

# ЭЛЕКТРОНИКА

# ПЛЮС

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

№ 2 | март-апрель-май | 2021

ТЕМА НОМЕРА:  
**ТЕЛЕКОМ  
БЕЗОПАСНОСТЬ СЕТЕЙ 5G**



**ANALOG DEVICES** **Hittite**  
**Honeywell** **SICK**

**ТУП «Альфачип Лимитед»**

Поставка электронных компонентов,  
средств автоматизации, компонентов  
для светодиодного освещения

220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж  
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16  
факс: +375 17 366 78 15  
[www.alfa-chip.com](http://www.alfa-chip.com)  
[www.alfacomponent.com](http://www.alfacomponent.com)  
УНП 192525135

**intel**  
**XEON**  
inside™

**БелСканту**

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

ООО «БелСКАНТИ»  
+375 (17) 256-08-67, 398-21-62  
[nab@scanti.ru](mailto:nab@scanti.ru)  
[www.scanti.com](http://www.scanti.com)  
**Стр. 64**  
УНП 190813939

**РИФТЭК  
CMT**  
АВТОМАТИЧЕСКИЙ МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

ЧУП «РИФТЭК-СМТ»  
Республика Беларусь,  
220090, г. Минск,  
Логойский тракт, 22

Е-mail: [smt@riftek.com](mailto:smt@riftek.com)  
Тел.: +375 17 281 36 57

УНП 192241841

ПРИСЛУШИВАТЬСЯ. ИЗУЧАТЬ. СОЗДАВАТЬ. ЭТО НАША СТРАТЕГИЯ.

EMC<sup>2</sup>

VMAX

ALL FLASH

Корпорация Dell обеспечивает весь мир технологиями, которые позволяют воплощать мечты в жизнь. Клиенты доверяют нашим технологическим решениям, которые позволяют им работать более эффективно, где бы они ни находились: дома, в офисе, в школе и т. д. Узнайте больше о нашей истории, целях и людях, которые воплощают в жизнь нашу стратегию, ориентированную на клиентов.



Масштабируемые процессоры  
Intel® Xeon®



[www.dell.com](http://www.dell.com)

ИЗДАЕТСЯ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ ФАКУЛЬТЕТА РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ЭЛЕКТРОНИКА  
ПЛЮС  
ЦИФУС

№2  
март-апрель-май 2021

Издание для специалистов, занимающихся разработкой и поставкой электроники, компонентов и другой продукции в различных отраслях промышленности. Издание знакомит специалистов с новыми достижениями и разработками в области электроники, микроэлектроники, электротехники, оптоэлектроники, энергетики, средств связи. Публикует научные статьи ученых. Размещает рекламу по теме номера.

НОВОСТИ

ВЕСНА ИЛЬ НЕ ВЕСНА? ..... 2

ТЕЛЕКОМ

БЕЗОПАСНОСТЬ 5G  
Нир Кшетри, Джеффри Воас ..... 14

ОПАСНОСТЬ 5G НЕ ПРЕУВЕЛИЧЕНА  
Андрей Самохин ..... 17

КОНТУРЫ 6G  
Валерий Коржов ..... 22

УЯЗВИМОСТИ СЕТЕЙ 5G  
Грэг Гибсон ..... 25

ОБЗОР РЫНКА

EPSON HEAT-FREE: ТИХАЯ И ХОЛОДНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ НА РЫНКЕ ПЕЧАТИ ..... 29

НАУКА

ФОРМИРОВАНИЕ СИЛИЦИДОВ НИКЕЛЯ МЕТОДАМИ БЫСТРОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
Маркевич М.И., Петлицкий А.С., Щербакова Е.Н., Чапланов А.М. .... 32

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ И МАГНИТОРЕЗОНАНСНЫЕ СВОЙСТВА СМЕСОВОЙ ТКАНИ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ КЛАСТЕРАМИ ЦИРКОНИЯ  
Акула И.П., Маркевич М.И., Щербакова Е.Н., Малышко А.Н., Чекан Н.М. .... 35

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ НА РЫНКЕ АВТОСЕРВИСА  
Модников М.Ю. .... 38

ПРИНЦИП ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЯХ НА ОСНОВЕ ТОКОВОГО ДЕТЕКТОРА  
Шмарловский А.В. .... 40

АГОРИТМ ВЫБОРА СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ  
Ю Хуачжан ..... 43

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
Анисович А.Г., Маркевич М.И., Журавлева В.И., Щербакова Е.Н., Шаповалов С.В. ... 49

6G: ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СЕТЬ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА  
Сююань Цяо, Якунь Хуан, Цзюньлян Чэнь, Шахрам Дустдар ..... 52

ПРАЙС-ЛИСТ ..... 59

Учредитель:

ООО «ВитПостер»

Главный редактор

Бокач Павел Викторович  
m6@tut.by  
+375 (29) 338-60-31

Редакционная коллегия:

Председатель:

Чернявский Александр Федорович  
академик НАН Беларуси, д.т.н.

Секретарь:

Садов Василий Сергеевич, к.т.н.  
sadov@bsu.by

Члены редакционной коллегии:

Беляев Борис Илларионович, д.ф.-м.н.  
Борздов Владимир Михайлович, д.ф.-м.н.  
Голенков Владимир Васильевич, д.т.н.  
Гончаров Виктор Константинович, д.ф.-м.н.  
Есман Александр Константинович, д.ф.-м.н.  
Ильин Виктор Николаевич, д.т.н.  
Кугейко Михаил Михайлович, д.ф.-м.н.  
Кучинский Петр Васильевич, д.ф.-м.н.  
Мулярчик Степан Григорьевич, д.т.н.  
Петровский Александр Александрович, д.т.н.  
Попечич Владимир Иванович, д.ф.-м.н.  
Рудницкий Антон Сергеевич, д.ф.-м.н.

Подписано в печать 21.05.2020.

Отпечатано в типографии  
ООО "ЮСТМАЖ",  
ул. Калиновского, 6 Г 4/К,  
220103, г. Минск  
ЛП №02330/250

Бумага офсетная.  
Тираж 299 экз. Заказ 145.

Издатель ООО «ВитПостер».  
Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/99 от 02.12.2013.  
E-mail: artmanager3@mail.ru

© ООО «ВитПостер», 2020

## ВЕСНА ИЛЬ НЕ ВЕСНА?

В наше время неопределенность становится настолько распространена, что затронула даже погоду. Пришла весна или нет? Будет лето или пропустим один сезон? Одеть майку или зимнюю куртку? Сходить на выставку или посидеть дома? Этой весной традиционная выставка «Автоматизация. Электроника. Электротех. Свет» тоже поразила своей парадоксальностью. И прежде всего – рекордным количеством экспонентов. Рекордным – в отрицательном смысле. Что касается электроники – то их оказалось всего три! Возможно, виноват коронакризис, но порой возникает подозрение, что и в электронике тоже что-то не в порядке. Во всяком случае, в отдельно взятых странах... Но мы будем надеяться, что весна придет, окончательно и однозначно. И лето тоже наступит. И электроника тоже окажется в полном порядке... Ну очень хочется!!!

