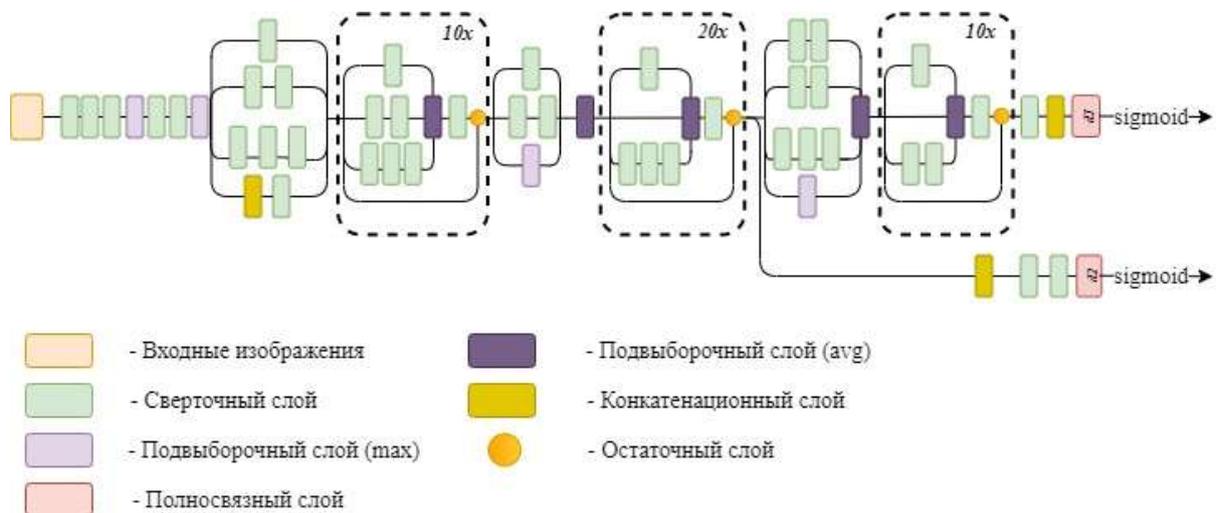


Рис. 2. Структура модели второй сверточной сети

Сеть InceptionResNetV2 в отличие от сетей VGG оперирует с размерами изображений кратными 299 [1]. В нашем случае на вход данной сети будут подаваться изображения 598 на 598 пикселей.

Согласно схеме модернизированной сети, обучению подвергнуты только 2 полносвязных слоя классификатора.

Целевое применение автоматизированной системы подразумевает работу с изображением окружающей местности нефтяных месторождений на территории таежных регионов Российской Федерации. Патрульный полет разведывательного летательного аппарата при нормальной видимости выполняется на высоте 600–800 м. Классификатор работает с двумя классами изображений: лес с признаками задымления и огня, лес без признаков задымления и огня. Для обучения подготовлена выборка, состоящая из 2 000 изображений: часть изображений составлена из опубликованных в сети Интернет съемок лесных пожаров, часть – из предоставленных патрульной службой материалов патрулирования. Пакет изображений разделен на три подвыборки: 1 400 изображений на обучение, 300 изображений на валидацию и 300 изображений на тестирование.

При запуске обучения начальные веса на входах нейронов определяются случайным образом, что может существенно влиять на итоговый результат обучения [2]. По этой причине каждая модель обучалась по два раза.

Обучение модели VGG1 заняло 11 часов 4 минуты 54 секунд. Полученная точность классификации на валидационном наборе составила 96 %, значение функции ошибки: 0.1106. Обучение модели VGG2 заняло 11 часов 1 минуту 48 секунд. Полученная точность классификации на валидационном наборе составила 93,3 %, значение функции ошибки: 0.1681.

Обучение модели IRNv2_1 заняло 11 часов 1 минуту 49 секунд. Полученная точность классификации на валидационном наборе составила 99,67 %, значение функции ошибки: 0.0133. Обучение модели IRNv2_2 заняло 11 часов 10 минут 31 секунду. Полученная точность классификации на валидационном наборе составила 99,67 %, значение функции ошибки: 0.0131.

Полученные данные указывают на превосходство результатов обучения модели IRNv2 перед моделью VGG. Однако, динамика изменения значений функции ошибки указывают на наличие процесса переобучения моделей. Для получения наилучших результатов обе модели требуют проведения процесса оптимизации гиперпараметров.

В рамках оптимизации рассматривается два способа подбора наилучших значений гиперпараметров: автоматизированная оптимизация, с использованием модуля Keras Tuner, и ручной подбор количества эпох, для предотвращения переобучения моделей.

Для первой модели наилучшие результаты получены на 9 эпохах (val_loss: 0.1052, val_accuracy: 0.9800), для второй на 11 (val_loss: 0.0071, val_accuracy: 1.0000). График параметров точности классификаторов оптимизированных моделей представлен на рис. 3:

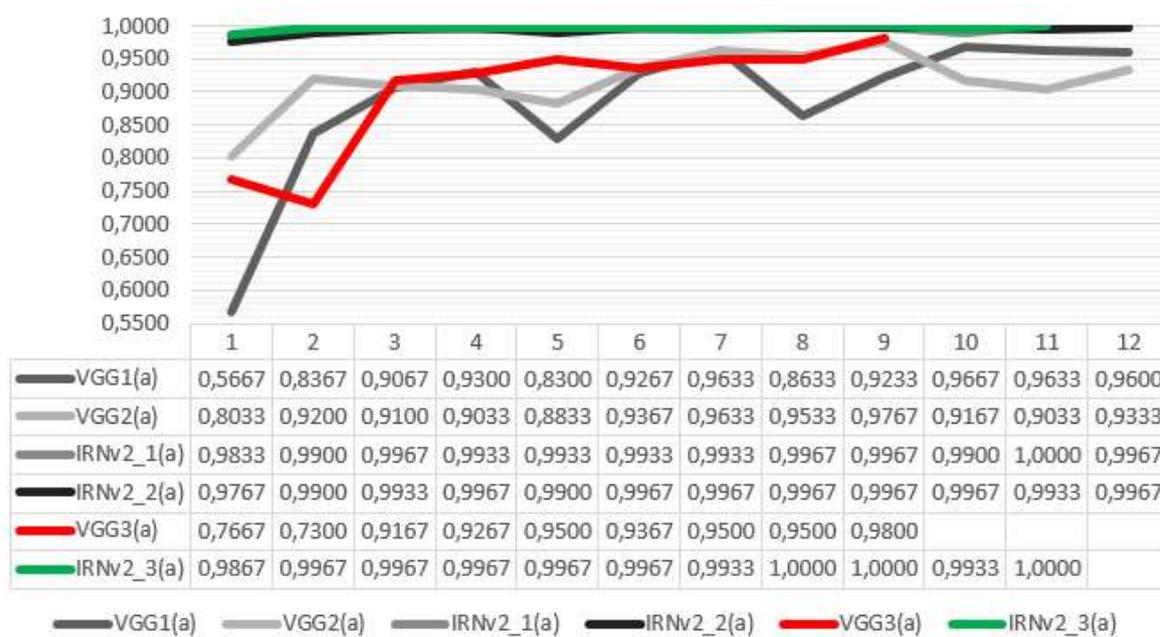


Рис. 3. График точности оптимизированных классификаторов

Две оптимизированные модели VGG и IRNv2 проверяются на точность посредством метода `model.evaluate` [3]. Проверка проводится на отдельном наборе изображений: 150 изображений без дыма и 150 изображений с дымом. Результат проверки модели VGG представлен на рис. 4:

```
loss, acc = model.evaluate(test_generator, batch_size=10, verbose=1)
print("Trained model, accuracy: {:.5.2f}%".format(100*acc))
300/300 - 1500s 5s/step - loss: 0.1308 - accuracy: 0.9567
```

Рис. 4. Проверка точности первой модели

Результат проверки модели IRNv2 представлен на рис. 5:

```
loss, acc = model.evaluate(test_generator, batch_size=10, verbose=1)
print("Trained model, accuracy: {:.5.2f}%".format(100*acc))
300/300 - 1500s 5s/step - loss: 0.0302 - accuracy: 0.9797
```

Рис. 5. Проверка точности второй модели

По результатам тестирования точность второй модели составила 97,97 % точности, что на 2,3 % выше, чем у первой.

В ходе процесса разработки целевой автоматизированной системы идентификации задымления получена точность классификации, сравнивая с человеческими возможностями. Две рассматриваемые модели несмотря на значительные отличия в архитектуре при тестировании методом `model.evaluate` достигли точности выше 95 %, что полностью удовлетворяет исходным требованиям. Достижения такого уровня точностью говорит о возможности дальнейшего развития систем подобного типа и назначения.

Список используемых источников

1. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными : пер. с англ. СПб. : ООО «Альфа-книга», 2017. – 480 с.
2. Вандер Плас Дж. Python для сложных задач. Наука о данных и машинное обучение. СПб. : Питер, 2018. – 576 с.
3. Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow. Концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. М. : Вильямс, 2018. – 688 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИУС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Литвиновым В. Л.

УДК 621.3, 681.5, 004.75, 602
ГРНТИ 59.14, 47.14, 20.53.23, 28.15.15

Г. С. Великоборец (студент гр. РК-82, СПбГУТ), cathseugut@gmail.com
В. А. Юрова (к. ф.-м. н., доцент кафедры ЭиС, СПбГУТ), va-yurova@mail.ru

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОМОРФНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ РУКОЙ

Целью работы является создание прототипа системы управления антропоморфной роботизированной рукой, обладающей высокой степенью схожести с человеческой рукой, с помощью которой возможно регистрация её действий с помощью датчиков и воспроизведение этой модели в виртуальной среде. Проанализированы возможные варианты реализации системы управления. В ходе работы создан прототип конструкции захвата положения одного пальца, разработана система мультиплексирования большого числа сигналов, поступающих от датчиков.

полупроводниковая электроника, микроконтроллер, роботизированная рука, мультиплексирование, Blender 3D, робототехника, автоматизация, медицинская электроника.

Velikoborets G., Yurova V. Development of a Control System of the Anthropomorphic Robotic Arm.

The aim of this work is to develop a prototype of a control system of the anthropomorphic robotic arm that is similarity with a human hand, and it is possible to register hand and fingers actions using sensors and reproduce this model in a virtual environment. In the paper was analyzed the ways of realize the control system. In the course of the work, a prototype of the design for capturing the position of one finger was created, and a system for multiplexing a large number of signals coming from sensors was developed.

Key words: semiconductor electronics, microcontroller, robotic arm, multiplexing, Blender 3D, robotics, automation, medical electronics.

Роботизированная рука – это тип механической руки, обычно программируемой, с функциями, аналогичными человеческой руке. Такой вид механизма может проектироваться как отдельный механизм, так и представлять собой составную часть роботизированной системы. Основная часть представляет собой управляющую перчатку, осуществляющую захват движений кисти с помощью датчиков и передающей информацию о положении на управляемую руку, например, в виртуальной среде, автоматизированной системы производства или хирургической роботизированной системы, посредством микроконтроллера (рис. 1).

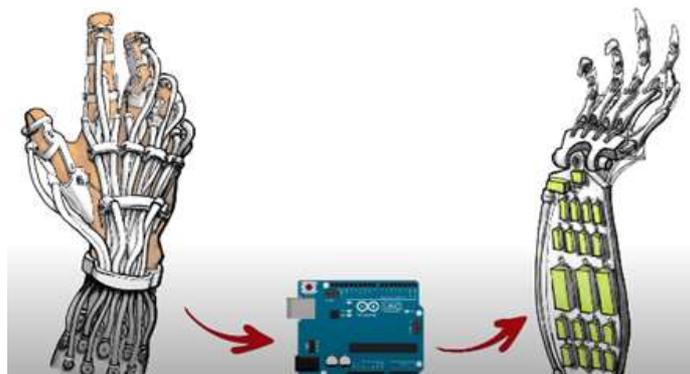


Рис. 1. Обобщённая схема системы управления (<https://yandex.ru/images/>)

Выбор датчиков движения фаланг пальцев. Проанализировав строение кисти и возможные движения суставов, было решено выбрать систему из потенциометров, закрепленных в несущей конструкции (рис. 2).

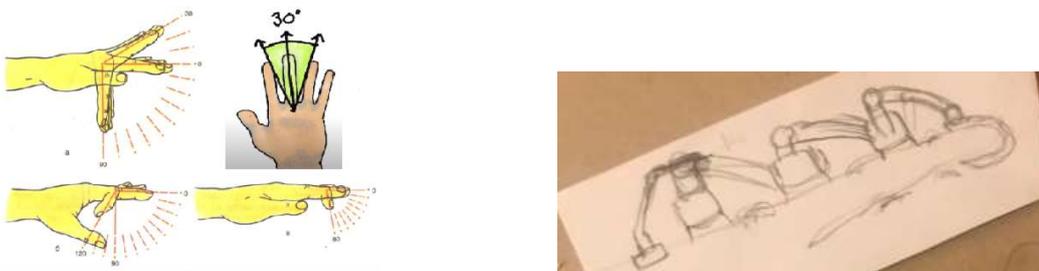


Рис. 2. Возможные положения пальца (<https://yandex.ru/images/>) и схематичное изображение системы фиксации датчиков

ени свободы, а сустав, соединяющий палец с кистью – две. Таким образом, используя систему из четырех потенциометров, закрепленных в несущей конструкции для фиксирования движения фаланги и пальца в целом, можно точно реализовать модель пальца. В качестве потенциометра был выбран smd модуль sv01a103aea01r00 сопротивлением 10 кОм (рис. 3, а).

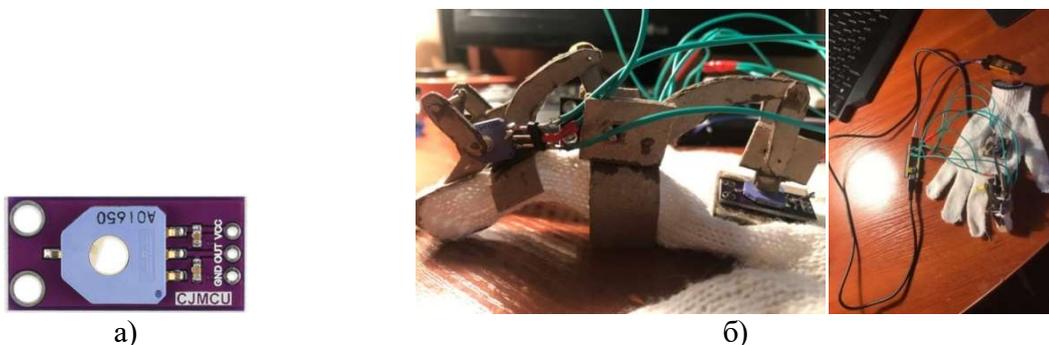


Рис. 3. а) модуль sv01a103aea01r00, используемый в качестве потенциометра; б) проектируемый прототип управляющей системы

Конфигурирование АЦП и передача данных. Обработка данных с потенциометров осуществляется микроконтроллером. В качестве основы исполнения рассматривались два типа микроконтроллеров: STM103T6C8 и ArduinoNano. Главным критерием отбора стала точность встроенного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). У микроконтроллера Arduino встроенный АЦП имеет точность 8 разрядов; у STM – 12 разрядов. То есть цифровые значения аналогового сигнала, поступающего на вход Arduino, лежат в пределах от 0 до 255, у STM – в пределах от 0 до 4095, обеспечивая на 1 градус поворота соответственно 0,7 и 11 единиц. Начальное конфигурирование микроконтроллера производилось в среде STM32CubeMX. В STM32 АЦП работает по методу последовательного приближения. Для предварительного тестирования системы был создан прототип одного пальца управляющей системы (рис. 3, б, см. выше), в ходе которого было обнаружено, что даже в состоянии покоя сустава, показания датчика колеблются в пределах 5 единиц, поэтому разрядности микроконтроллера Arduino не хватило бы для точного определения положения пальца.

Каналы АЦП делятся на два вида: регулярные каналы (*regular channels*), которые содержат одну перезаписываемую ячейку для сохранения всех результатов, и инжектированные (*injected channels*), у которых есть своя отдельная ячейка для сохранения результата, но не больше четырех. На данном этапе было решено использовать инжектированные каналы, так как количество датчиков (3) позволяло это. Однако в дальнейшем будет необходим переход на регулярные каналы, по причине большого количества датчиков для полной перчатки (23). Так как необходимо будет передавать 23 отдельных сигнала по 23 различным проводам, эффективнее будет пропустить их через цепь мультиплексеров, которая будет чередовать четыре сигнала, чтобы позволить микроконтроллеру иметь вход для всех 23 датчиков, используя при этом только четыре или пять пинов.

Разработка схемы мультиплексирования. Мультиплексор – это коммутатор, у которого есть несколько входов и один выход [1]. Можно использовать как готовый аналоговый мультиплексор, так и создать свой, используя электронные ключи на КМОП элементах. Структурная схема мультиплексирования сигналов с четырех потенциометров и пример симуляции работы схемы представлены на рис. 4 (см. ниже). Ключи поочередно коммутируют четыре разных уровня напряжения.

Схема управления адресными входами реализована с помощью двухразрядного счетчика, тактируемого генератором импульсов. В качестве генератора прямоугольных импульсов можно использовать мультивибратор на трёх логических элементах «И-НЕ». Частота колебаний задается всего лишь одной RC цепочкой (рис. 5, см. ниже).

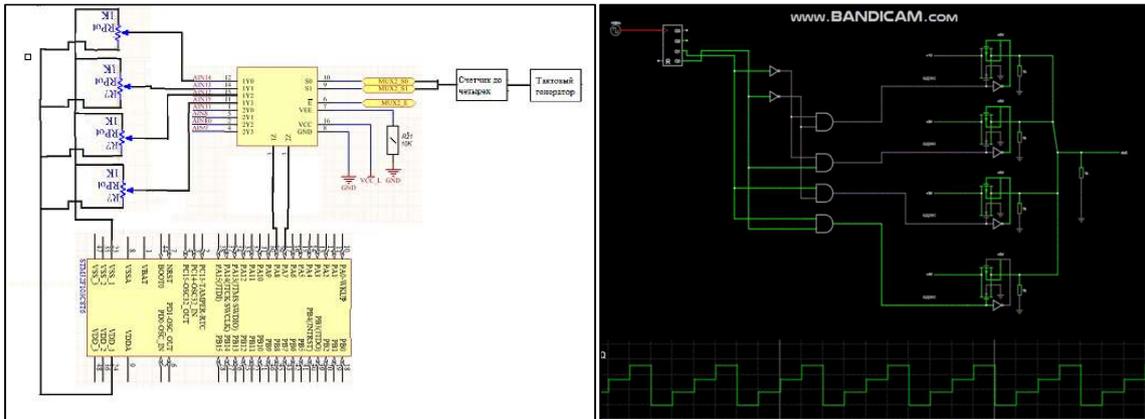


Рис. 4. Структурная схема мультиплексирования и симуляция её работы

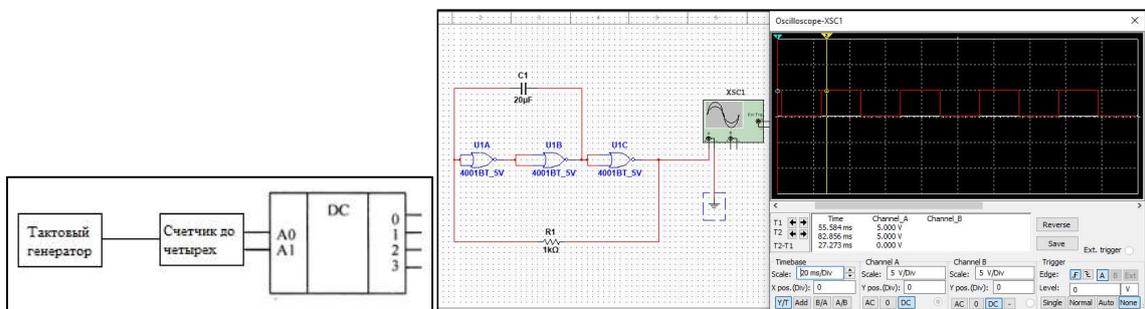


Рис. 5. Схема управления адресами и генератор прямоугольных импульсов

Сбор и передача данных. В бесконечном цикле производится сбор аналоговых данных с каждого порта, и получаемые данные сохраняются в созданный буфер (рис. 6).

```

HAL_ADCEx_InjectedStart (&hadc1);
HAL_ADC_PollForConversion (&hadc1, 100);
ADC_Data[0] = (uint16_t) HAL_ADCEx_InjectedGetValue (&hadc1, ADC_INJECTED_RANK_1);
ADC_Data[1] = (uint16_t) HAL_ADCEx_InjectedGetValue (&hadc1, ADC_INJECTED_RANK_2);
ADC_Data[2] = (uint16_t) HAL_ADCEx_InjectedGetValue (&hadc1, ADC_INJECTED_RANK_3);

```

Рис. 6. Скриншот части алгоритма сбора данных с АЦП

Далее осуществляется передача данных с помощью USB на виртуальный com порт, создаваемый микроконтроллером, с помощью функции CDC_Transmit_FS. Полный исходный код, написанный в ходе реализации проекта, представлен на Github [2]. Прошивка загружается в память микроконтроллера программатором ST-Linkv2 с помощью утилиты STLinkUtility.

Визуализация системы захвата в Blender3D. Для визуализации получаемых данных был написан скрипт для Blender 3D, который в режиме реального времени считывает данные, поступающие в com порт, и отображает изменения на модели кисти (рис. 7).

Для написания скриптов Blender 3D поддерживает язык Python. Для считывания данных из com порта используется библиотека pySerial. Blender не позволяет использовать обычный бесконечный цикл `while(1)` для считывания данных и отрисовки, так как пока скрипт выполняется, Blender ожидает его завершения и блокируется. Решение состоит в использовании модального оператора. Модальные операторы выполняются при пользовательском вводе или настраивают свои собственные таймеры для частой работы.

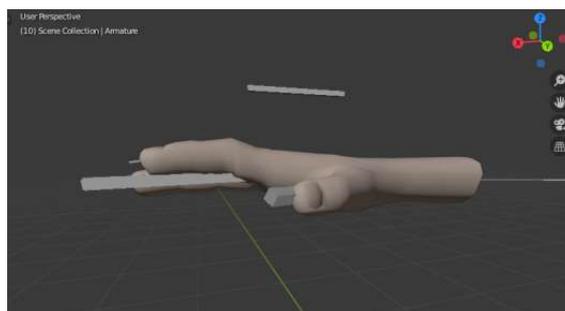


Рис. 7. Модель кисти, реализованная в Blender 3D

Разработанный в ходе реализации проекта исходный код программы представлен на Github [3]. Также в ходе работы была создана 3D модель полной перчатки управления средствами SolidWorks, которую планируется напечатать на 3D принтере. Пример работы сконструированного прототипа и 3D-модель приведены на рис. 8.



Рис. 8. Пример работы системы

Заключение. Была создана система управляющей перчатки, которая обеспечивает высокую точность повторения движения отдельных суставов пальцев, совмещая в себе простоту и надежность конструкции. Это подтверждается тестированием созданного прототипа, видеопрезентации которого доступны на YouTube [4, 5]. В результате работы была написана библиотека на языке Python для работы спроектированной схемы и её виртуального представления, часть которой доступна в источниках [2, 3]. В дальнейшем планируется доработка и сборка полного прототипа антропоморфной роботизированной руки.

Список используемых источников

1. Микушин А. В., Сажнев А. М., Сединин В. И. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб, пособие. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 832 с.: ил.
2. gaz27rus/BlenderControlScript [Электронный ресурс] // github.com. – Режим доступа: <https://github.com/gaz27rus/BlenderControlScript>
3. gaz27rus/STM32_control-firmware [Электронный ресурс] // github.com. – Режим доступа: https://github.com/gaz27rus/STM32_control-firmware
4. Великоборец Г. (2020) ControlGlove Test2 [Любительское видео] // YouTube. 15 мая. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=HjcFKmGtxi0>
5. Великоборец Г. (2020) ControlGlove Test1 [Любительское видео] // YouTube. 15 мая. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=Q1ZajHgrQQc>

УДК 623.746.
ГРНТИ 73.37.01

Т. О. Каткова (студентка гр. ФП-61, СПбГУТ), tatyana.katkova.98@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В статье рассматривается беспилотный летательный аппарат Zala 421-22 и альтернативные источники питания. В процессе работы был произведен подробный обзор многочисленных источников питания разного типа, показано как каждый из них повлияет на основные характеристики БПЛА. Были приведены гистограммы и схемы питания с аккумуляторной батареей и батареей топливных элементов.

беспилотный летательный аппарат, источник питания, аккумуляторная батарея, топливный элемент, массогабаритные характеристики.

Katkova T. Optimization of the Power Supply System for an Unmanned Aerial Vehicle. *The article presents the Zala 421-22 unmanned aerial vehicle and alternative power sources. A detailed review of numerous power sources of different types was made in the working process. It is showing how each of them will affect the main characteristics of the UAV. The histograms and the power supply circuit based on battery and fuel cell were given.*

Key words: unmanned aerial vehicle, power source, battery, fuel cell, weight and size characteristics.

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – воздушное судно без пилота-человека на борту. В данной работе рассматриваются характеристики беспилотного летательного аппарата Zala 421-22, представленные в таблице 1, а также возможность их (время работы и грузоподъемность) улучшения [1].

ТАБЛИЦА 1. Сравнительная таблица полосковых линий передач

| | |
|--|---|
| Продолжительность полёта | 35 минут |
| Габариты рамы в сложенном (разложенном) состоянии без фюзеляжа | 1840×220×165 мм (1 060×1 060×165 мм) |
| Скорость | до 30 км/ч |
| Максимальная взлётная масса | 8 кг |
| Масса целевой нагрузки | До 2 кг |
| Целевые нагрузки | Тип «16Е+» |
| АБ | 1000 мА·ч 7S×2 |
| Тип АБ | Li-Pol |
| Ёмкость АБ | 10 А·ч |
| Напряжение АБ | 29,4 В |
| Габариты АБ | 160×60×72 мм |
| Вес АБ | 1 500 г |
| Цена АБ | 13 000 р |
| Цикл «заряд-разряд» | 50 |

Комплекс предназначен для ведения дистанционного наблюдения за подстилающей поверхностью и определение координат, обнаруженных в любое время суток. Функциональная схема БПЛА ZALA 421-22 на основе 7 литий-полимерных аккумуляторов приведена на рис. 1.

Самый простой и дешевый вариант модернизации системы электропитания Zala 421-22 – это замена его аккумуляторной батареи. Аккумуляторная батарея – это источник постоянного тока, который предназначен для накопления и хранения энергии [2]. В работе было проведено сравнение характеристик различных типов аккумуляторных батарей, которые широко представлены на рынке. Все АБ

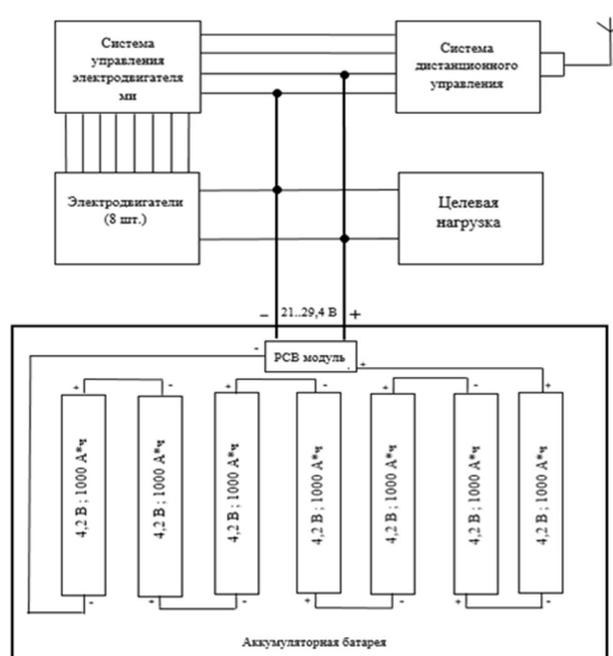


Рис. 1. Функциональная схема БПЛА Zala 421-22

подбирались под одинаковое или близкое значение запасенной энергии в исходной аккумуляторной батарее. В таблице 2 представлены характеристики подобранных аккумуляторных батарей различных типов.

ТАБЛИЦА 2. Характеристики подобранных АБ

| Вид АБ | Тип АБ | С, А ч | U, В | Габариты, мм | Масса, кг | Кол-во, шт. | Масса с учётом кол-ва, кг | Габариты с учётом кол-ва, мм ³ | Цена с учётом кол-ва, р |
|-----------------------|----------------|-----------|------------|------------------|--------------|-------------|---------------------------|---|-------------------------|
| Свинцово-кислотные АБ | Gel (1) | 12 | 12 | 151×70×131 | 4 | 3 | 12 | 4 154 010 | 9 900 |
| | Gel (2) | 10 | 12 | 150×87×93 | 3,6 | 3 | 10,8 | 3 640 950 | 8 700 |
| | AGM (1) | 10 | 12 | 150×87×93 | 3,22 | 3 | 9,66 | 3 640 950 | 7 200 |
| | AGM (2) | 4 | 6 | 70×48×108 | 0,67 | 15 | 10,05 | 5 443 200 | 5 250 |
| | AGM (3) | 12 | 6 | 151×50×100 | 1,8 | 5 | 9 | 3 775 000 | 6 500 |
| | AGM (4) | 12 | 6 | 151×51×95 | 1,9 | 5 | 9,5 | 3 658 000 | 14 720 |
| | AGM (5) | 12 | 12 | 151×98×100 | 3,9 | 3 | 11,7 | 4 439 400 | 7 650 |
| Щелочные АБ | Ni-Mh (1) | 3 | 1,2 | 22×45 | 0,052 | 100 | 5,2 | 1 709 730 | 24 500 |
| | Ni-Mh (2) | 4 | 1,2 | 23×43 | 0,052 | 75 | 3,9 | 1 339 230 | 24 000 |
| | Ni-Cd (1) | 2 | 24 | 117×110×95 | 1,230 | 5 | 6,15 | 6 113 250 | 57 100 |
| | Ni-Cd (2) | 4,5 | 1,2 | 32×59 | 0,128 | 100 | 12,8 | 4 742 660 | 47 600 |
| Литиевые АБ | LiFePO4 (1) | 10 | 3,2 | 38×145 | 0,260 | 10 | 2,6 | 1 643 630 | 13 260 |
| | LiFePO4 (2) | 2,5 | 3,2 | 26,7×65,2 | 0,086 | 40 | 3,44 | 1 459 490 | 20 800 |
| | Li-Ion (1) | 10 | 9 | 38,4×60×70,4 | 0,310 | 3 | 0,93 | 486 600 | 24 300 |
| | Li-Ion (2) | 5 | 3,6 | 26,7×65 | 0,096 | 16 | 1,536 | 582 000 | 10 016 |
| | Li4Ti5O12 (1) | 1,3 | 2,4 | 18×65 | 0,044 | 140 | 6,16 | 2 314 490 | 42 560 |
| | Li4Ti5O12 (2) | 10 | 12 | 29×8×204 | 1,800 | 3 | 5,4 | 631 590 | 120 600 |
| | Li4Ti5O12 (3) | 10 | 2,4 | 40×120 | 0,250 | 13 | 3,25 | 195 936 | 25 636 |
| | LiCoO2 | 3,2 | 3,75 | 8×65 | 0,049 | 32 | 1,568 | 529 030 | 9 344 |
| | LiNiMnCoO2 (1) | 7,1 | 3,6 | 2×69 | 0,155 | 16 | 2,48 | 887 440 | 8 240 |
| | LiNiMnCoO2 (2) | 3,2 | 3,67 | 18×68,5 | 0,050 | 32 | 1,6 | 557 510 | 11 968 |
| | LiNiMnCoO2 (3) | 2,6 | 3,7 | 18×65 | 0,050 | 32 | 1,6 | 529 030 | 10 656 |
| | LiNiCoMnO2 (4) | 10 | 30 | 390×110×80 | 1,700 | 1 | 1,7 | 3 432 000 | 11 875 |
| | Li-pol | 10 | 4,2 | 160x60x72 | 0,214 | 7 | 1,5 | 691 200 | 13 000 |

Сравнение аккумуляторных батарей по массогабаритным характеристикам выявило одну неочевидную особенность – разное исполнение одного и того же типа АБ может давать разные удельные характеристики, но при одних типах АБ увеличение удельных характеристик

связано с увеличением количестве отдельных батарей, а при других – с уменьшением отдельных батарей (табл. 2). Это говорит о том, что важно сравнивать массогабаритные характеристики выпускаемых АБ, что позволяет найти оптимальный вариант исполнения АБ. Так, например, 3 9В×10А ч «классических» литий-ионных батареи (хотя технология уже не новая, но модернизация технологии всё равно продолжается) имеют суммарные удельные характеристики на 50 % ниже нежели 7 4,2В×10А·ч аккумуляторных батарей, выполненных по более новой – литий-полимерной технологии, которая должна иметь бóльшие удельные характеристики.