## ТИБО 2021 СОСТОИТСЯ!

Международная специализированная выставка и конгресс по телекоммуникациям, информационным и банковским технологиям ТИБО проводятся по инициативе Министерства связи и информатизации. Международный форум ТИБО по праву заслужил репутацию ежегодного национального смотра мировых и отечественных достижений в области телекоммуникаций, связи, программного обеспечения, банковских технологий, офисной техники и потребительской электроники.

Ежегодно работники организаций связи и других организаций, специализирующихся на разработке и использовании информационных технологий, получили возможность ознакомиться с самыми современными техническими и программными средствами, тенден-

циями развития всех секторов информационной сферы. Демонстрация в действии информационных технологий способствует широкому их применению во всех отраслях экономики, социальной сфере, гос. управлении.

**1-4 июня 2021 г.**  
**Место проведения:**  
**Футбольный манеж,**  
**Минск, пр. Победителей, 20/2**

В выставке участвуют крупнейшие отечественные и зарубежные производители телекоммуникационного оборудования, компьютеров и программного обеспечения, средств и систем безопасности. Среди участников выставки ведущие операторы фиксированной и мобильной связи: Национальный

оператор РУП «Белтелеком», СООО «Мобильные ТелеСистемы», ИП «Велком», ЗАО «БеСТ», СООО «Белорусские облачные технологии»; кабельные операторы СП «Космос-ТВ» и ОАО «МТИС»; оператор почтовой связи РУП «Белпочта». На выставке представлены мировые брэнды: Huawei, Nokia Networks, ZTE, Canon, Epson, Samsung, Motorola, Eaton и другие. Кроме индивидуальных стендов компаний, в структуре экспозиции предусмотрены коллективные стенды Государственного комитета по науке и технологиям, Минского городского исполнительного комитета, Министерства промышленности, Парка высоких технологий, а также Национальные стенды Азербайджана и Литвы.

[tibo.by](http://tibo.by)

## СМАРТ-ЧАСЫ С НЕПРЕРЫВНЫМ МОНИТОРИНГОМ КИСЛОРОДА В КРОВИ

Компания Huawei выпустила новую версию смарт-часов, получившую название Huawei Watch Fit Elegant. Новинка отличается от оригинала в основном внешним видом. Устройство заключено в корпус из нержавеющей стали, а его ремешок изготовлен из фторэластомера.

Новая модель представлена в двух цветовых вариантах: Frosty White с корпусом золотистого оттенка и Midnight Black с корпусом из темной стали.

Watch Fit Elegant почти не отличается от оригинала, за исключением добавления непрерывного мониторинга степени насыщения крови кислородом (SpO<sub>2</sub>). В оригинальных часах Watch Fit уровень SpO<sub>2</sub> измеряется через определённые промежутки времени в течение дня, в то время как Watch Fit Elegant предоставляет в приложении Здоровье (Huawei Health) данные непрерывно, для лучшей аналитики.

Пользователь получит предупреждение в случае, если уровень окажется слишком низким.

Watch Fit Elegant позволяют отслеживать практически любой вид активности – от традиционной ходьбы, бега, езды на велосипеде до нетрадиционных форм упражнений, таких как танцы, боевые искусства и метание дротиков. Кроме того, во время тренировки можно отслеживать частоту сердечных сокращений в реальном времени, чтобы поддерживать мотивацию к достижению целевых рубежей. Все данные о пульсе, сне и физической активности можно получить через приложение Huawei Health.

У Watch Fit Elegant есть функция интерактивных анимированных тренировок с пошаговой инструкцией, что

и у оригинала. Кроме того, предлагается 13 встроенных беговых курсов для бегунов с любым уровнем подготовки. Во время бега Watch Fit Elegant предоставляют инструкции, отслеживают количество шагов и маршрут с помощью встроенного GPS. Продолжительность автономной работы новинки составляет до 10 дней.

[techradar.com](http://techradar.com)

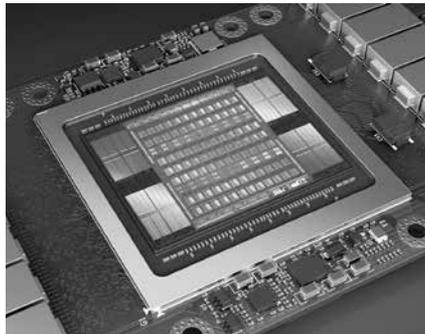


## КИТАЙЦЫ СОКРУШИЛИ МИФ О КВАНТОВОМ ПРЕВОСХОДСТВЕ GOOGLE

О достижении квантового превосходства – способности быстро решать задачи, на которые классическим компьютерам требуется буквально вечность – Google сообщила в октябре 2019 года, когда квантовая система Sycamore решила за 200 секунд задачу, на решение которой самому быстрому на тот момент суперкомпьютеру IBM Summit потребовалось бы 10 тыс. лет. В IBM заявили, что улучшенный алгоритм мог бы решить квантовую задачу Google за 2,5 дня. Правда, компания не подтвердила эти слова практическим экспериментом.

Однако заявление Google о квантовом превосходстве опровергли учёные из Китая. Они разработали алгоритм,

который на 60 видеокартах NVIDIA на графических процессорах V100 и A100 решил задачу Google примерно за пять дней. Тем самым, кстати, китайские исследователи показали, что суперкомпьютеры тоже не всегда самые



лучшие инструменты, и важна не сама вычислительная мощность, а умение ею пользоваться.

Поиск доказательств квантового превосходства той или иной квантовой платформы имеет больше спортивный характер, чем прикладной. Но это позволяет нащупать границу между классическими и квантовыми вычислениями, ведь полной ясности в прикладных возможностях последней всё ещё нет. Китайцы, к слову, в новой пятилетке планируют перевести поиск квантовых алгоритмов из теоретической плоскости в практическую. Посмотрим, что из этого получится.

scmp.com

## В ГЕРМАНИИ РАЗРАБАТЫВАЕТСЯ КВАНТОВЫЙ ПРОЦЕССОР НА СВЕРХПРОВОДЯЩИХ КУБИТАХ

В Германии ряд институтов начал работать над национальным проектом по созданию квантового процессора на сверхпроводящих кубитах – GeQCoS, что так и расшифровывается «Немецкий квантовый компьютер на основе сверхпроводящих кубитов». Проект финансируется Федеральным министерством образования и науки в размере 14,5 млн евро, из которых более 3 млн евро будут выделены Технологическому институту Карлсруэ (KIT).