Как видно из всех сравнений (рис. 2–6, см. ниже), проведенных выше, очевидный выбор должен быть сделан либо в пользу 3 Li-Ion батарей, либо в пользу 32 LiCoO₂. Первый вариант имеет меньший вес, габариты, но бóльшую цену. Можно увеличить батарею двумя элементами, так увеличится энергия и время работы на 53 %. Но возрастет стоимость с 13 до 40 тыс. руб. Второй вариант (LiCoO₂) – это самый дешевый вариант и имеет смысл только чтобы сэкономить расходы. В случае долговечности интерес представляют батареи из 10 LiFePO₄ аккумуляторов и 10 Li₄Ti₅O₁₂. Пусть и уменьшается масса полезной нагрузки, зато в первом случае получаем срок службы дольше в 2,5 раза, а во втором в 13 раз.

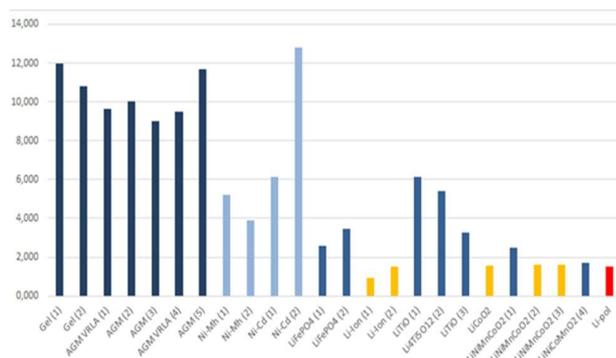


Рис. 2. Массы рассматриваемых аккумуляторных батарей (кг)

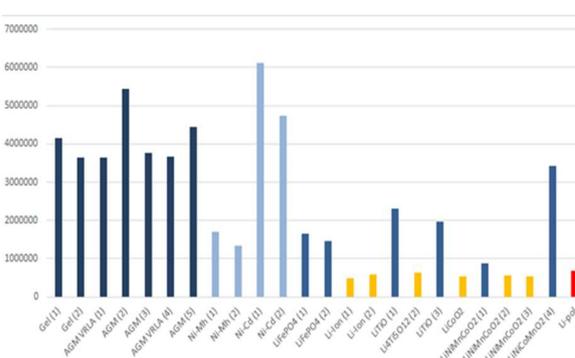


Рис. 3. Объем рассматриваемых аккумуляторных батарей (мм³)

Другой вариант модернизации системы электропитания БПЛА Zala 421-22 – это замена его аккумуляторной батареи на топливный элемент. Он вырабатывает постоянный ток путем химических реакций между электролитом, анодом и катодом. Подходящий вид данному беспилотнику – это топливный элемент с протонно-обменной мембранной, где водород и кислород взаимодействуя, получают воду, электричество и тепло [3]. Главный недостаток, что система с ТЭ становится значительно сложнее, в неё добавляются новые элементы (рис. 7).

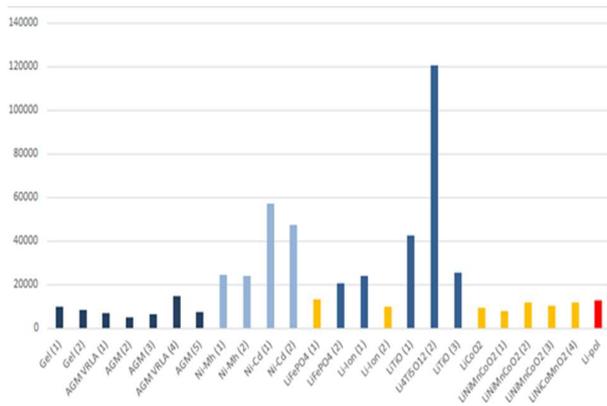


Рис. 4. Цены рассматриваемых аккумуляторных батарей (руб.)

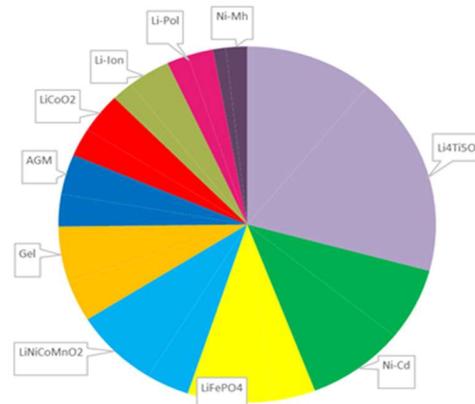


Рис. 5. Допустимое количество циклирования рассматриваемых аккумуляторных батарей

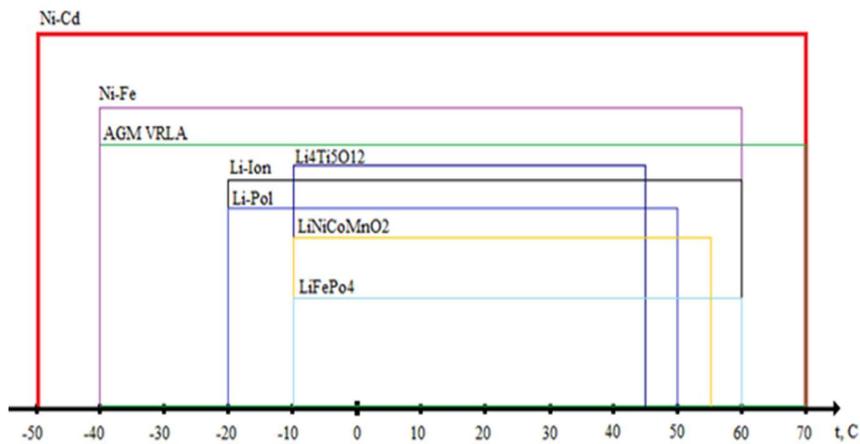


Рис. 6. Диапазон рабочих температур рассматриваемых аккумуляторных батарей

Из всех рассмотренных вариантов топливных элементов мощностью 500 Вт, остановились на отечественном производителе VMPower (г. Черноголовка, М.О.) и зарубежном – AEROSTAK A-500. Рассмотрели два способа хранения топлива: «классический» с помощью баллона и металлгидридный картридж. Выбрали первый вариант, дабы ещё больше не усложнять систему питания (для запитывания ТЭ мощностью 500 Вт необходимо 17 металлгидридных картриджей, водород надо будет брать из 8 источников). Получили, что система электропитания на основе ТЭ и хранением водорода в баллоне отечественного исполнения (ТЭ и баллон VMPower на 7 л) будет работать на одном баллоне 335 мин (5,6 ч), а в зарубежном исполнении (баллон на 2 л) – 258 мин (4,3 ч), имея практически одинаковый вес.

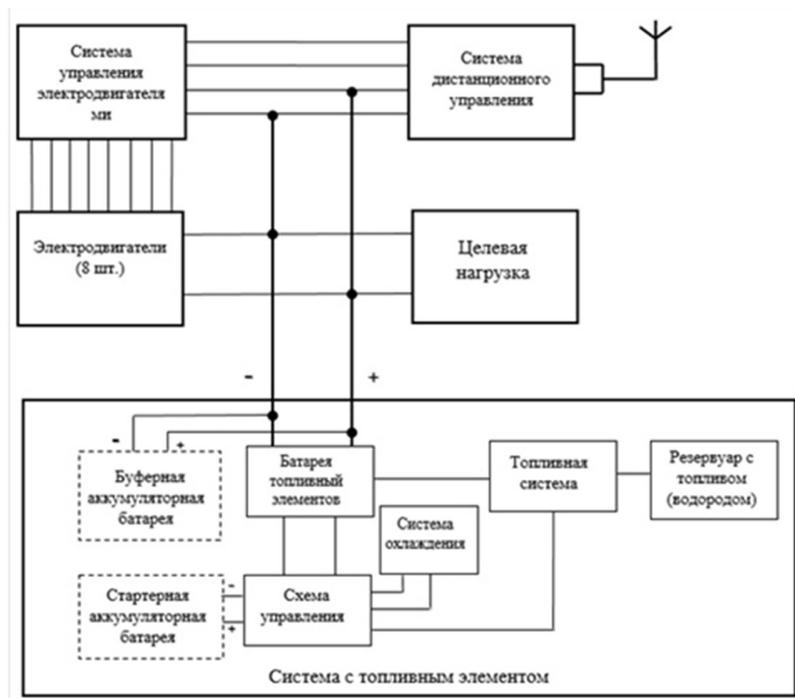


Рис. 7. Функциональная схема БПЛА 421-22 (замена АБ на систему с ТЭ)

Существенный минус системы электропитания на основе ТЭ – это его большая цена. Но если требуется, чтобы БПЛА работал непрерывно (перерыв только на дозаправку топливом, что не так долго по сравнению с перезарядкой АБ), то использование такой системы электропитания оправдано.

Список используемых источников

1. ZALA AERO GROUP, Инструкция по эксплуатации и технические характеристики беспилотного летательного аппарата 421-22. Ижевск, 2013.
2. Аурбах Д. и др. Промышленное применение аккумуляторных батарей. От автомобилей до авиакосмической промышленности и накопителей энергии : монография / Под ред. М. Бруссилы, Дж. Пистойя ; пер. с англ. Н. Г. Максимовой ; под ред. И. В. Кокоревой. – М. : Техносфера, 2011. – 782 с. : ил. ISBN 978-5-94836-287-8 (в пер.).
3. Дмитриков В. Ф., Лившиц А. И., Ноткин М. Е., Шушпанов Д. В. Системы бесперебойного питания на основе прямого преобразования органического топлива в электричество с помощью водородных топливных элементов // Газинформ. 2009. № 3/26. С. 14–19.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ТЭЦиС СПбГУТ, кандидатом технических наук Шушпановым Д.В.

УДК 621.372.414
ГРНТИ 47.45.99

А. Э. Ланда (к. т. н., доцент кафедры ЭиС, СПбГУТ), landa.alexandr@mail.ru
Л. Р. Мугу (студентка гр. ФП-91м, СПбГУТ), liliamugu@gmail.com

ПОЛОСКОВЫЙ РЕЗОНАТОР СВЧ ДИАПАЗОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРРИТОВЫХ ВСТАВОК

Предложена реализация СВЧ резонатора в виде шлейфа на микрополосковой линии с ферритовой вставкой, которая имеет очень высокое волновое сопротивление. Такой резонатор является эквивалентом шлейфного резонатора, имеющего волновое сопротивление, которое невозможно реализовать на микрополосковой линии.

СВЧ, резонатор, ферритовая вставка, шлейфный резонатор, высокоомная линия.

Landa A., Mugu L. Strip Resonator of the Microwave Range Using Ferrite Inserts.

The implementation of a microwave resonator in the form of a stub on a microstrip line with a ferrite insert, which has a very high wave resistance, is proposed. This resonator is the equivalent to a stub resonator that has a wave resistance that cannot be realized on a microstrip line.

Key words: microwave, resonator, ferrite insert, stub resonator, high-resistance line.

Как известно, частотно-селективные устройства (фильтры) имеют очень важную роль в СВЧ электронике. В данной статье речь пойдет об СВЧ резонаторе, реализованном на отрезке микрополосковой линии (МПЛ), так как резонатор является частью фильтра.

Создание фильтров, реализованных на МПЛ, является достаточно сложной задачей, в силу того, что в большинстве случаев необходимо создавать отрезки линий с очень высоким волновым сопротивлением. Как известно, чем меньше ширина отрезка линии, тем выше волновое сопротивление этой линии. Но для достижения, например, волнового сопротивления равного 200 Ом, необходимо, чтобы ширина линии была отрицательна, что физически не может быть реализовано [1, 2].

Как известно, волновое сопротивление можно определить по формуле [3]:

$$Z = \sqrt{\frac{L_n}{C_n}} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}},$$

где Z – волновое сопротивление, L_n – погонная индуктивность, C_n – погонная ёмкость, μ – магнитная проницаемость, ε – диэлектрическая проницаемость.

Отсюда, очевидно, что использование ферритовых вставок, магнитная проницаемость которых много больше единицы ($\mu \gg 1$), позволит достигнуть высокого значения волнового сопротивления [4, 5].

В 2018 году, в ходе работы проведенной в ОНИЛ синтеза СВЧ устройств, было проведено экспериментальное исследование макета отрезка линии с ферритовой вставкой. Результат эксперимента подтвердил теоретические выкладки.

В продолжение той работы, была поставлена новая задача – проверить возможность создания шлейфного резонатора с ферритовой вставкой.

На рис. 1 представлен шлейфный резонатор без ферритовой вставки, реализованный на МПЛ, с волновым сопротивлением, равным 200 Ом, создание которого физически невозможно. А на рис. 2 – резонатор, с меньшим волновым сопротивлением (120 Ом), но с ферритовой вставкой, которая имеет очень высокое сопротивление [1, 2].

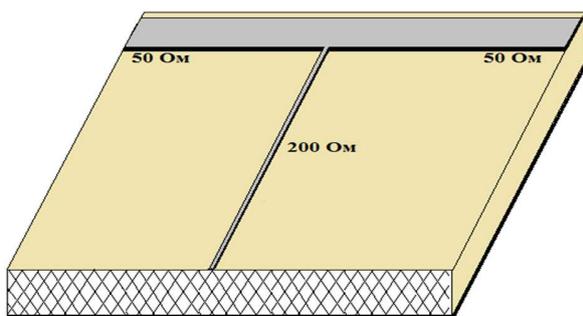


Рис. 1. Шлейфный резонатор без ферритовой вставки

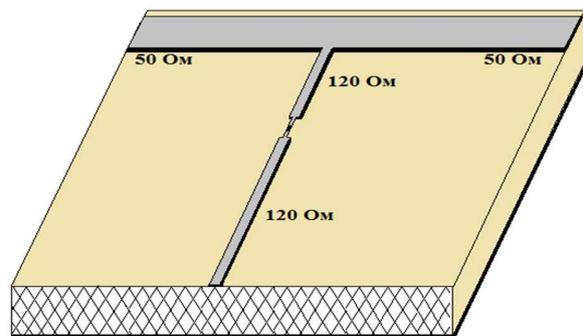


Рис. 2. Шлейфный резонатор с ферритовой вставкой

Расчет данных резонаторов производился по формулам.

1) Формула волнового сопротивления в зависимости от частоты:

$$Z(f) = \frac{1 + \frac{Z_v}{Z_n} \cdot \tanh(Y(f) \cdot L)}{\frac{Z_v}{Z_n} + \tanh(Y(f) \cdot L)} \cdot Z_v,$$

где Z_v – волновое сопротивление линии, Z_n – волновое сопротивление нагрузки, L – длина отрезка линии, $Y(f) = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f / c$, где f – частота, c – скорость света в вакууме.

2) Формула коэффициента отражения волны в зависимости от частоты:

$$G(f) = \frac{Z(f) - Z_g}{Z(f) + Z_g},$$

где G – коэффициент отражения волны, Zg – волновое сопротивление генератора.

3) Формула коэффициента передачи в зависимости от частоты:

$$K(f) = \sqrt{1 - |G(f)|^2},$$

где K – коэффициент передачи, G – коэффициент отражения волны.

После всех расчетов, были построены графики АЧХ этих резонаторов, которые приведены на рис. 3, где красной линией обозначена АЧХ шлейфного резонатора без ферритовой вставки, а синей – АЧХ резонатора с ферритовой вставкой.

Как видно, графики АЧХ этих резонаторов практически совпали, что является доказательством возможности создания шлейфного резонатора с ферритовой вставкой.

Дальнейшее развитие данной темы является перспективным, так как появляется возможность создания фильтров, реализация которых ранее была невозможна.

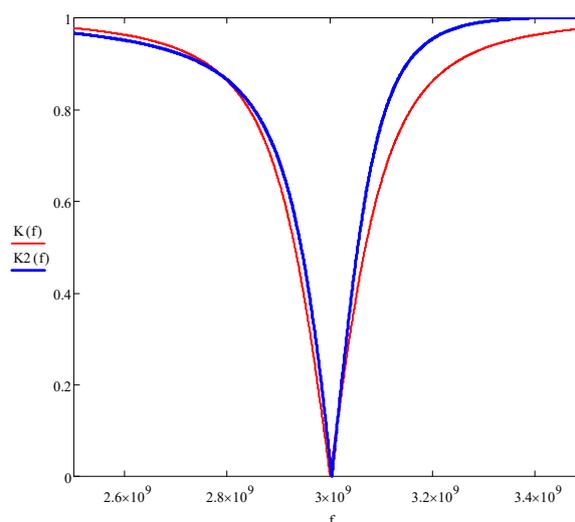


Рис. 3. АЧХ шлейфного резонатора без ферритовой вставки и резонатора с ферритовой вставкой

Список используемых источников

1. Hindy M. A. High Frequency Characteristics of Ferrite Materials and Applications to Microstrip Circuits. – 1999.
2. Riches E. E. Ferrites. A Review of Materials and Applications. – Mills & Boon, 1972.
3. Мазепова О. И., Мещанов О. И., Прохорова Н. И. Справочник по расчёту элементов полосковой техники / Под ред. А. Л. Фельдштейн. – М. : Связь, 1979. – 336 с.
4. Малков Н. А. Гиротропные среды в технике СВЧ: учеб. пособие / под ред. З. Г. Черновой. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 104 с.
5. Fuller A. J. B. Ferrites at microwave frequencies. – IET, 1987. – № 23.

УДК.681.51
ГРНТИ 47.05.05

Е. А. Логвинова (студентка гр. ИКТ-913, СПбГУТ), Katua.logvinova@gmail.com

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ АНАЛОГОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА

Рассматривается методика использования компьютерных программ FASTMEAN и Mathcad для построения электронного аналога последовательного колебательного контура в виде активной RC-цепи. Показан алгоритм нахождения параметров элементов ARC-цепи. Проанализированы полученные частотные характеристики электронного аналога и проведено их сравнение с частотными характеристиками последовательного контура.

электронный аналог, последовательный колебательный контур, ARC-цепь, компьютерная программа, FASTMEAN, Mathcad.

Logvinova Ye. Computer-Aided Analysis of Electronic Analogs of Series Oscillating Circuit.

A procedure of use of FASTMEAN and Mathcad software for building up an electronic analog of series oscillating circuit in the form of active RC-circuit. An algorithm is shown to determine parameters of the ARC-circuit elements. Obtained frequency response curves for the electronic analog are analyzed and compared with frequency response curves of the series circuit.

Key words: electronic analog, series oscillating circuit, ARC-circuit, computer programs, FASTMEAN, Mathcad.

С развитием микроэлектроники появилась необходимость заменять пассивные RLC-цепи их электронными аналогами в виде активных RC-цепей. ARC-цепи содержат активный элемент в виде операционного усилителя (ОУ) и пассивные элементы: резистивные сопротивления R и емкости C . Они не содержат катушек индуктивности, не совместимых с современной микроэлектронной технологией. Такой подход позволяет значительно уменьшить массогабаритные параметры устройств, используя достижения новой технологии.

Многие активные RC-цепи, которые могут рассматриваться, как электронные аналоги колебательных контуров, имеют частотные характеристики, свойственные колебательным контурам [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Рассмотрим в качестве примера расчет параметров электронного аналога последовательного колебательного контура, если выходным является напряжение на резистивном элементе R (рис. 1, а).

Возьмем в качестве аналога последовательного колебательного контура с заданной передаточной функцией одну из возможных ARC-цепей, представленную на рис. 1, б. В выбранной схеме активным элементом является инверсный операционный усилитель, полученный из дифференциального усилителя с двумя входами при условии, что прямой (неинверсный) вход заземлен.

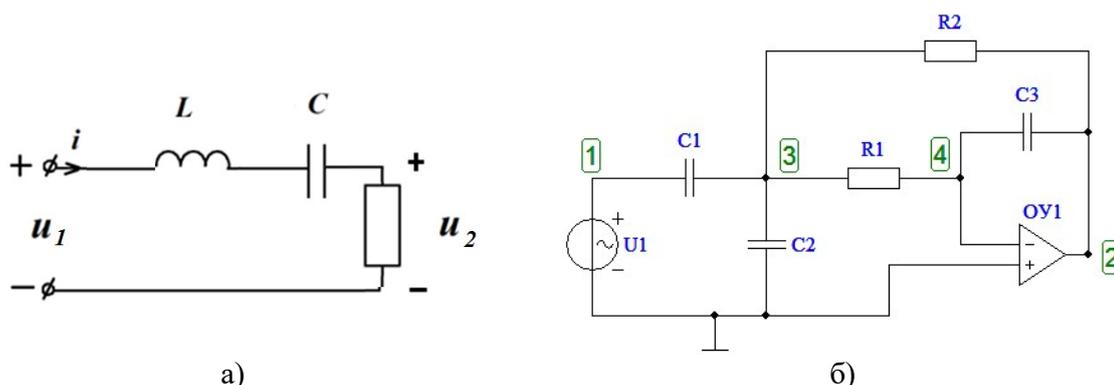


Рис. 1. Схемы: а) последовательного колебательного контура;
б) ARC-электронного аналога

Для последовательного колебательного контура (рис. 1, а) с параметрами: $R = 14,828$ Ом; $C = 0,2683$ мкФ, $L = 5,9$ мГн выведем комплексную передаточную функцию [1, 2, 6]:

$$H(j\omega) = \frac{\dot{U}_R}{\dot{U}_1} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} = \frac{iR}{i\left(R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}\right)} = \frac{j\omega \frac{R}{L}}{-\omega^2 + j\omega \frac{R}{L} + \frac{1}{LC}}. \quad (1)$$

Подставив величины параметров контура, получим:

$$H(j\omega) = \frac{j\omega \cdot 2,513 \cdot 10^3}{-\omega^2 + j\omega \cdot 2,513 \cdot 10^3 + 6,317 \cdot 10^8}. \quad (2)$$

Эта комплексная передаточная функция будет являться заданной для расчета параметров ARC-электронного аналога контура, схема которого приведена на рис. 1, б.

Для нахождения комплексной передаточной функции $H(j\omega) = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}$ выбранного ARC-звена нарисуем комплексную схему замещения (рис. 2) и будем использовать метод узловых напряжений в комплексной форме [1, 2, 6]: составим систему уравнений по методу узловых напряжений в комплексной форме:

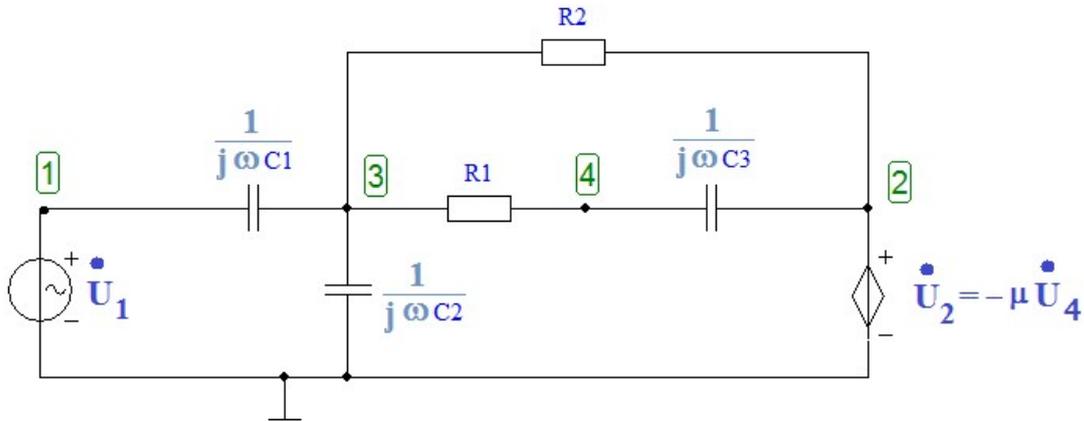


Рис. 2. Комплексная схема замещения ARC-цепи

$$\begin{cases} \left(j\omega C_1 + j\omega C_2 + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \dot{U}_3 - j\omega C_1 \dot{U}_1 - \frac{1}{R_2} \dot{U}_2 - \frac{1}{R_1} \dot{U}_4 = 0; \\ \left(j\omega C_3 + \frac{1}{R_1} \right) \dot{U}_4 - \frac{1}{R_1} \dot{U}_3 - j\omega C_3 \dot{U}_2 = 0; \\ \dot{U}_2 = -\mu \dot{U}_4, \quad \mu \rightarrow \infty, \quad \dot{U}_4 = \frac{\dot{U}_2}{-\mu} = 0. \end{cases}$$

Подставим $\dot{U}_4 = 0$ во второе уравнение системы и выразим $U_3(p)$, получившееся значение \dot{U}_3 подставим в первое уравнение системы и выразим комплексную передаточную функцию:

$$H(j\omega) = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} = \frac{-j\omega \frac{C_1}{C_3 R_1 (C_1 + C_2)}}{-\omega^2 + j\omega \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot \frac{1}{C_1 + C_2} + \frac{1}{C_3 R_1 R_2 (C_1 + C_2)}}. \quad (3)$$

Сделаем проверку правильности полученного выражения $H(j\omega)$ ARC-цепи с помощью программы Fastmean, используя «Символьный» анализ. В результате проверки получаем следующую формулу (рис. 3, см. ниже).

Если заменить $p = j\omega$ и преобразовать формулу, то получим комплексную передаточную функцию, аналогичную полученной аналитическим методом узловых напряжений.

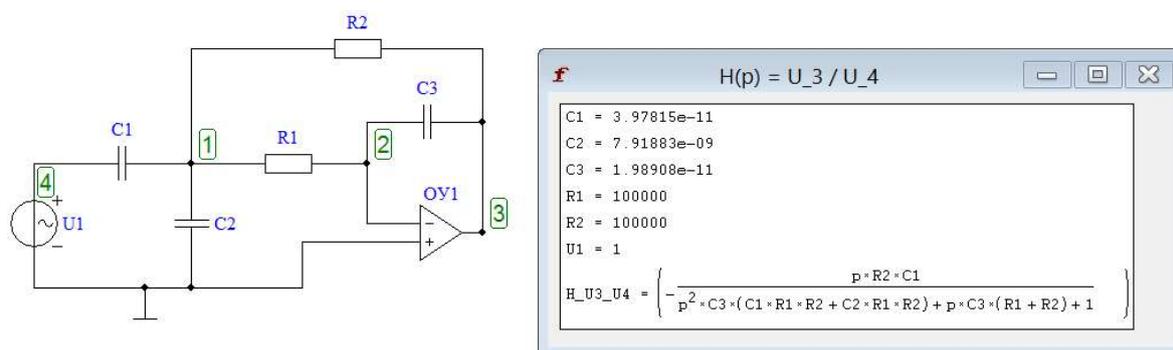


Рис. 3. Символьный анализ в Fastmean

Рассчитаем параметры выбранного ARC-аналога (рис. 1, б) для последовательного колебательного контура (рис. 1, а), комплексная передаточная функция которого имеет вид (2).

Используя метод уравнивания коэффициентов [3, 4, 5, 6], составим систему уравнений для нахождения параметров элементов цепи, для этого приравняем коэффициенты при всех степенях ω заданной $H(j\omega)$ (2) и $H(j\omega)$ приведенного выше ARC-звена (3):

$$\frac{C_1}{C_3 R_1 (C_1 + C_2)} = 2,513 \cdot 10^3;$$

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot \frac{1}{C_1 + C_2} = 2,513 \cdot 10^3;$$

$$\frac{1}{C_3 R_1 R_2 (C_1 + C_2)} = 6,317 \cdot 10^8.$$

В результате уравнивания коэффициентов получается система, в которой число уравнений меньше числа неизвестных параметров элементов. По этой причине некоторые параметры необходимо задать, по возможности положив их равными.

Зададим $R_1 = R_2 = 10^5$ Ом и найдем значения C_1 , C_2 и C_3 .

Для решения данной системы можно воспользоваться программой Mathcad. Решение системы уравнений в программе Mathcad выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}
 R1 &:= 10^5 & R2 &:= 10^5 \\
 \text{Given} & & & \\
 \frac{C1}{C3 \cdot (C1 + C2) \cdot R1} &= 2.513 \times 10^3 \\
 \frac{1}{(C1 + C2)} \cdot \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} \right) &= 2.513 \times 10^3 \\
 \frac{1}{R1 \cdot R2 \cdot C3 \cdot (C1 + C2)} &= 6.317 \times 10^8 \\
 \text{Find}(C1, C2, C3) &\rightarrow \begin{pmatrix} 3.9781541871141364572e-11 \\ 7.9188336590838924595e-9 \\ 1.9890770935570682286e-11 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.978 \times 10^{-11} \\ 7.919 \times 10^{-9} \\ 1.989 \times 10^{-11} \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Таким образом, все параметры реализуемой цепи рассчитаны:

$$C_1 = 39,78 \text{ пкФ}, C_2 = 7,919 \text{ нФ}, C_3 = 19,89 \text{ пкФ}, R_1 = R_2 = 10^5 \text{ Ом.}$$

Схема получившейся ARC-цепи представлена на рис. 4.

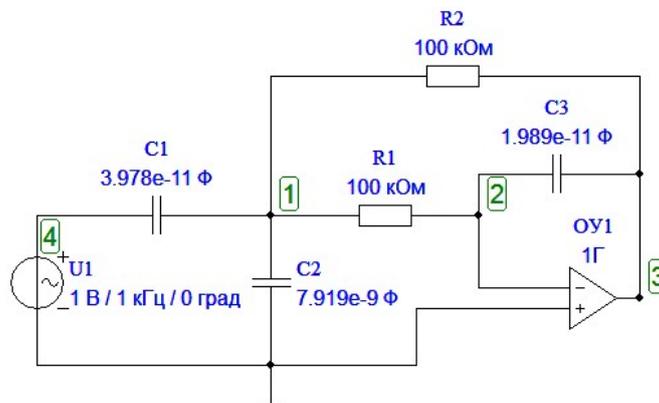


Рис. 4 Схема ARC-цепи

Рассчитаем частотные характеристики: амплитудно-частотные (АЧХ) и фазочастотные (ФЧХ) для обеих цепей: RLC-контура (рис. 5, см. ниже) и ARC-цепи (рис. 6, см. ниже) с помощью программы Fastmean.