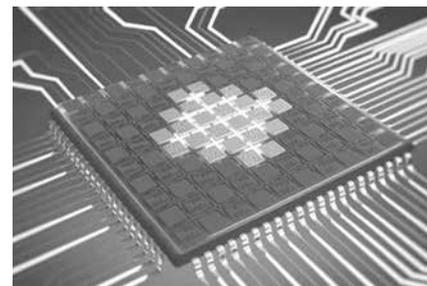
Исследователи из KIT заняты поиском лучших материалов для сверхпроводящих кубитов. Основные компоненты квантового компьютера,

квантовые биты или кубиты, будут реализованы посредством токов нулевого сопротивления в сверхпроводящих цепях. Эти токи относительно устойчивы к внешним возмущениям и могут сохранять квантовые состояния во время работы.

Ожидается, что применение новых материалов для изготовления кубитов приведет к лучшей воспроизводимости и более высокому качеству кубитов. Связанные с использованием сверхпроводящих кубитов ошибки затрудняют квантовые расчёты – снижают точность вычислений, поэтому немецкие учёные ставят перед собой главной целью создание устойчивых

к помехам квантовых архитектур. Учёные обещают, что сделают всё возможное, чтобы создать прототип и обеспечить к нему доступ на программном и аппаратном уровне как можно раньше.

kit.edu



## ТОЧНОСТЬ РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС ВЫРАСТЕТ В ДВА РАЗА



В настоящее время орбитальная группировка ГЛОНАСС включает 28 аппаратов, из которых 23 используются по целевому назначению. Ещё по два спутника находятся на техобслуживании и на этапе лётных испытаний. Один аппарат числится в орбитальном резерве. На земле находятся ещё один аппарат старого поколения, "Глонасс-М", и "Глонасс-К2", "Глонасс-К" уже с всё более и более увеличивающимся числом, долей российской микроэлектроники. Сейчас идёт активная работа по импортозамещению в области ГЛОНАСС. Предполагается, что к 2025 году спутники данной системы будут на 100 % состоять из российских компонентов.

Сейчас точность определения местоположения при помощи ГЛОНАСС составляет 2,6 метра. А в ближайшие годы планируется улучшить данный показатель вдвое, доведя его до 1,3 метра.

roskosmos.ru

## SDXC-КАРТЫ PROFESSIONAL 1066x SILVER SERIES ДО 512 ГБАЙТ



Lexar запустила новые SDXC-карты Professional 1066x Silver Series, ориентированные на профессиональных фотографов и видеооператоров. Накопители новой серии соответствуют стандартам Class 10, UHS-III (U3) и Video Speed Class 30 (V30).

Новые карты обеспечивают производительность, позволяющую без каких-либо проблем записывать высококачественные видеоролики в разрешениях Full HD и 4K. Производитель заявляет, что они обеспечивают скорость чтения на уровне 160 Мбайт/с и скорость записи 120 Мбайт/с. Самая младшая модель объёмом 64 Гбайт обладает скоростью записи до 70 Мбайт/с. Кроме того, новые карты памяти Lexar могут использоваться в профессиональном оборудовании специального назначения, поскольку защищены от воздействия воды, ударов, вибрации, высоких и низких температур, и рентгеновского излучения.

Стоимость 64-Гбайт карты составит \$18, 128-Гбайт модель обойдётся в \$34, за 256-Гбайт карту придётся отдать \$65, а самая ёмкая 512-Гбайт модификация будет стоить \$140.

[storagenewsletter.com](http://storagenewsletter.com)

## СПРОС НА ЧИПЫ ОБЕСПЕЧИТ РЕКОРДНЫЙ РОСТ ЭКОНОМИКИ ТАЙВАНЯ

Год начался с заявлений автопроизводителей о нехватке полупроводниковых компонентов, значительная часть которых выпускается на тайваньских предприятиях. Бюро статистики Тайваня ожидает, что ВВП страны по итогам года вырастет на 4,64 % вместо заложенных в прогноз в конце прошлого года 3,83 %. Экспорт Тайваня по итогам текущего года вырастет на 9,58 %. По оценкам

экспертов, мировой ВВП в этом году вырастет на 5,4 %, поэтому показатели прироста экономики Тайваня могут показаться умеренными, но остров начинает отчётный период с высокой базы, поскольку в 2020 году его ВВП неплохо подрос, хотя положительная динамика не была характерна для большинства стран.

Именно возросший спрос на производимые на Тайване полупроводниковые компоненты местные органы статистики назвали главным фактором, побудившим их пересмотреть прогноз по росту ВВП в сторону увеличения. Экспорт вырастет по аналогичной причине, поскольку основные заказчики полупроводниковых компонентов располагаются за пределами острова. Прирост экспорта в этом году будет крупнейшим с 2017 года, как ожидают власти Тайваня. Импорт тоже будет увеличен на 9,77 %. Внешнеторговый баланс

Тайваня по итогам года должен составить \$63,9 млрд.

Такие тенденции будут способствовать дальнейшему укреплению национальной валюты Тайваня, которая и так прибавила по отношению к доллару США около 7 % за последние 12 месяцев. Формированию благоприятных экономических прогнозов для Тайваня способствуют и успехи острова в борьбе с распространением коронавирусной инфекции COVID-19. Блокировать работу предприятий и отраслей местным властям по примеру зарубежных коллег пришлось в минимальной степени. Сейчас на Тайване остро стоит проблема вакцинации населения – власти не могут начать её до июня текущего года, а потому опасаются, что это может негативно повлиять на работу некоторых отраслей, связанных с деловыми и туристическими поездками.