Анализ графиков показывает, что АЧХ обеих цепей совпадает полностью, а их ФЧХ отличаются на величину π . Это объясняется тем, что в выбранной ARC-цепи используется инверсный вход ОУ. Такой же вывод можно сделать, анализируя формулы АЧХ и ФЧХ для приведенных цепей. Поскольку комплексные передаточные функции (1) и (3) отличаются только знаком

$H_{RLC}(j\omega) = -H_{ARC}(j\omega)$, а АЧХ и ФЧХ цепи определяются из комплексной передаточной функции:

$$H(j\omega) = |H(j\omega)| \cdot e^{j\theta(\omega)},$$

то, можно сделать вывод, что:

$$|H_{RLC}(j\omega)| = |H_{ARC}(j\omega)|,$$

$$\theta_{ARC}(\omega) = -\pi + \theta_{RLC}(\omega).$$

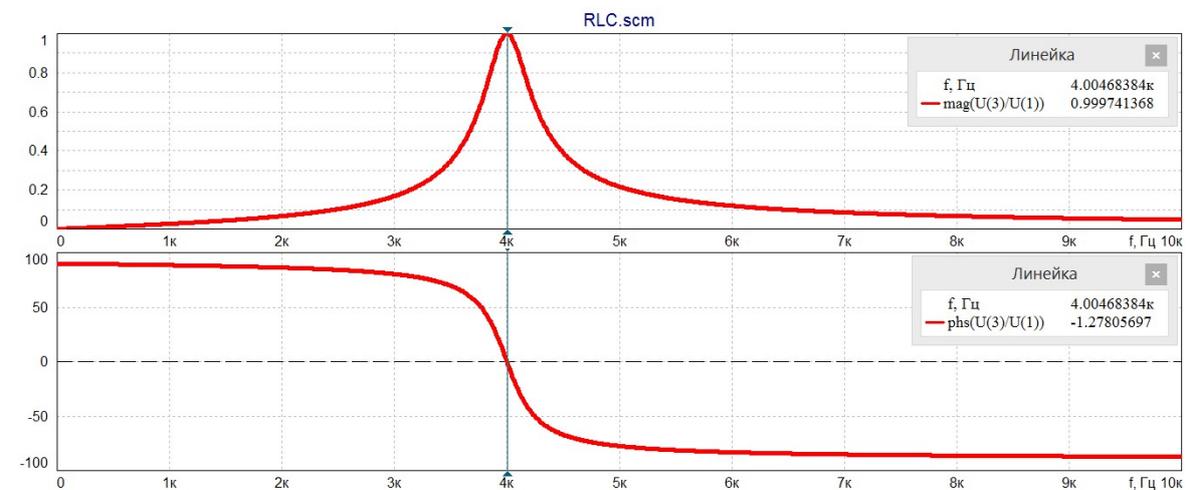


Рис. 5. АЧХ и ФЧХ последовательного колебательного контура

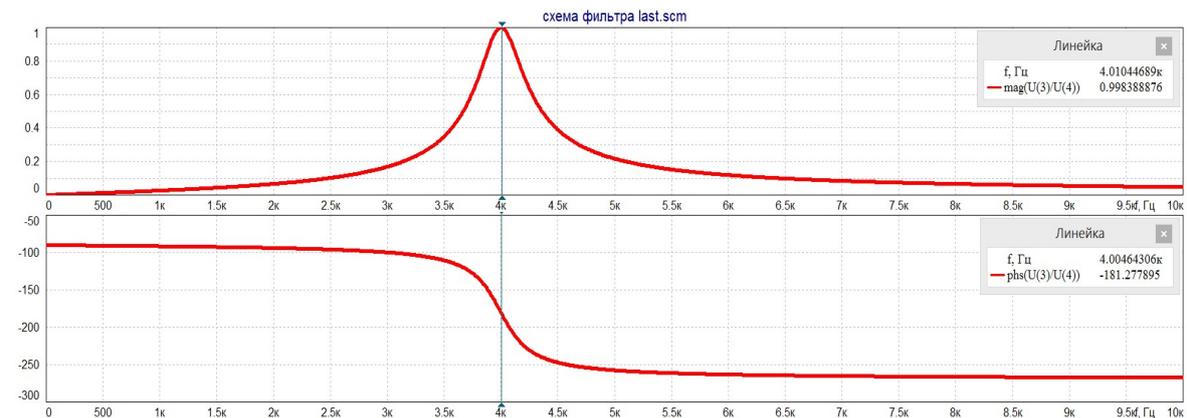


Рис. 6. АЧХ и ФЧХ ARC-электронного аналога

Сравнение графиков АЧХ и ФЧХ обеих цепей, полученных в программе Fastmean, и сравнение выражений для АЧХ и ФЧХ, полученных аналитически, дает одинаковые результаты.

В заключение следует обратить внимание на то, что в электронных аналогах колебательных контуров параметр Q теряет физическое содержание и должен рассматриваться как удобный безразмерный параметр, характеризующий особенности частотных зависимостей передаточных функций, в знаменатель которых входит полином второй степени от переменной $j\omega$. Точно также понятие резонанса напряжений и резонанса токов применимы лишь к соответствующим колебательным контурам, но не к их электронным аналогам.

Список используемых источников

1. Белецкий А. Ф. Теория линейных электрических цепей : учеб. для вузов. – 2-е изд., стер. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2009. – 543 с.
2. Бакалов В. П., Дмитриков В. Ф., Крук Б. И. Основы теории цепей : учеб. пособие для вузов. – М. : Горячая линия–Телеком, 2013. – 596 с.
3. Артым А. Д., Белецкий А. Ф. Синтез линейных электрических цепей : учеб. пособие. – Л. : Издательство ЛЭИС, 1981. – 78 с.
4. Матханов П. Н. Основы синтеза линейных электрических цепей : учеб. пособие для вузов. – М. : Высшая школа, 1976. – 208 с.
5. Мошиц Г., Хорн П. Проектирование активных фильтров: пер. с англ. – М. : Мир, 1984. – 320 с.
6. Зайцева З. В., Логвинова Н. К., Сергеев В. В. Теория электрических цепей: конспект лекций / Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». – СПб. : СПбГУТ, 2019. – 328 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ТЭЦиС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Зайцевой З. В.

УДК 004.387:621.3.087.93

ГРНТИ 50.09.49

В. И. Мотренко (студент гр. ФП-61, СПбГУТ), blich777@gmail.com

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКИ НОНИУСНОГО ЦИФРОАНАЛОГОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Проблема существующего макета нониусного цифроаналогового преобразователя заключается в несовершенстве используемой элементной базы, а именно в недостаточной разрешающей способности многооборотных потенциометров, что не даёт произвести сопряжение шкал во всем диапазоне значений и, соответственно, настройку ЦАП с необходимым уровнем точности.

Разработан алгоритм для автоматической настройки нониусного ЦАП с использованием аналого-цифрового преобразователя, встроенного в прецизионный микроконтроллер, и цифровых потенциометров, вместо аналоговых.

цифроаналоговый преобразователь, алгоритм настройки, нониус, цифровой потенциометр, аналоговый микроконтроллер.

Motrenko V. Development of an Algorithm for Automatic Tuning of the Nonius Digital-to-Analog Converter.

The problem of the existing layout of nonius digital-to-analogue converter (DAC) is the imperfection of used element base, namely the insufficient resolution of multi-turn potentiometers, which does not allow to make the pairing of scales in the entire range of values, as well as adjustment of the DAC with the required level of accuracy.

Algorithm has been developed to automatically adjust the nonius DAC using analog-to-digital converter built into the precision microcontroller and digital potentiometers instead of analog.

Key words: digital-to-analog converter, setting algorithm, nonius, digital potentiometer, analog microcontroller.

Современные интегральные цифроаналогового преобразователя (ЦАП) достигают точности в 18 бит. Это ограничение обусловлено аналоговыми элементами – матрицей $R-2R$, ключами тока-напряжения. В свою очередь, нониусный ЦАП [1], блок-схема которого представлена на рис. 1, позволяет повысить точность преобразования на структурном уровне, то есть без ужесточения требований к аналоговой элементной базе.

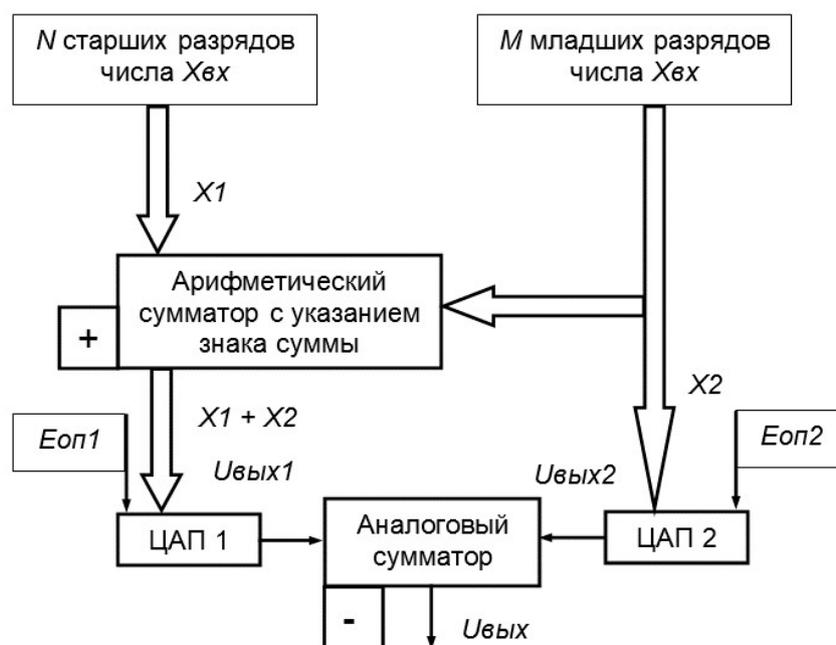


Рис. 1. Структурная схема нониусного ЦАП

Но не обошлось и без проблем, на макете нониусного ЦАП не удалось выставить соотношение опорных напряжений с достаточным уровнем точности. Сложности возникают из-за того, что настройка проводится вручную, а также из-за недостаточной разрешающей способности многооборотных потенциометров. Поэтому появилась необходимость автоматизировать этот процесс и найти замену «классическим» потенциометрам.

В качестве замены обычных потенциометров можно использовать цифровые. В дальнейшем они же и позволят производить автоматическую настройку шкал.

Для выбора потенциометров, сперва необходимо определиться со схемой сопряжения шкал. Наилучший вариант – сопряжение со стороны опорного генератора (рис. 2), так как настройка будет проводиться на постоянном токе. Также данный вариант повысит температурную стабильность благодаря симметричной своей симметричности.

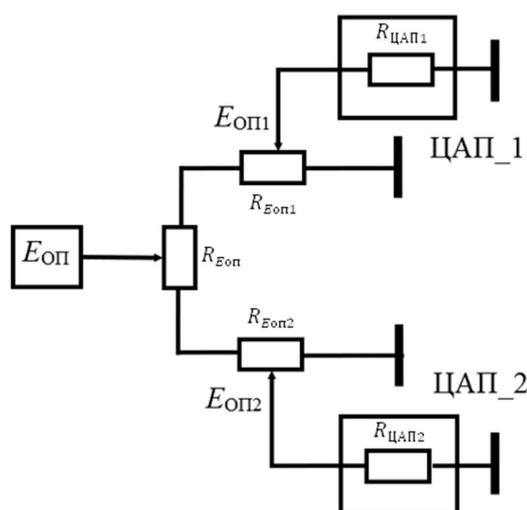


Рис. 2. Сопряжение шкал со стороны опорного генератора

Соотношение опорных напряжений для первого и второго ЦАП определяется по формуле (1):

$$E_{\text{ОП}2} = E_{\text{ОП}1} * (1 - a^{-N}) \quad (1),$$

где a – основание системы счисления; N – количество младших разрядов. И для двоичных 10-битных ЦАП с $E_{\text{ОП}1} = 10$ В, $E_{\text{ОП}2}$ будет равно 9,98 В.

Теперь, зная необходимую разницу напряжений, можно определить номинал и разрядность потенциометров. Для этого автором была написана небольшая программа (рис. 3), в которой изменяя параметры (номиналы, разрядность)

можно подобрать наиболее подходящие элементы из номенклатуры производителя. Например, для 10-битных начальных ЦАП подойдут следующие потенциометры: два 10-разрядных номиналом 50 кОм и один 8-разрядный на 1 кОм.

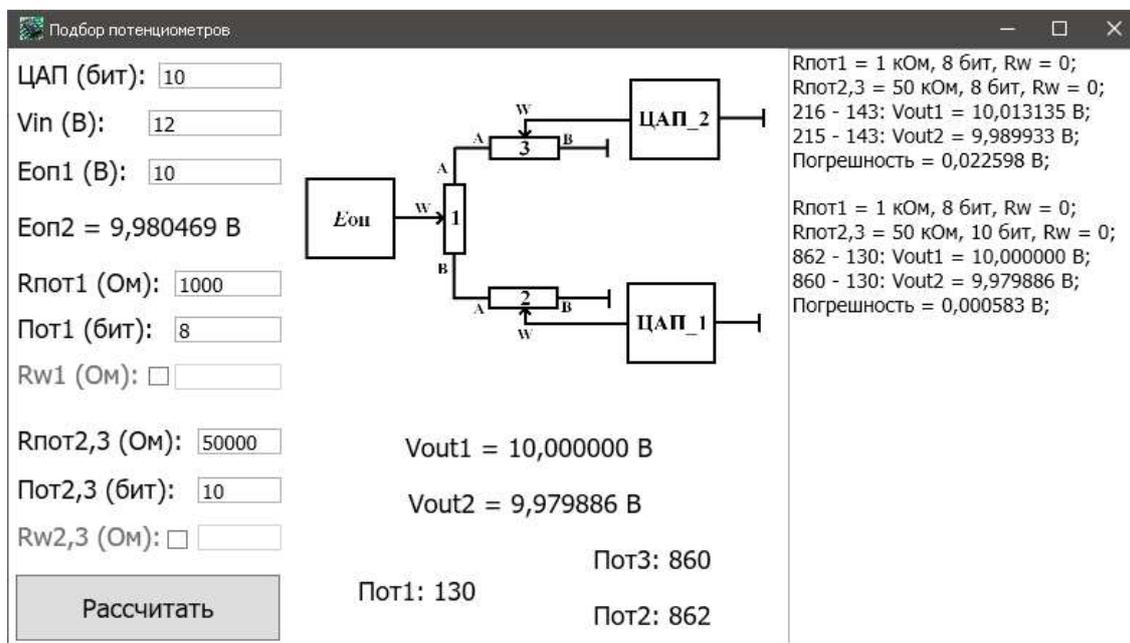


Рис. 3. Программа для расчёта потенциометров

Так как сопротивление ЦАП по входу опорного генератора может меняться, и порой в значительных пределах, нужно добавить в схему буферный усилитель для развязки потенциометров и ЦАП.

После замены надо подобрать аналоговый микроконтроллер – устройство, которое на одном кристалле содержит аналоговые узлы (ЦАП и АЦП), процессорное ядро, память и различную периферию [2].

Для данной конкретной задачи требуется контроллер с многоразрядным аналого-цифровым преобразователем и необходимым количеством выводов, для коммутации в контрольные точки схемы. Количество точек определяет алгоритм. А он следующий:

- 1) Установка одинаковых плеч на первом потенциометре (рис. 4).
- 2) Подача на вход нулей во всех разрядах.
- 3) Замер напряжения после первого ЦАП и расчёт величины нового значения первого опорного напряжения, как суммы входного значения этой величины и модуля замеренного напряжения.
- 4) Далее происходит замер напряжения в точке 2 и грубая настройка первого опорного напряжения с помощью второго потенциометра.

5) По формуле (1) производится расчёт второго опорного напряжения. И, производя замеры в точке 3, происходит грубая настройка второго опорного напряжения с помощью третьего потенциометра.

6) На последнем этапе, происходит корректировка соотношения напряжений первым потенциометром на основании замеров во 2 и 3 точках.

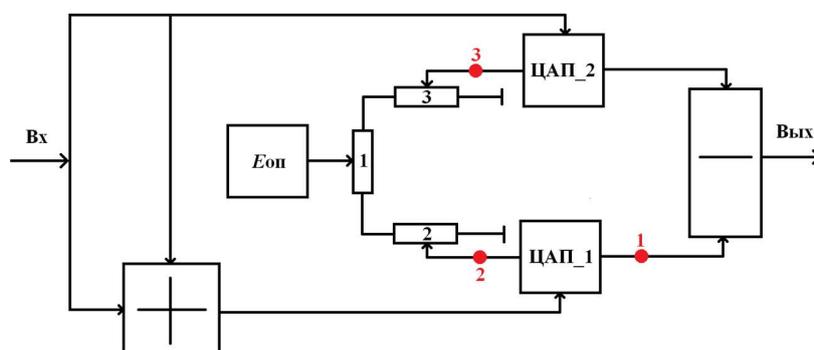


Рис. 4. Контрольные точки

То есть всего необходимо 4 вывода для подключения к АЦП: три – для контрольных точек, один – на общую землю. Ещё требуется 1 цифровой порт для подключения ко входу ЦАП, а также интерфейс для управления потенциометрами: SPI или I2C.

Из номенклатуры фирмы Analog Devices наиболее подходит семейство устройств ADuCM36x, краткие технические характеристики которых представлены в таблице. Данные устройства имеют оптимальное соотношение возможностей как аналоговой части, прежде всего точность и скорость АЦП, так и ядра – производительность и энергопотребление.

ТАБЛИЦА. Аналоговые микроконтроллеры семейства ADuCM36x

| Устройство | ADUCM360 | ADUCM361 | ADUCM362 | ADUCM363 |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Разрешение АЦП, бит | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Кол-во аппаратных узлов АЦП | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Скорость преобразований АЦП, KSPS | 3906 | 3906 | 3906 | 3906 |
| Кол-во каналов АЦП | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Кол-во линий GPIO | 19 | 19 | 19 | 19 |
| Размер Flash-памяти, кбайт | 128 | 128 | 256 | 256 |
| Размер SRAM, кбайт | 8 | 8 | 24 | 24 |
| Интерфейсы подключения | UART I2C 2 x SPI | UART I2C 2 x SPI | 2 x UART I2C 2 x SPI | 2 x UART I2C 2 x SPI |

В итоге можно сказать, что принципиальная возможность автоматизации настройки нониусного ЦАП подтверждена, и в дальнейшем это позволит повысить уровень точности до теоретической. Основной сложностью на данный момент является подбор правильных номиналов и разрядности потенциометров, что в конечном итоге решается программными средствами.

Список используемых источников

1. Никитин Ю. А. Способ нониусного цифроаналогового преобразования. Пат. 2703228 Российская Федерация; заявитель и патентообладатель Никитин Ю. А. – № 2019107698; заявл. 18.03.2019; опубл. 15.10.2019.
2. Коваль К., Редькин П. Прецизионные микроконвертеры ADuCM36x – быстрый старт // Компоненты и технологии. 2013. № 7. С. 12–22.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЭиС СПбГУТ, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Никитиным Ю. А.

УДК 621.372.543.2
ГРНТИ 47.45.99

А. В. Полякова (студентка гр. ФП-61, СПбГУТ), nastyapool@mail.ru

СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВЫХ ПОЛОСКОВЫХ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ

В статье представлен расчёт микрополоскового полосового СВЧ фильтра с реализацией на U-образных резонаторах. В процессе исследований был произведен подробный анализ многочисленных отечественных и иностранных источников, на основе этих данных исследованы полосковые линии передач и рассчитан микрополосковый полосовой шпильчатый фильтр. Так же были проведёны анализ, моделирование и оптимизация микроволнового шпильчатого фильтра с помощью САПР Microwave Office.

полосковая линия, микрополосковая линия, полосовой фильтр, резонатор, метод связанных линий, САПР Microwave Office.

Polyakova A. Synthesis and Modeling of Microwave Stripline Band-Pass Filters.

The article presents the calculation for a microstrip band-pass microwave filter on the basis of U-shaped resonators. In the process of research, a detailed analysis of numerous domestic and foreign sources has been carried out. Based on these data, striplines have been studied and calculations for microstrip band-pass hairpin filter have been conducted. The analysis, modeling and optimization of the microwave hairpin filter have been carried out using CAD Microwave Office.

Key words: stripline, microstrip line, band-pass filter, resonator, method of coupled lines, CAD Microwave Office.

Полосковая линия – это линия передачи, содержащая токопроводящие элементы в виде одной или нескольких металлических полосок (пластин), подвешенных над экраном либо нанесённых на диэлектрик. Чаще всего полоски наносятся на диэлектрик планарным методом, например, напылением или фотолитографией. Сравнительная таблица основных типов полосковых линий передач представлена в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнительная таблица полосковых линий передач

| Название | Достоинства | Недостатки |
|--------------------|---|---|
| Симметричная ПЛ | Хорошая экранировка | Трудность в производстве, недоступность центрального проводника |
| Несимметричная ПЛ | Доступность проводника для настройки, малогабаритность | Большие потери излучение, паразитные связи с окружающими элементами |
| Щелевая ПЛ | Удобный монтаж, небольшие потери. Для несимметричной ЩЛ: возможность создания почти любого волнового сопротивления, широкая ПП | Дисперсия |
| Копланарная ПЛ | Наличие эллиптической поляризации, простая конструкция, высокое сопротивление | Большие потери |
| Микрополосковая ПЛ | Малые потери на излучение, небольшие размеры и масса, простота конструкции, высокая надёжность, низкая стоимость при производстве | Дисперсия |

Главные преимущества полосковых линий (по сравнению с волноводами и коаксиальными линиями) – малогабаритность, относительно небольшая стоимость изготовления, высокая точность, большая ширина рабочей полосы частот. Недостатками являются возникновение нелинейностей, трудности в конструировании перенастраиваемых устройств, трудности в измерениях. Остановимся на микрополосковых линиях.

Микрополосковые линии – линии передачи планарного типа, у которых проводящая полоска отделена от заземляющего слоя диэлектрической подложкой. Отдельные компоненты и устройства, например, антенны, разъемы, филь-

тры и делители мощности формируются из металлических структур, нанесенных на подложку. Благодаря этому, микрополосковые линии более легкие, компактные и доступные, чем другие типы линий передач, например, на волноводах.

В данной статье представлен метод связанных линий для расчёта шпилечного фильтра, который заключается в расчёте ФПНЧ 2-ого порядка, частотном преобразовании и масштабировании сопротивлений; чтобы превратить ФПНЧ в ППФ, был использован инвертор для получения резонаторов одного типа, рассчитаны добротность входного и выходного резонатора и коэффициенты связи [1].

Характеристика выбранного фильтра – это характеристика фильтра Чебышева пятого порядка с неравномерностью характеристики 0,1 дБ ($\epsilon = 0,1526$). Между резонаторами используется емкостная связь. Центральная частота и ширина полосы 5,0 ГГц и 200 МГц соответственно. Параметры подложки: $h = 25,4$ мм и $\epsilon_r = 2,2$. Волновое сопротивление резонаторов – 50 Ом, вследствие чего ширина проводников в шпильках – 0,76 мм. Длина шпилечных резонаторов равна 21,8 мм и находится с помощью эффективной диэлектрической проницаемости $\epsilon_{eff} = 1,88$, для данной ширины проводников. Определим добротности входного и выходного резонаторов и коэффициенты связи между резонаторами: $k_{12} = k_{45} = 0,032$, $k_{23} = k_{34} = 0,024$, $Q_1 = Q_2 = 28,7$. Исходя из коэффициента связи, были найдены расстояния между резонаторами по графику зависимости нормированного расстояния от коэффициента связи [2] и получена следующая топология шпилечного фильтра с геометрическими размерами в мм (рис. 1). Далее данный фильтр был спроектирован в САПР Microwave Office с помощью электромагнитного и схемотехнического моделирования. Для схемотехнического моделирования была проведена оптимизация параметров фильтра.

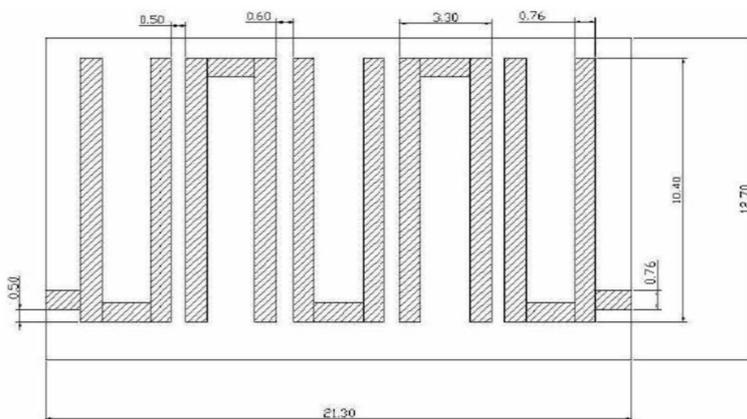


Рис. 1. Топология шпилечного фильтра

Приведём полученные топологии и характеристики, слева характеристики для электромагнитного моделирования, справа – для схемотехнического после оптимизации:

1. Топологии фильтров (рис. 2).
2. Характеристики коэффициента отражения на входе и затухания ППФ (рис. 3).
3. Характеристики КСВН вх/вых ППФ (рис. 4).
4. Характеристика ГВЗ ППФ (рис. 5).
5. ФЧХ ППФ (рис. 6).
6. АЧХ ППФ (рис. 7).

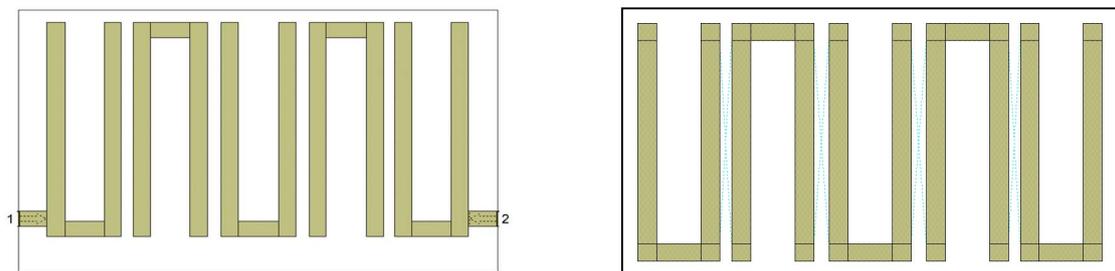


Рис. 2. Топологии фильтров

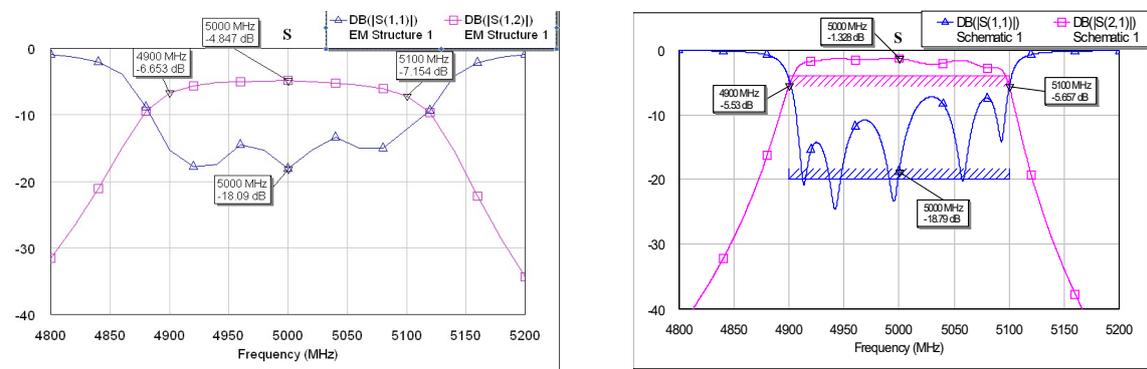


Рис. 3. Характеристики коэффициента отражения на входе и затухания

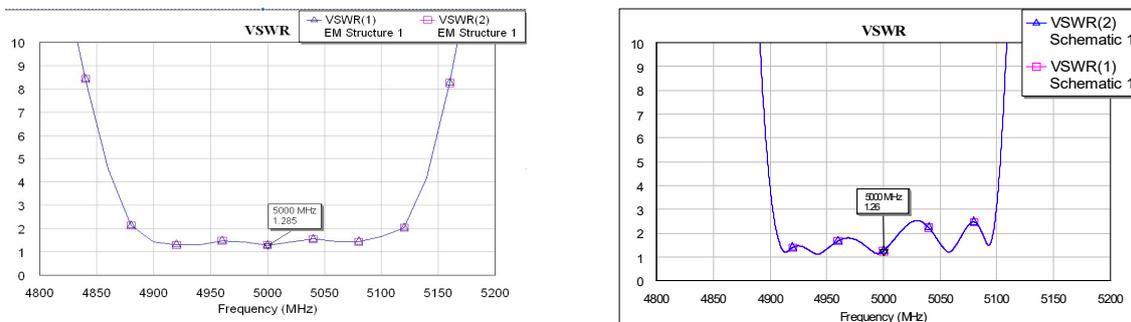


Рис. 4. Характеристики КСВН вх/вых ППФ

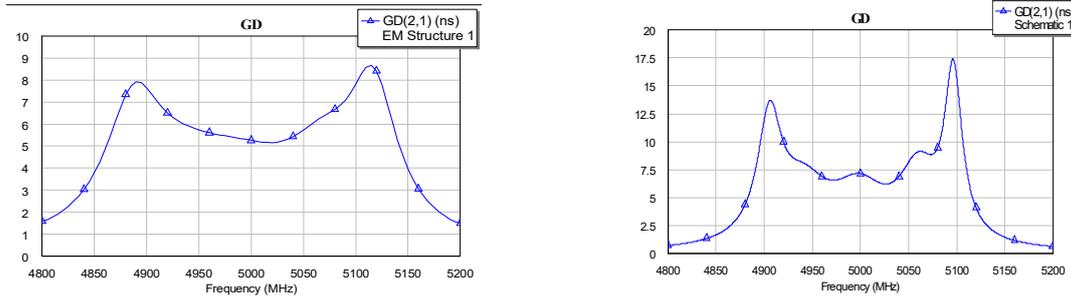


Рис. 5. Характеристики ГВЗ ППФ

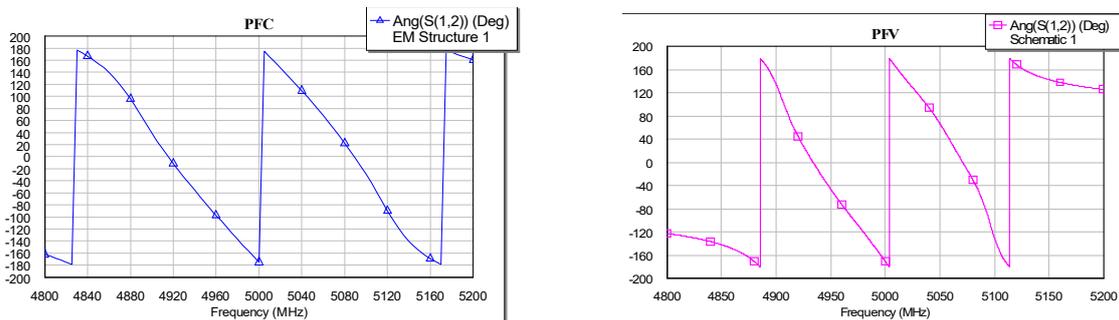


Рис. 6. ФЧХ ППФ

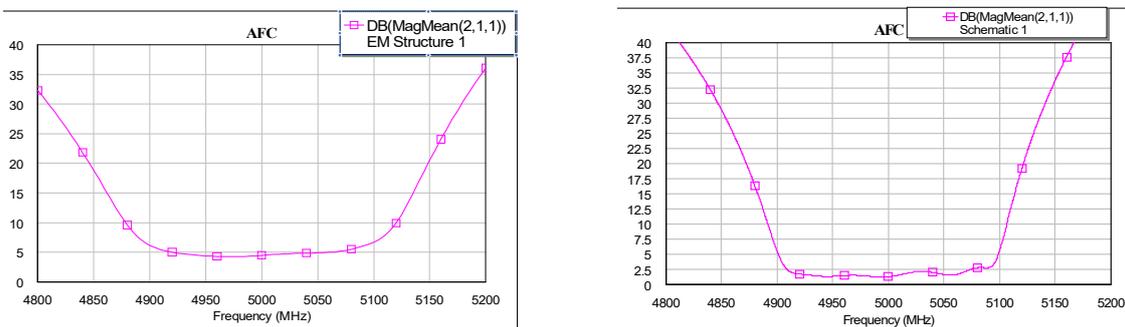


Рис. 7. АЧХ ППФ

По таблице 2 (см. ниже) можно сделать вывод, что характеристики фильтра, рассчитанного вручную, близки к характеристикам фильтра, спроектированного как с помощью электромагнитного, так и с помощью схемотехнического методов моделирования. Но с помощью оптимизации параметров получилось улучшить как электрические, так и геометрические параметры фильтра.