[bloomberg.com](http://bloomberg.com)



## РЕВОЛЮЦИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В КИТАЕ НЕ ОПРАВДЫВАЕТ ОЖИДАНИЙ

Согласно плану «Сделано в Китае 2025», местные производители должны были к 2020 году обеспечить половину внутреннего рынка высокотехнологическими товарами и 70 % – к 2025 году. Но в Китае этот план не смогли реализовать. Это произошло во всех сферах, включая робототехнику. На этом поприще Поднебесная всё ещё сильно отстаёт от Японии и Германии. Несмотря на рост произ-

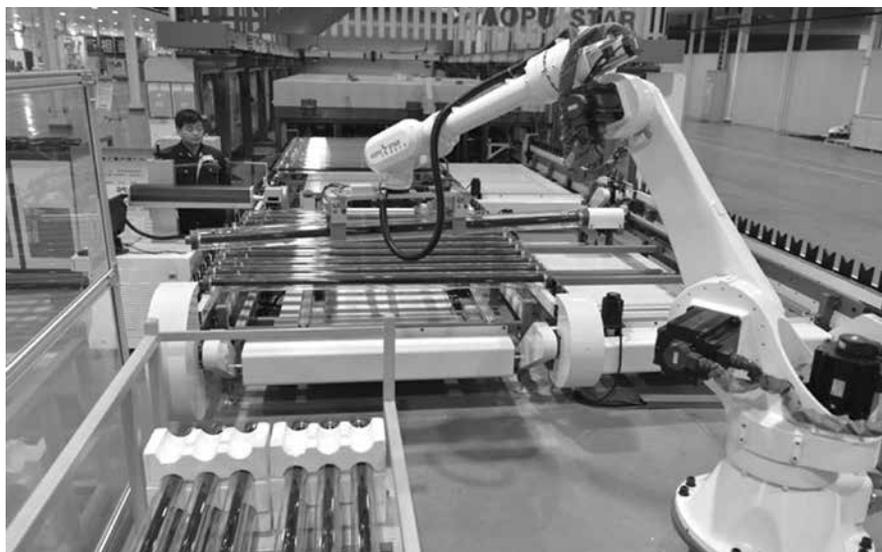
водства в прошлом году на 19,1 %, робототехническая промышленность Китая не достигла целевых показателей, поставленных Пекином в плане модернизации промышленного сектора. Вместо достижения 50 % замещения импорта китайские компании обеспечили на внутреннем рынке только 39 % потребностей. Китай покупает и производит больше промышленных роботов, чем любая другая страна, но

на его рынке по-прежнему доминируют японские компании, за которыми следуют производители из Европы и Южной Кореи. Это также касается электроники, которая применяется в робототехнике. В машинах местного производства только 45 % китайских чипов. Это лучше, чем пять лет назад, когда таковых было только 12 %, но всё ещё далеко от поставленных целей.

Китай с 2013 года является крупнейшим в мире рынком промышленных роботов, и в 2017–2018 гг. на его долю пришлось 38 % от общего числа установок в мире. В 2019 году на заводах по всей стране было установлено 140 492 устройства, что на 9 % меньше, чем в 2018 году, но все же больше, чем количество роботов, установленных в Европе и США вместе взятых.

В производстве двух основных компонентов промышленных роботов – редукторов и серводвигателей – по-прежнему доминирует Япония, особенно на рынках среднего и высокого классов. Более 75 % редукторов, используемых в Китае, импортируются японскими компаниями. На эти компоненты приходится более трети стоимости производимых в Китае промышленных роботов.

Пандемия ускорила автоматизацию китайских заводов. Рынок промышленных роботов в стране в 2020



году вырос на 9,5 %. В прошлом году Китай увеличил количество произведенных промышленных роботов на 19,1 % (в годовом исчислении до 237 068), при этом только в декабре было

построено 29 706 единиц, что на 32,4 % больше, чем годом ранее. Прогресс есть, но не такой активный, как рассчитывали власти Поднебесной.

[scmp.com](http://scmp.com)

## ДАТЧИК СПОСОБЕН СНИМАТЬ ВИДЕО 4K HDR С ЧАСТОТОЙ 1000 КАДРОВ/С

Как известно, Nikon использует сенсоры Sony во многих своих камерах и продуктах, но при этом разрабатывает и собственные технологии. Одним из примеров служит новейший квадратный 1-дюймовый многослойный датчик, который обеспечивает

высокоскоростной захват со впечатляющим динамическим диапазоном (экспозиция управляется отдельно для каждой области 16×16 пикселей).

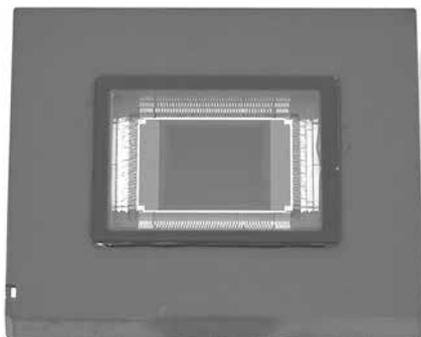
Nikon Japan объявила недавно о создании этого 65-нм 17,84-мегапиксельного 1-дюймового датчика изображения CMOS BSI. Он способен захватывать видео с высоким динамическим диапазоном на частоте до 1000 кадров/с (по всей видимости, в полном разрешении 4K×4K).

Датчик использует 17,84 миллионов пикселей размером 2,7×2,7 мкм (максимальное разрешение – 4224×4224 пикселей) для захвата видео со скоростью до 1000 кадров/с динамическим диапазоном 110 дБ. При снижении частоты до 60 кадров в се-

кунду динамический диапазон увеличивается до 134 дБ.

Nikon не указывает, для каких продуктов предназначена эта матрица, но, исходя из её квадратного формата и намёка на использование в промышленных областях вроде автомобилей, маловероятно, что мы увидим подобное решение в потребительских камерах в ближайшее время. Похоже, главное назначение сенсора – не получить привычное глазу изображение, а захватить как можно больше информации и деталей в кадре и при этом с высокой частотой. Как раз эта цель соответствует нуждам систем машинного зрения.

[nikon.co.jp](http://nikon.co.jp)

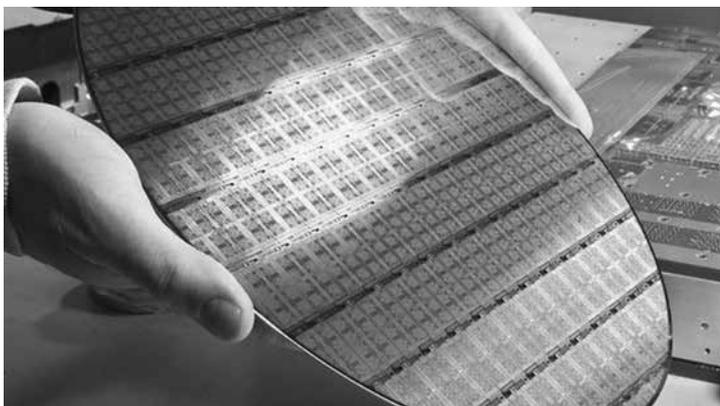


## КОНТРАКТ С ПЕНТАГОНОМ НА ПОСТАВКУ 45-НМ ЧИПОВ

Все, кто смеялся над 28-нм «Байкалами» и «Эльбрусами», теперь могут посмеяться над заказами Пентагона. Министерство обороны США заключило контракт с компанией GlobalFoundries на поставку в 2023 году первой партии чипов, выполненных по 45-нм техпроцессу SOI. Производством займётся завод Fab 8 в штате Нью-Йорк.

До этого дня у GlobalFoundries не было контрактов с Пентагоном на производство чипов на этом новом заводе компании. Контракты для военных выполняли два бывших завода IBM, которые пять лет назад были переданы на баланс GlobalFoundries.

Для работы по военным заказам, как нетрудно догадаться, требуются специальные мероприятия,



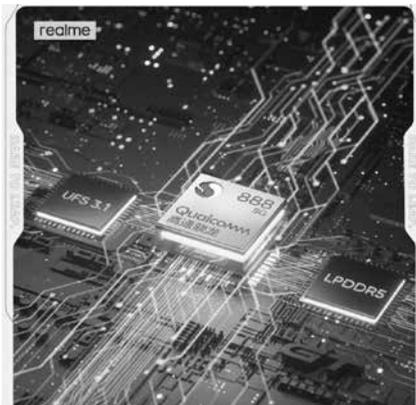
чтобы сохранить секретность. На заводе Fab 8 всего этого изначально предусмотрено не было. Компания только в прошлом году начала подстраивать работу на Fab 8 под требования двух ключевых нормативных документов США: ITAR (Правила международной торговли оружием) и EAR (Правила экспортного администри-

рования). Договор с GlobalFoundries рассматривается также как один из первых шагов по поддержке властями США отечественных производителей микроэлектроники. Решение строить в США полупроводниковые заводы ранее приняли компании TSMC и Samsung, что снова ставит исконно американские компании в невыгод-

ное положение. GlobalFoundries, Intel, Freescale (в составе NXP) и другие не такие крупные полупроводниковые компании в США отстают от своих азиатских конкурентов и без государственной помощи в том или ином виде могут попросту не выжить. Теперь она им начинает оказываться.

[electronicsweekly.com](http://electronicsweekly.com)

## СМАРТФОН REALME GT 5G ПОЛУЧИТ ПАМЯТЬ LPDDR5 И НАКОПИТЕЛЬ UFS 3.1



Подтверждено применение процессора Qualcomm Snapdragon 888 с восемью ядрами с частотой до 2,84 ГГц, графическим ускорителем Adreno 660 и модемом Snapdragon X60 5G во флагманском смартфоне Realme GT 5G. Кроме того, говорится об использовании высокоскоростной оперативной памяти LPDDR5. Её объём составит 12 Гбайт. Возможно, будут выпущены и другие модификации.

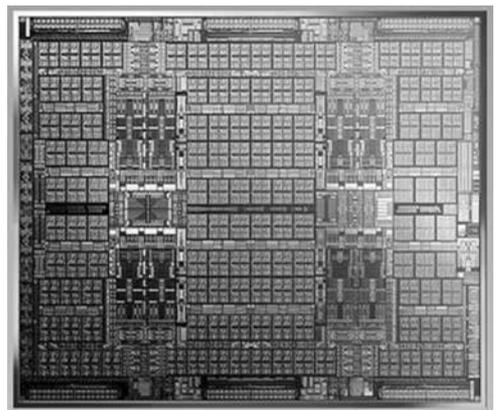
Тизер указывает на наличие быстрого флеш-накопителя стандарта UFS 3.1. «Засветилась» вер-

сия аппарата с модулем вместимостью 256 Гбайт. Новинка будет оборудована большим 6,8-дюймовым дисплеем с разрешением 3200×1440 точек и частотой обновления 120 Гц. Тройная тыльная камера получит 64-Мп основной датчик и два сенсора на 13 млн пикселей.

Питание обеспечит аккумуляторная батарея ёмкостью 5000 мА·ч с 65-ваттной быстрой подзарядкой, а не 125-ваттной, как предполагалось ранее.

[mysmartprice.com](http://mysmartprice.com)

## NVIDIA ПРЕДСТАВИЛА УСКОРИТЕЛИ CMP НХ ДЛЯ МАЙНИНГА ETHEREUM



В качестве меры по борьбе с дефицитом видеокарт GeForce RTX 30-й серии компания NVIDIA представила четыре специализированных графических ускорителя серии NVIDIA CMP НХ, предназначенных исключительно для майнинга криптовалют. Особенностью данных видеокарт является отсутствие внешних видеоинтерфейсов, а также специальный криптомайнинговый процессор (Crypto Mining Processor, CMP).

Совсем скоро в продажу поступит младший графический ускоритель серии Ampere, GeForce RTX 3060, оснащённый 12 Гбайт видеопамяти GDDR6. Новинка, как и её старшие собратья по серии может приглянуться майнерам Ethereum, в результате чего обычные

геймеры просто не смогут приобрести данные видеокарты. Чтобы этого избежать, компания решила через драйвер ограничить производительность GeForce RTX 3060 в задачах майнинга. Самых майнеров компания тоже не хочет обижать, поэтому представила специализированные видеокарты CMP 30НХ, CMP 40НХ, CMP 50НХ и CMP 90НХ. Младшая модель CMP 30НХ способна обеспечить хешрейт на уровне 26 Мхеш/с. Ускоритель оснащён 6 Гбайт видеопамяти, использует один дополнительный 8-контактный разъём питания, а его заявленный уровень энергопотребления составляет 125 Вт. Для модели CMP 40НХ заявленный хешрейт составляет 36 Мхеш/с. Ускоритель получил 8 Гбайт видеопамяти,

имеет один 8-контактный разъём дополнительного питания и обладает заявленным уровнем энергопотребления 185 Вт. Для модели CMP 50НХ компания заявляет хешрейт на уровне 45 Мхеш/с. Видеокарта оснащена 10 Гбайт видеопамяти, использует два 8-контактных разъёма дополнительного питания и обладает уровнем энергопотребления 250 Вт.

Старшая модель майнинговой видеокарты NVIDIA CMP 90НХ готова предложить хешрейт на уровне 86 Мхеш/с. Графический ускоритель оснащён 10 Гбайт видеопамяти, двумя 8-контактными разъёмами питания и обладает заявленным уровнем энергопотребления 320 Вт.

[nvidia.com](http://nvidia.com)

## RADEON RX 6900 XT TOXIC LIMITED EDITION С МОЩНОЙ СЖО С 360-ММ РАДИАТОРОМ

Компания Sapphire официально представила графический ускоритель Radeon RX 6900 XT Toxic Limited Edition. Видеокарта получила гибридную систему жидкостного охлаждения. В её состав входит огромный 360-мм радиатор, оснащённый тремя 120-мм вентиляторами с двухрядными шарикоподшипниками, который крепится двумя трубками длиной 470 мм к моноблоку прямого контакта с GPU.

Охлаждением элементов питания графического процессора и памяти, а также самих модулей памяти занимается алюминиевый радиатор с двумя теплопроводящими трубками. Поток свежего воздуха к элементам платы

обеспечивает большой вентилятор с гибридной конструкцией лопастей.