При выборе метода моделирования – схемотехнического моделирования или электромагнитного – основными факторами являются точность исходных данных и требуемые результаты. В случае, если от инженера-разработчика требуется глубокий анализ уже имеющегося фильтра, лучшим вариантом является

модуль электромагнитного моделирования. Когда же требуется спроектировать фильтр под четко заданные характеристики, лучшим выбором будет модуль схемотехнического моделирования с возможностью оптимизации параметров [3].

ТАБЛИЦА 2. Сравнительная таблица электрических и геометрических характеристик фильтра (в скобках указан процент уменьшения геометрических параметров)

| | | Электромагнитное моделирование | Схемотехническое моделирование |
|--|---------|--------------------------------|--------------------------------|
| Коэффициент отражения на входе | | -18,09 | -22,54 |
| Коэффициент затухания | 4,9 ГГц | -6,653 | -6,922 |
| | 5 ГГц | -4,847 | -1,278 |
| | 5,1 ГГц | -7,154 | -5,185 |
| КСВН | | 1,285 | 1,161 |
| ГВЗ | | 8,6 | 17,5 |
| АЧХ | | 4,9 | 2,2 |
| Ширина проводников в шпильках, мм | | 0,76 | 0,76 |
| Расстояние между проводниками внутри шпильки, мм | | 1,78 | 1,75 (2,7 %) |
| Расстояния между шпильками, мм | | 0,5 и 0,6 | 0,53 и 0,57 |
| Длина шпилек, мм | | 10,4 | 8,9 (14,5 %) |

Проведены анализ полосковых линий, расчёт полоскового полосового шпилечного фильтра 5-го порядка, его моделирование и оптимизация с помощью САПР Microwave Office, дан сравнительный анализ полученных данных.

Список используемых источников

1. Kinauayan, Noyan. Modern microwave circuits. – (Artech House microwave library) 1. Microwave circuits I. Title II. – 621 с.
2. Jia-Sheng Hong, M. J. Lancaster. Microstrip Filters for RF / Microwave Application. John Wiley&Sons, 2001. – 485 p.
3. Кубалова А. Р., Томашевич С. В. Синтез и моделирование микроволновых фильтров: учеб. пособие. – СПб. : СПбГУТ, 2012. – 215 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ТЭЦиС СПбГУТ, кандидатом технических наук Кубаловой А. Р.

УДК 378.1
ГРНТИ 14.35.17

К. С. Смирнова (студентка гр. ЭМ-82, СПбГУТ), ks_seniia@mail.ru

СТУДЕНЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО КАЧЕСТВУ ОБРАЗОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Повышение конкурентоспособности высшего образования в России возможно на основе эффективной политики управления качеством. Анализ тенденций развития высшего экономического образования показывает, что повышению качества подготовки современных конкурентоспособных специалистов в области цифровой экономики способствует интеграция студентов в систему управления качеством образования. Студенческий комитет по качеству образования факультета цифровой экономики, управления и бизнес-информатики является общественным студенческим объединением, созданным в целях вовлечения студентов в процесс оценки и повышения качества подготовки высококвалифицированных специалистов.

качество образования, студенческий комитет, вуз, факультет.

Smirnova K. Student Committee on the Quality of Education as a Tool for Improving the Quality of Training Specialists in the Field of the Digital Economy.

Improving the competitiveness of higher education in Russia is possible on the basis of an effective quality management policy. The analysis of trends in the development of higher economic education shows that the integration of students into the quality management system of education contributes to improving the quality of training of modern competitive specialists in the field of digital economy. The student Committee for quality of education of the faculty of Digital economy, management and business Informatics is a public student Association created to involve students in the process of evaluating and improving the quality of training of highly qualified specialists.

Key words: quality of education, student Committee, university, faculty.

В современном мире существует ряд актуальных вопросов, одним из которых является повышение качества образования. Существует огромное разнообразие инструментов, с помощью которых можно помочь повысить качественный уровень образования в государстве, в городе, в отдельном университете. Эта задача решается при участии всех заинтересованных сторон: органов государственной власти, представителей ректорского сообщества и студенческих организаций [1].

Безусловно, студенты являются самой заинтересованной стороной в повышении качества образования. Изо дня в день сотни тысяч студентов посещают высшие учебные заведения, приобретают новые знания и практические навыки и, по итогу прохождения курса дисциплин, подтверждают

свои знания на промежуточной аттестации. Но, к сожалению, не всегда удастся избежать определенных трудностей в получении необходимых знаний. Иногда преградой может выступать человеческий фактор: лень в учебной деятельности студента или проблема контакта студента с преподавателем. Реже, случается, что не хватает времени для усвоения того или иного материала, недостаточно методических пособий, лекционных или практических занятий. Администрации вузов всегда нацелены выпускать квалифицированных специалистов, которые, благодаря полученным знаниям в университете, смогут добиться в выбранной профессии определенных высот и подняться вверх по карьерной лестнице. Если цель и у студентов, и у администрации вузов одна, то почему же тогда возникают проблемы с коммуникацией? Почему появляются задолженности? Почему появляются пропуски занятий?

В декабре 2019 года на факультете Цифровой экономики, управления и бизнес-информатики (ЦЭУБИ) остро встал вопрос о повышении качества образования и заинтересованности в этом студентов. Тогда, было принято решение создать орган студенческого самоуправления на факультете, который будет способствовать созданию прочной связи администрации и студентов в решении вопросов качества образования. Инициативная группа студентов с высокой успеваемостью и желанием совершенствоваться активно включилась в работу.

Студенческий Комитет по качеству образования (СКО) является формой организации студентов, обучающихся по программам бакалавриата, очной формы обучения для помощи руководству факультета в осуществлении повышения качества образования и контроля учебной деятельности.

Согласно «Положению о Студенческом Комитете по качеству образования факультета ЦЭУБИ» СКО реализует право студентов на участие в управлении образовательным процессом в целях обеспечения защиты прав студентов в получении качественного образования, а также в содействии университету в решении стоящих перед ним задач по подготовке конкурентоспособных выпускников.

Целью деятельности СКО является разработка предложений по повышению качества образования на факультете и участие в их практической реализации.

Задачами деятельности СКО являются:

- способствование росту успеваемости студентов факультета и повышение уровня посещаемости занятий студентами;
- развитие студенческой инициативы в области повышения качества образования на факультете;
- организация дискуссий на заседаниях старостатов и в академических группах по ключевым положениям политики университета;

- участие совместно с другими подразделениями факультета в социологических исследованиях по оценке качества образования в вузе и обсуждение результатов данных исследований;

- участие в контрольных мероприятиях (аудитах) и обсуждение эффективности применения балльно-рейтинговой системы оценивания учебных достижений студентов;

- обсуждение показателей текущей успеваемости студентов, в том числе результатов независимых оценок качества образования и внутривузовского тестирования студентов на предмет оценки остаточных знаний и выработка предложений по результатам данных обсуждений;

- обсуждение вопросов, касающихся нарушений студентами норм и правил, которые установлены в локальных нормативных документах университета (правила поведения в вузе, дисциплина, посещение занятий и др.), и подготовка предложений и рекомендаций;

- внесение предложений по повышению качества образования на факультете с учетом учебных, научных и профессиональных интересов и потребностей студентов и их публичное обсуждение;

- разъяснение среди студентов нормативных основ образовательного процесса, ознакомление с политикой в области качества, содержанием образовательных стандартов и основных профессиональных образовательных программ;

- разработка и реализация инициативных проектов, направленных на улучшение качества образования.

За короткий срок работы СКО факультета ЦЭУБИ удалось выявить проблемы в работе старостата и наладить его деятельность. Для упрощения заполнения студентами различных необходимых документов были разработаны соответствующие шаблоны. В планах комитета на следующий учебный год: организация научных и научно-развлекательных мероприятий, усовершенствование системы информирования старостата, проведение встреч с администрацией факультета и студентами для поддержки уже налаженного контакта. Если студенты почувствуют, что действительно могут сами влиять на качество своего обучения, то уровни посещаемости и успеваемости будут расти.

Студенческие организации по качеству образования являются необходимым внутренним атрибутом деятельности современного вуза. Они позволяют раскрывать потенциал молодежи, совершенствовать систему качества образовательной деятельности и содействовать осуществлению эффективной подготовки специалистов в соответствии с современными требованиями [2]. Такую возможность студенты имеют благодаря Федеральному закону от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Качество образования характеризует не только результат образовательной деятельности, но и факторы формирования этого результата [3]. Роль

студентов в области обеспечения качества образования растет. Деятельность СКО факультета ЦЭУБИ способствует формированию образовательной среды для получения профессиональных навыков и компетенций, соответствующих условиям современного динамичного рынка труда и социальным запросам государства и общества в условиях цифровой экономики.

Список используемых источников

1. Струльникова Т. В., Маркова Г. И. Совершенствование системы управления качеством образования в вузе через функционирование студенческой комиссии по качеству // Академическая публицистика. 2017. № 2. С. 97–104.
2. Коновалов И. Е., Власенко Н. Ф. Роль студенческой организации в управлении качеством профессиональной подготовки в вузе // Теория и практика общественного развития. 2012. № 7.
3. Алешина, А. В. Структурированная система оценки – эффективное средство управления качеством образования // Инновационные процессы в образовании: стратегия, теория и практика развития : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург, 2013. Т. 2. С. 161–163.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ЭМИ СПбГУТ Блатовой Т. А.*

УДК 65.06
ГРНТИ 86.21

А. С. Шарко (студентка гр. ЭМ-74в, СПбГУТ), anyta03@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ РАБОТЫ

В статье рассмотрены различные способы организации дистанционной работы. Представлен сценарий организации дистанционной работы. Определены наиболее положительные элементы, выявлены причины, которые снижают эффективность деятельности работников. Предложен проект мероприятий, направленных на совершенствование организацией и управлением дистанционной работой.

дистанционная работа, организация рабочего пространства, рабочее место, рабочее пространство.

Sharko A. Organization of Remote Work.

The article discusses various ways of organizing remote work. The scenario of organizing remote work is presented. The most positive elements are identified, the reasons that reduce the efficiency of employees' activities are identified. A project of measures aimed at improving the organization and management of remote work is proposed.

Key words: Remote work, workspace organization, workplace, workspace.

Дистанционной работой является выполнение определенной трудовой договором трудовой функции вне места нахождения работодателя, его филиала, представительства, иного обособленного структурного подразделения (включая расположенные в другой местности), вне стационарного рабочего места, территории или объекта, прямо или косвенно находящихся под контролем работодателя, при условии использования для выполнения данной трудовой функции и для осуществления взаимодействия между работодателем и работником по вопросам, связанным с ее выполнением, информационно-телекоммуникационных сетей общего пользования, в том числе сети «Интернет» [1].

Перевод компании на дистанционную работу

По каждому подразделению необходимо определить бизнес-процессы, которые не могут останавливаться из-за перехода на удалённую работу и те, которые можно временно притормозить. Для регулирования критичных вопросов назначить ответственных и их исполнителей.

Если в текущий момент уже организована удалённая работа, то нужно определить наличие необходимой техники: возможно у кого-то из сотрудников нет дома ноутбука или компьютера, камеры для видеосвязи. Нужно подумать о временной выдаче сотрудникам техники.

Если возможности удалённой работы нет, её требуется срочно организовать путём к рабочим компьютерам с домашних как к удалённым рабочим столам.

В большинстве компаний документооборот переводят в электронный формат (ЭДО). Для ЭДО, например, используются электронно-цифровые подписи, надо убедиться, что с удалённых компьютеров они будут работать.

Необходимо собрать действующие контакты сотрудников:

- номера мобильных телефонов, а также близких людей в случае недоступности сотрудника;
- фактические адреса;
- электронная почта.

Также важно учесть юридические особенности оформления удалённой работы. По Трудовому кодексу РФ, дистанционная работа должна оформляться локальными актами и заявлениями сотрудниками о переводе на удалённую работу. Если такой возможности нет, сотрудник может сам написать заявление от руки, подписать, сфотографировать и прислать.

Необходимо узнать у сотрудников есть ли у них дома интернет. Если у кого-то нет доступа, то в срочном порядке решить данный вопрос: выбрать оператора, тариф и срочно подключить.

Руководитель должен прописать следующие моменты:

- какие задачи стоят перед каждым сотрудником (со сроками и KPI);

- какое оборудование и другие ресурсы необходимы для их выполнения. Проверить, есть ли оно у сотрудника, настроено ли, есть ли вопросы и сложности по настройке;
- как сотрудники будут фиксировать рабочее время и отчитываться о выполненной работе;
- когда и как сотрудник связывается с руководителем и другими участниками рабочего процесса, с помощью каких инструментов, какие каналы связи приоритетные и какие запасные, в том числе можно заранее создать чаты или группы – общефирменные, и по подразделениям или задачам;
- что делать если возникли проблемы и к кому обращаться.

Управление удалённой командой

Рекомендации руководителю по работе с сотрудниками на удалённой работе:

- восстановите все регулярные процедуры: утренние планёрки, совещания;
- определите для сотрудников расписание созвонов/чатов в день;
- делайте рассылки по своим сотрудникам, разъясняйте текущую ситуацию, давайте инструкции по работе.
- создайте регламенты: например, как часто проверять почту сотрудникам и руководителям, сколько документов в час обрабатывать и т. д.

Важно наладить активное взаимодействие и общение сотрудников, чтобы не нарушилась «старая» коммуникация. Нужно помнить, что это необходимо не только для работы, но и для сохранения коллективного духа [2].

Плюсы и минусы удалённой работы

Плюсы и минусы удаленной работы представлены в таблице [3].

ТАБЛИЦА. Плюсы и минусы удаленной работы

| + Плюсы | – Минусы |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Не нужно ездить на работу • Экономия времени • Экономия денег • Удобство • Гибкий рабочий график • Больше времени на семью • Собственная рабочая обстановка • Снижение уровня стресса • Независимость • Время для тренировок • Улучшение здоровья | <ul style="list-style-type: none"> • Социальная изолированность • Сложно перестроиться на работу из дома • Множество отвлекающих факторов • Низкая продуктивность • Нездоровый образ жизни • Неэффективное взаимодействие • Плохая репутация |

Результаты опроса о плюсах удалённой работы представлены на рис. 1.

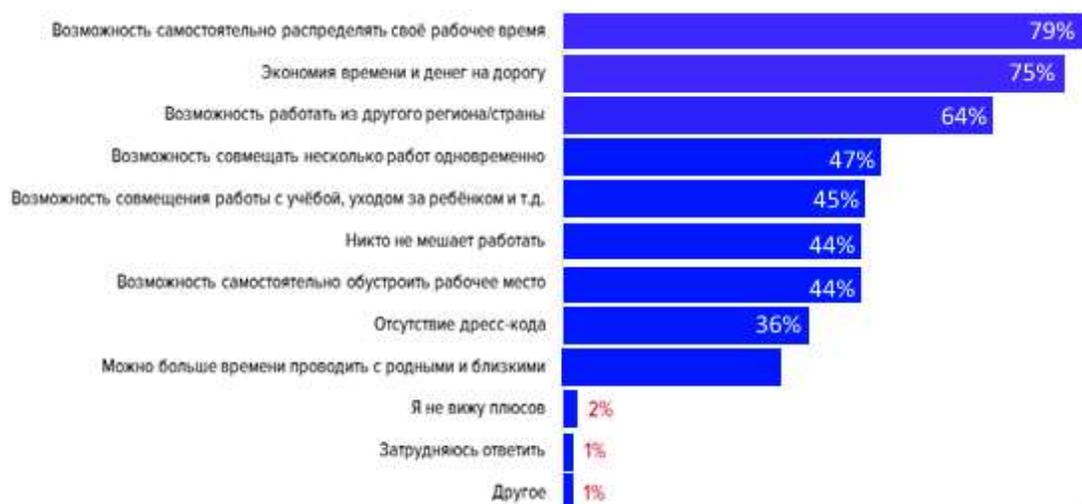


Рис. 1. Распределение ответов на вопрос «Какие вы видите плюсы в том, чтобы работать удаленно?»