Производитель заявляет, что применяемая система охлаждения очень эффективно и при этом тихо справляется со своей работой. Под нагрузкой температура GPU находится ниже 70°C, а создаваемый ею уровень шума – на приемлемых 30–36 дБ. Всё зависит от выбранного режима работы двойной системы BIOS, позволяющей выбирать между тихим и производительными вариантами работы видеокарты. Внешнее оформление новинки дополняет ARGB-подсветка усиливающей пластины, вентиляторов и моноблока охлаждения.

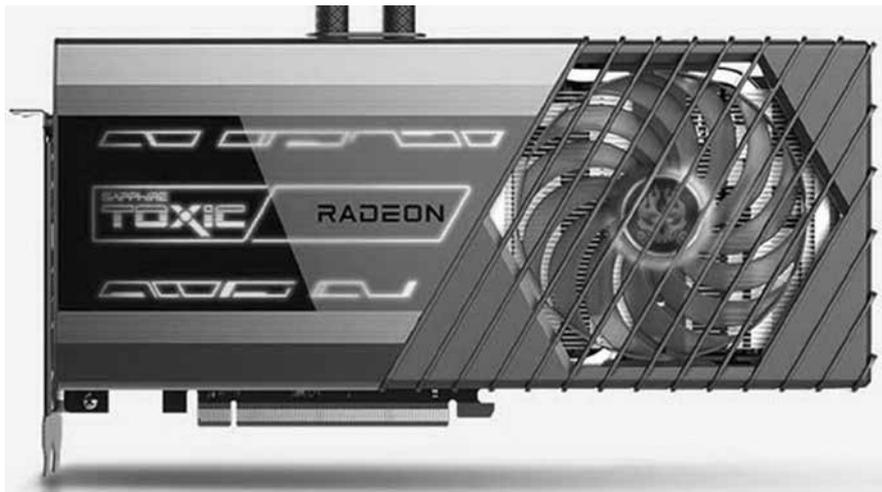
В основе Radeon RX 6900 XT Toxic Limited Edition используется GPU Navi 21 XTX, в состав которого входят 5120 потоковых процессоров, 80 ускорителей трассировки лучей, 320 текстурных блоков, а также 128 блоков растеризации.

Производитель заявляет, что в Boost-режиме частота GPU достигает значения 2365 МГц. В режиме игровой производительности графический чип работает на частоте до 2135 МГц. Видеокарта оснащена 16 Гбайт видеопамяти GDDR6 и 128 Мбайт буферной памяти Infinity Cache.

В оснащение видеокарты входят три видеоинтерфейса: один HDMI 2.1 и три DisplayPort 1.4. В корпусе ПК сама видеокарта займёт 2,5 свободных слота расширения – её размеры составляют 270 × 130 × 45 мм. Помимо этого, также придётся найти место для установки радиатора СЖО формата 360 × 120 мм. По данным ресурса VideoCardz, при полной нагрузке Radeon RX 6900 XT Toxic Limited Edition может потреблять до 332 Вт.

Для получения дополнительного питания карта оснащена двумя 8-контактными и одним 6-контактным разъёмами. Производитель рекомендует использовать для новинки блок питания мощностью 850 Вт.

[sapphiretech.com](http://sapphiretech.com)



## «МЯТЫЙ» ГРАФЕН ПОЗВОЛИТ НА ПОРЯДКИ УМЕНЬШИТЬ РАЗМЕР И УВЕЛИЧИТЬ СКОРОСТЬ ЧИПОВ

Элементарный кремний открыли в 1824 году, но первый транзистор сделали только сто двадцать лет спустя. Графен открыли 15 лет назад. Его электротехнические характеристики оказались настолько удивительными, что учёные со всего мира бросились изобретать транзисторы на его основе. Сделано много интересных пред-



ложений, и череда открытий только растёт, а на днях свой вклад в графеновую микроэлектронику внесли учёные из Великобритании.

Исследователи изучают использование «мятых» форм графена, то есть влияние на электротехнические свойства исходного материала разного рода физических деформаций. Это относительно новое направление в перспективной микроэлектронике, которое получило название стрейнотроника. Было выявлено, что деформирование структуры 2D-наноматериалов, таких как графен или дисульфид молибдена, ведёт к проявлению новых электронных свойств, но точное влияние различных «складок» остается малоизученным. В своём исследовании британские учёные исследовали

влияние структурных изменений в графене на такие свойства, как легирование (добавление примесей). Например, ожидается, что деформация графена может существенно повысить электронную плотность в материале, что превратит его из проводника в суперпроводник. Можно создавать структуры из графена и других 2D-материалов, просто добавляя в структуру преднамеренные изгибы, чтобы создать интеллектуальный электронный компонент, такой как транзистор или логический вентиль. В перспективе «мятый» графен позволит создавать в сто раз меньшие по размеру чипы, которые будут работать в тысячу раз быстрее кремниевых.

[zdnet.com](http://zdnet.com)

## КИОХИА И WESTERN DIGITAL ПРЕДСТАВИЛИ 162-СЛОЙНУЮ ПАМЯТЬ 3D NAND

Японская компания Kioxia (бывшая Toshiba Memory) и её партнёр Western Digital вошли в клуб производителей 170-слойной флеш-памяти 3D NAND. Подобную память в виде опытных партий уже начали выпускать компании Micron Technology и SK Hynix. Увеличение числа слоёв более чем на треть снизит себестоимость хранения данных, что сделает SSD-накопители

ещё более популярной продукцией.

Новая разработка представляет собой 162-слойную структуру 3D NAND. Это чуть меньше, чем в случае с 176-слойной 3D NAND Micron и 176-слойной 3D NAND SK Hynix. В то же время Kioxia утверждает, что она смогла на 10 % увеличить плотность размещения ячеек памяти в горизонтальной плотности, что вместе с

увеличением слоёв со 112 до 162 в совокупности позволило уменьшить размер кристалла на 40 % по сравнению с памятью предыдущего поколения. Тем самым с каждой 300-мм пластины будет выходить на 70 % больше бит, чем в предыдущем поколении, а это прямой путь к снижению стоимости хранения данных. Другим важным новшеством при производстве 162-слойной флеш-памяти 3D NAND стало размещение управляющих цепей (контроллера) под массивом памяти. Это не только уменьшило площадь чипа, но также увеличило производительность памяти. В Kioxia сообщают, что скорость работы выросла почти в 2,4 раза, как и на 10 % снизились задержки в режиме чтения. Вместе это на 66 % увеличило производительность операций ввода-вывода. Тем самым новая память стала не только дешевле и плотнее, но также существенно нарастила скорость работы, что можно только приветствовать.