Результаты опроса о минусах удалённой работы представлены на рис. 2.

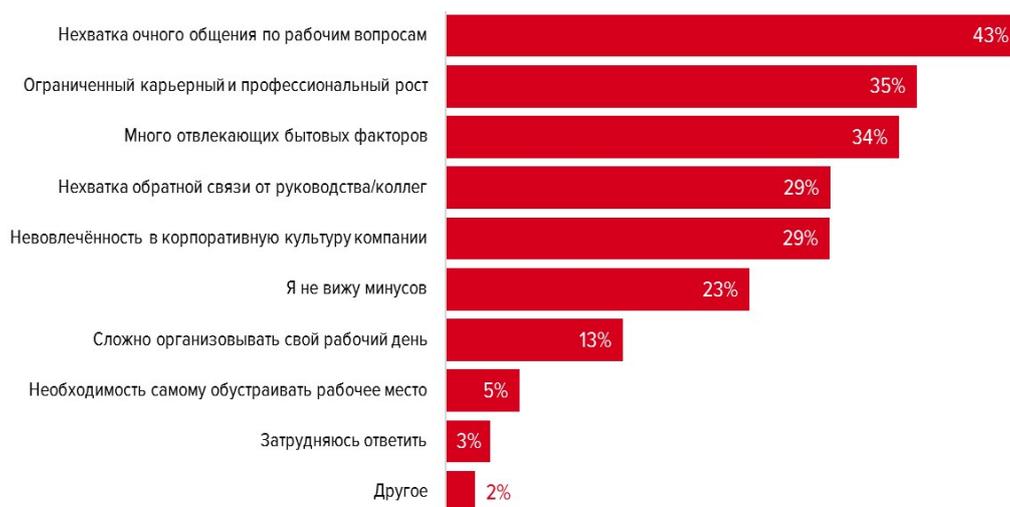


Рис. 2. Распределение ответов на вопрос «Какие вы видите минусы в том, чтобы работать удаленно?» [4]

Организация рабочего пространства (5S)

Организация рабочего пространства (5S) (*workspace organization*) – пять взаимосвязанных принципов организации рабочего пространства, направленных на мотивацию и вовлечение персонала в процесс улучшения продукции, процессов, системы менеджмента организации, снижение потерь, повышение безопасности и удобства в работе.

Для эффективной удалённой работы необходимо выполнить этапы подготовки к деятельности:

1. Провести сортировку:
 - определить перечень необходимых предметов (наименование, количество); отсортировать все необходимое и ненужное [5].
2. Самоорганизация (соблюдение порядка):
 - определить место для каждого предмета;
 - расположить предметы исходя из необходимости и частоты использования;
 - визуализировать места хранения предметов (маркировку; оконтуривание; разметку; цветовое кодирование; информационный стенд) [6].
3. Систематическая уборка (содержание в чистоте):
 - проводить уборку рабочего пространства; осуществлять проверку готовности инструментов, приспособлений и оборудования выполнять свои функции.
4. Стандартизация:
 - создать стандарты содержания рабочих мест на основе полученных результатов на предыдущих этапах.
5. Совершенствование (поддержание и улучшение):
 - соблюдать стандарты содержания каждого рабочего места и постоянно совершенствовать организацию рабочего пространства;
 - создать программу аудитов рабочих мест на соответствие стандартам содержания каждого рабочего места [5].

Топ-5 сервисов для организации дистанционной работы

1. Облачные технологии. Облачные сервисы для хранения данных позволяют загружать, редактировать и скачивать документы, создавать ссылки на файлы для отправки коллегам или партнерам.
2. Конференцсвязь. Если нужно провести срочное совещание или групповую планерку, удаленных сотрудников можно подключить к обсуждению с помощью голосовой конференцсвязи.
3. Zoom. Это популярный сервис для проведения онлайн-собраний и презентаций. Его отличие от обычной конференцсвязи – расширенный набор функций. С помощью Zoom можно бесплатно подключить к одной сессии до 100 участников, использовать видеосвязь, продемонстрировать экран своего устройства, создавать групповой чат и записывать всю конференцию для последующего просмотра.
4. Web-версии мессенджеров. Например, WhatsApp и Telegram.
5. Корпоративная почта онлайн. Во многих компаниях используют корпоративную почту Microsoft Outlook [7].

Список используемых источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации. ТК РФ Статья 312.1. Общие положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/>

cons_doc_LAW_34683/adca37e8038a44ab5499c589bf6205dce6af12d6/ (дата обращения: 18.05.2020).

2. Как компании организовать удалённую работу: рекомендации и лайфхаки от фирмы «1С» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biz360.ru/materials/kak-kompanii-organizovat-udalyennuyu-rabotu-rekomendatsii-i-layfkhaki-ot-firmy-1s/> (дата обращения: 20.05.2020).

3. Плюсы и минусы удаленной работы в современных условиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.your-mentor.ru/samorazvitie/116-plyusy-i-minusy-udalenoj-raboty-v-sovremennykh-usloviyakh> (дата обращения: 19.05.2020).

4. Сколько у нас фрилансеров и где они работают: результаты опроса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spb.hh.ru/article/24036> (дата обращения 27.05.2020).

5. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства (5S) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200133736> (дата обращения: 04.06.2020).

6. ГОСТ Р 56907-2016 Бережливое производство. Визуализация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200133737> (дата обращения: 04.06.2020).

7. Как настроить «удалёнку» для офисных сотрудников. Топ-5 сервисов для организации дистанционной работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://primpress.ru/article/51801> (дата обращения: 04.06.2020).

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ЭМИ СПбГУТ Старковой Т. Н.*

УДК 32.019.5
ГРНТИ 11.25.91

В. А. Перевозчикова (студентка гр. ЗР-91м, СПбГУТ),
greenapple2509@mail.ru

СОЦИАЛЬНАЯ СЕТЬ «TWITTER» КАК НОВЫЙ СПОСОБ КОММУНИКАЦИИ ПОЛИТИКОВ С ОБЩЕСТВОМ

В современном мире сеть Интернет стала популярным и удобным способом коммуникации людей. Социальные сети используются все более активно, в том числе политиками как один из способов коммуникации с обществом. В данной статье проанализировано как высокопоставленные мировые политики используют социальную сеть «Twitter» для ведения диалога с обществом. Также в статье рассмотрено как средства массовой информации используют официальные аккаунты политиков в «Twitter» в качестве источников информации для своих материалов.

политика, социальные сети, Твиттер, коммуникация.

Perevozchikova V. Social network “Twitter” as a new way of communication between politicians and society.

In the modern world, the Internet has become a popular and convenient way of communication for people. Social networks are used more and more actively, including by politicians as one of the means of communication with society. This article analyzes how high-ranking world politicians use the social network Twitter to conduct a dialogue with society. The article also considers how the media uses the official Twitter accounts of politicians as sources of information for their materials.

Key words: politics, social networks, Twitter, communication.

В современном мире люди активно пользуются сетью Интернет и, в частности, социальными сетями. Свои официальные аккаунты в социальных сетях имеют известные люди из разных сфер деятельности, в том числе, и политики. С помощью своих аккаунтов политики информируют граждан о разных событиях, а также высказывают свое мнение по определенным вопросам или комментируют их. К примеру, политики имеют официальные аккаунты в социальной сети Твиттер. Существует даже термин Твиттер-дипломатия.

Стоит также отметить, что на официальные аккаунты политиков могут ссылаться средства массовой информации при освещении тех или иных событий.

Раньше люди узнавали о том, что заявляют политики – об их решениях и отношении к тому или иному событию - из средств массовой информации, журналисты которых присутствовали на официальных мероприятиях, брали

интервью и комментарии у разных политических деятелей, а также из официальных заявлений государственных ведомств. Таким образом можно сказать, что СМИ были посредниками между политиками и обществом. В настоящее время политики разного уровня с помощью сети Интернет и, в частности, социальных сетей, могут напрямую обращаться к гражданам. Что, во-первых, позволяет им быстрее донести свои заявления, мнения и т. д. до огромного количества людей, а во-вторых, дает уверенность в том, что их заявления не будут искажены или неправильно интерпретированы «посредниками» и в таком виде поданы гражданам.

Политики в своих аккаунтах имеют возможность в коротких сообщениях делать заявления по разным событиям, делиться собственными мыслями относительно разного рода вещей – в Твиттере существует ограничение на число знаков, которые может содержать один твит. Также данная социальная сеть предоставляет своим пользователям возможность публиковать фото- и видеоматериалы.

В данной статье мы рассмотрим, как высокопоставленные политики используют социальную сеть Твиттер для коммуникации с гражданами на примере действующего президента Соединенных Штатов Америки Дональда Трампа, который в своем официальном аккаунте имеет более 82 миллионов читателей.

Дональд Трамп использует аккаунт в Твиттер для того, чтобы высказывать свое мнение относительно политических, экономических и других вопросов, для выражения собственных чувств, для освещения своей деятельности и т. д.

Рассмотрим пример, когда Дональд Трамп использует Твиттер как средство выражения своего мнения. Дональд Трамп известен своей критикой в сторону союзников по НАТО – в основном, данная критика американского президента связана с финансированием Североатлантического Альянса. Перед саммитом НАТО в 2018 году (проходил с 11 по 12 июля в Брюсселе) Дональд Трамп в своем Твиттере написал: «Getting ready to leave for Europe. First meeting – NATO. The U. S. is spending many times more than any other country in order to protect them. Not fair to the U. S. taxpayer. On top of that we lose \$ 151 Billion on Trade with the European Union. Charge us big Tariffs (& Barriers)!» («Готовимся уехать в Европу. Первая встреча – НАТО. США тратят во много раз больше, чем любая другая страна, чтобы защитить их. Несправедливо по отношению к налогоплательщику США. Кроме того, мы теряем 151 млрд долларов на торговле с Европейским союзом. Нагружают нас большими тарифами (и барьерами)!») [1], таким образом высказав собственное мнение о финансировании Североатлантического Альянса, а также о торговле с Европейским союзом. Однако Трамп высказывался и положительно о НАТО, комментируя соглашение об увеличении финансирования НАТО другими странами-участниками Альянса в своем аккаунте в Твиттер.

Если открыть официальный аккаунт Дональда Трампа в Твиттере можно увидеть, что американский президент активно пользуется данной социальной сетью. Он пишет твиты, добавляет фото- и видеоматериалы, делает ретвиты и добавляет ссылки на другие сайты.

При прочтении твитов Д. Трампа можно заметить, что американский президент в ряде своих сообщений использует восклицательные знаки, пишет слова прописными буквами - такие приемы делают их более эмоционально окрашенными и читатели лучше понимают, какое у автора отношение к тому, о чем его сообщение.

Пожалуй, американский президент Дональд Трамп - самый яркий пример среди высокопоставленных политиков, которые используют социальную сеть Твиттер, чтобы высказываться на различные темы, комментировать события и делиться своими мыслями. Средства массовой информации используют аккаунт Д. Трампа в Твиттере как один из источников при написании своих материалов.

29 июня 2019 года Дональд Трамп в своем аккаунте в Твиттер написал: «After some very important meetings, including my meeting with President Xi of China, I will be leaving Japan for South Korea (with President Moon). While there, if Chairman Kim of North Korea sees this, I would meet him at the Border/DMZ just to shake his hand and say Hello (!)!» («После нескольких важных встреч, включая мою встречу с председателем КНР Си Цзиньпином, я отправлюсь из Японии в Южную Корею (с президентом Мун Чжэ Ином). Пока я буду там, если Председатель Государственного совета Северной Кореи Ким Чен Ын увидит это, я бы встретился с ним в пограничной/демилитаризованной зоне, просто чтобы пожать ему руку и поздороваться (!)!») [2] Информационное агентство ТАСС ссылалось на данный твит американского президента в своем материале [3].

Официального именного аккаунта президента Российской Федерации Владимира Путина в Твиттере нет. В Твиттере существует только официальный аккаунт «Президент России», на который подписаны более 3 миллионов человек. В ходе данного исследования не было найдено в Твиттере и официального аккаунта действующего канцлера Германии Ангелы Меркель, хотя официальные аккаунты в социальной сети Твиттер имеют разные главы государств. Например, у действующего премьер-министра Великобритании Бориса Джонсона есть свой аккаунт с 2,8 миллионами читателей, у действующего президента Франции Эммануэля Макрона – с более 5 миллионами читателей, у действующего премьер-министра Канады Джастина Трюдо также есть официальный аккаунт в Твиттере с 5 миллионами читателей. Отметим, что в официальном аккаунте Джастина Трюдо посты публикуются на английском и французском языках.

Для политиков Твиттер – это возможность комментировать происходящие события и свою деятельность в дополнение к освещению средствами массовой информации.

В январе 2020 года Борис Джонсон подписал соглашение об условиях выхода Великобритании из состава Европейского союза. В своем официальном аккаунте в Твиттер по этому поводу был опубликован твит: «Today I have signed the Withdrawal Agreement for the UK to leave the EU on January 31st, honouring the democratic mandate of the British people. This signature heralds a new chapter in our nation's history» («Сегодня я подписал соглашение о выходе, чтобы Соединенное Королевство покинуло ЕС 31 января, соблюдая демократический мандат британского народа. Эта подпись объявляет новую главу в истории нашей страны») [4].

Также стоит отметить, что кроме политиков официальные аккаунты в социальной сети Твиттер имеют и государственные ведомства (например, Белый дом, Елисейский дворец, Правительство России). А также, например, Дональд Трамп имеет два аккаунта в Твиттере. Второй его аккаунт, как президента США, – аккаунт «President Trump».

Стоит отметить, что коммуникация через социальные сети и, в частности, через Твиттер может создавать ощущение большей приближенности политика к его читателям, так как данная социальная сеть дает своим пользователям возможность оценивать сообщения авторов (ставить лайки), писать комментарии, а также делать ретвиты в свой аккаунт.

Отметим, что официальные аккаунты разных политических деятелей в социальной сети Твиттер ведутся по-разному. В данной статье был взят для примера официальный аккаунт Дональда Трампа, так как именно о деятельности действующего президента Соединенных Штатов Америки в Твиттере упоминается часто, в том числе и в средствах массовой информации. В данном исследовании рассмотрен именно личный аккаунт Дональда Трампа (аккаунт @realDonaldTrump), в котором он активно отмечает происходящие события и делится своим мнением, используя при написании своих твитов разные средства выразительности языка, которые могут, в определенной степени, лишать сообщения официального тона.

Таким образом, можно сделать вывод, что у политиков появилась возможность использовать социальную сеть Твиттер как новое средство коммуникации с обществом в дополнение к традиционным средствам, таким как, например, средства массовой информации. Использование Твиттера позволяет политикам быстрее доносить до общества свои заявления, быть независимым от СМИ и общаться с обществом напрямую, без посредников. Однако, такой способ коммуникации носит характер скорее дополнительного к уже традиционным пресс-конференциям, брифингам и т. д.

Список используемых источников

1. Twitter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://twitter.com/realDonaldTrump/status/1016616792926703616> (дата обращения: 07.05.2020).
2. Twitter. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://twitter.com/realDonaldTrump/status/1144740178948493314> (дата обращения: 09.05.2020).

3. Трамп заявил, что рассчитывает на встречу с Ким Чен Ыном в ходе визита в Южную Корею [Электронный ресурс] // ТАСС: Новости в России и мире. – Режим доступа: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/6609437> (дата обращения: 09.05.2020).

4. Twitter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://twitter.com/BorisJohnson/status/1220759425868275712> (дата обращения: 09.05.2020).

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой ИРВ СПбГУТ, кандидатом исторических наук, доцентом Гехтом А. Б.