[kioxia.com](http://kioxia.com)



## РОССИЯ ПОКАЗАЛА ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ

На салоне IDEX-2021, который работал в столице ОАЭ, Россия продемонстрировала перспективные системы управления войсками. Научно-производственное предприятие «Рубин» показало машину разведки и управления командира взвода ПЗРК из состава зенитного ракетного комплекса ближнего действия «Гибка-С». Модуль, выполненный на базе бронезащищенного автомобиля «Тигр-М», предназначен для применения в системе управления войсковой ПВО тактического звена, а также для решения автономных боевых задач. Машина разведки и управления способна обнаруживать цели на расстоянии 40 км, управлять шестью боевыми машинами отделения ПВО и четырьмя комплектами средств автоматизации стрелков-зенитчиков. Пензенский «Радиозавод» показал систему управления зенитной ракетной бригадой войск ПВО «Поляна-Д4М1», выполненную на шасси автомобиля «КАМАЗ». Изделие предназначено для автоматизированного управления зенитными ракетными системами и зенитно-ракетными комплексами типа «С-300» и «Бук», а также для оснащения командных пунктов ПВО

смешанной группировки. «Поляна-Д4М1» выполняет сбор и обработку радиолокационной информации, а также данных наземной обстановки, оповещает о воздушной обстановке, обеспечивает безопасность полетов своей авиации и координацию боевых действий, а также вырабатывает рекомендации по управлению подчиненными частями и подразделениями путем автоматизированного решения задач целераспределения.

«Поляна-Д4М1» является дополнительной опцией к С-300 и «Бук» различных модификаций. Их применение позволяет существенно повысить эффективность боевых подразделений за счет оперативного оповещения об обстановке, более раннего и точного целеуказания, оптимального распределения целей.

[vpk.name](http://vpk.name)

**На фото:** Машина разведки и управления ПЗРК "Гибка-С".



## КОНТРОЛЛЕР HIGHPOINT SSD7580 ПОЗВОЛЯЕТ СОЗДАТЬ RAID-МАССИВ НА БАЗЕ U.2 NVME PCIE 4.0

Компания HighPoint анонсировала специализированный контроллер SSD7580, предназначенный для построения высокопроизводительных массивов RAID с использованием твердотельных накопителей U.2 NVMe PCIe 4.0. Изделие представляет собой карту

расширения с интерфейсом PCIe 4.0 x16. Она имеет низкопрофильное исполнение и занимает один слот.

Контроллер выпускается в двух модификациях: SSD7580A и SSD7580B. Последняя отличается поддержкой горячей замены накопителей. Модификация SSD7580A имеет рекомендованную цену \$999 и уже доступна для

покупки. SSD7580B появится в продаже до конца первого квартала, но её цена пока не называется.

Карта наделена четырьмя коннекторами, к каждому из которых можно подсоединить два накопителя U.2 NVMe PCIe 4.0. Таким образом, в общей сложности можно задействовать восемь устройств хранения данных. Допускается формирование массивов RAID 10, RAID 1 и RAID 0, в том числе загрузочных (Windows и Linux). В зависимости от конфигурации суммарная вместимость может превышать 120 Тбайт, а скорость передачи информации – 28 000 Мбайт/с.

Новинка совместима с Windows 10, Windows Server 2016 и старше, а также с ОС на базе ядра Linux 3.10 и новее. Для управления доступны веб-интерфейс и CLI, где в частности, можно отслеживать показатели температуры и TBW для каждого диска.

[highpoint-tech.com](http://highpoint-tech.com)



## ПРОЗРАЧНАЯ СОЛНЕЧНАЯ ПАНЕЛЬ С ВЫСОКИМ КПД



Идея создания прозрачных солнечных элементов буквально витает в воздухе. Над проблемой бьются как западные учёные, так и отечественные специалисты. Как стало известно, физики Университета ИТМО не только добились желаемого эффекта, но и существенно удешевили технологию.

Прозрачные солнечные элементы обладают ключевым преимуществом перед уже существующими предложениями: их можно наклеить на обычные стёкла, что обеспечит генерацию энергии без снижения видимости. Фактически такой способ позволит значительно уменьшить потребление ископаемого топлива. Главная проблема всех подобных технологий заключается в низком КПД и высоких потерях энергии. Кроме того, изготовление специальных светопропускающих электродов – крайне дорогостоящая процедура.

Российская методика, предложенная специалистами Университета ИТМО, кардинально отличается от всех других технологий, используя легирование для решения проблемы эффективности.

А вот вопрос прилипания плёнки решили за счёт ионной жидкости, меняющей характеристики обработанного слоя. Результатом стал солнечный элемент, обладающий высоким коэффициентом прозрачности без потери КПД.

Для опытов взяли солнечный элемент на основе малых молекул, на который нанесли нанотрубки в качестве прозрачного электрода. Далее легировали покрытие из нанотрубок при помощи ионного затвора. Обработке подвергся и транспортный слой, который отвечает за то, чтобы заряд из активного слоя успешно достиг электрода. Удалось обойтись без вакуумных камер, работали в воздушной атмосфере. Нужно было просто капнуть ионной жидкостью и подать немного напряжения, чтобы получить необходимые свойства.

В результате учёным удалось поднять эффективность батареи в несколько раз. Они полагают, что способны улучшить свойства и других солнечных элементов. Сейчас специалисты заняты совершенствованием технологии.

[4pda.ru](http://4pda.ru)

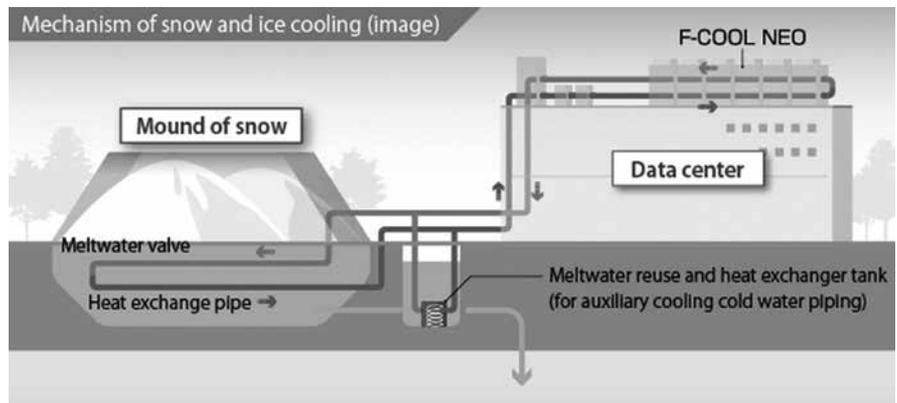


## ЯПОНИЯ БУДЕТ ОХЛАЖДАТЬ СВОИ ДАТА-ЦЕНТРЫ С ПОМОЩЬЮ СНЕГА

Крупные центры обработки и хранения данных – весьма серьёзные потребители электроэнергии; также они требуют соответствующего охлаждения, мощность систем которого может исчисляться мегаваттами. Министерство окружающей среды Японии считает, что в охлаждении ЦОД может помочь сама окружающая среда, а именно – снег.

Согласно статистике, приводимой японскими источниками, лишь один сегмент крупного современного ЦОД может потреблять до 40 мегаватт. В 2019 году ЦОД потребляли порядка 1% всей производимой на планете энергии, и эта цифра не думает уменьшаться. В свете этих тенденций Министерство окружающей среды Японии обеспокоилось данной проблемой. Планируется субсидировать строительство таких дата-центров из правительственного бюджета, причём доля субсидий в проекте может достигать 50%, а общий объём затрат на эту инициативу должен составить \$7,3 млрд.

Самым интересным в этой инициативе является использование снега в системах охлаждения ЦОД. Подобная возможность уже опробована некоторыми японскими компаниями. Так, в городе Нагаока провайдер DataDock использует искусственный снегоуловитель высотой четыре метра для охлаждения своего компьютерного центра, благо климат в этом регионе



позволяет делать это с декабря по февраль. Полученная в результате вода затем используется на соседних гидропонных фермах.

Ещё севернее, на острове Хоккайдо в городе Исикари, где температура может падать до  $-5^{\circ}\text{C}$ , провайдер Sakura Internet построил свой вычислительный комплекс площадью почти 52 тыс. м<sup>2</sup>. Глава компании заявляет, что ЦОД в Исикари может обходиться без вспомогательных систем охлаждения с октября по май, когда температура не превышает  $18^{\circ}\text{C}$ . Этот центр снабжен системами забора окружающего воздуха, который и охлаждает оборудование, а затем, будучи нагретым, используется для предотвращения обледенения ведущих к ЦОД дорожек. В сравнении с аналогичным ЦОД, расположенным в Токио, энергопотребление удалось снизить на 40% просто за счёт размещения оборудо-

вания в более холодной климатической зоне.

В этом же регионе компания Kyodo News Digital планирует запустить ещё один «снежный» ЦОД площадью свыше 36 тыс. м<sup>2</sup>. Гибридная система охлаждения будет потреблять на 55% меньше энергии в сравнении с системами классического типа. У подобного похода есть недостатки: системы охлаждения, зависящие от снега и низкой окружающей температуры, могут работать не круглый год. К тому же требуется прокладывать новые линии передачи данных до удалённых ЦОД, а дополнительные расстояния могут негативно сказаться на времени отклика. Однако выгоды, приносимые экономией энергии, всё-таки достаточно велики, чтобы инициатива «снежного охлаждения» вышла в Японии на государственный уровень.

servernews.ru

## AUDI ОТКАЗАЛАСЬ ОТ РАЗРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Предстоящее введение в 2025 году стандарта Евро 7 с более жёсткими ограничениями на выбросы, несомненно, разделит автомобильный мир на две разные группы. С одной стороны, найдутся те, кто будет по-прежнему производить автомобили с двигателями внутреннего сгорания, хотя и сократит их ассортимент в связи с переходом на гибриды. На другой стороне, которая будет более многочисленной, окажутся те автопроизводители, у кого нет другого выбора, кроме как навсегда отказаться от двигателей внутреннего сгорания в пользу электродвигателей. К этой группе присоединилась Audi, официально объявив о завершении разработки двигателей внутреннего сгорания.

Генеральный директор немецкого бренда Маркус Дюсманн заявил, что

разработка новых двигателей внутреннего сгорания более невозможна и что было бы лучше адаптировать существующие двигатели к будущим стандартам, прежде чем они будут окончательно сняты с производства. Это означает, что выпуск культовых двигателей TDI и TFSI на Audi близок к завершению, как и выпуск двух знаковых моделей Audi – R8 и TT, у которых не ожидается прямых преемников.

В ближайшие 5 лет Audi планирует вывести на рынок 20 электрических моделей. Бренд также объявил о намерении к концу десятилетия превратить основные модели, такие как A4 и A6, в полностью электрические автомобили. Это ставит Audi на тот же путь, по которому планирует продвигаться конкурирующий бренд Mercedes.

motor1.com



## КИТАЙЦЫ СОЗДАЛИ СОБСТВЕННУЮ УСТАНОВКУ ДЛЯ КЛЮЧЕВЫХ ЭТАПОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧИПОВ

Китайская компания China Electronics Technology Group сообщила о производстве аппарата для ионной имплантации, полностью сделанного с использованием китайских технологий. Это стало ещё одним прорывом на пути к независимому производству промышленного оборудования для выпуска чипов.

Аппараты для ионной имплантации в полупроводниковой промышленности используются как для создания плёнок, так и для легирования (внесения примесей) в рабочие слои будущих микросхем. В зависимости от мощности ионного луча проникновение мо-

жет иметь разную глубину. Установка с максимальной мощностью луча до 6 миллионов электрон-вольт рассчитана на среднюю и большую глубину воздействия.

Использование новой установки позволяет китайским производителям чипов выпускать полупроводники с нормами до 28 нм. Для организации выпуска продукции по более тонким техпроцессам Китай остаётся зависимым от иностранных производителей оборудования, в част-

ности, от немецких, если говорить о нише ионной имплантации.

[cntechpost.com](http://cntechpost.com)



## НАКОПИТЕЛИ M.2 С ИНТЕРФЕЙСОМ PCIe 4.0 ЁМКОСТЬЮ ДО 2 ТБАЙТ



Компания Team Group анонсировала твердотельные накопители T-Create Classic PCIe 4.0 SSD, подходящие для использования в производственных настольных компьютерах и ноутбуках.

Решения выполнены в формате M.2 2280 с габаритами 22×80 мм. Для обмена данными служит интерфейс PCIe 4.0 x4 (NVMe 1.4), что обеспечивает высокую производительность.

Скорость последовательного чтения информации достигает 5000 Мбайт/с, скорость последовательной записи – 4400 Мбайт/с. Количество операций ввода/вывода в

секунду (IOPS) при произвольном чтении и произвольной записи – до 750 тыс.

Диапазон рабочих температур простирается от 0 до 70 градусов Цельсия. Показатель MTBF (средняя наработка на отказ) заявлен на отметке 1,7 млн часов.

Накопители снабжены тонким радиатором охлаждения. Говорится о совместимости с компьютерами под управлением операционных систем Microsoft Windows и Linux.

В семейство T-Create Classic PCIe 4.0 SSD вошли две модели — вместимостью 1 и 2 Тбайт.

[teamgroupinc.com](http://teamgroupinc.com)

## МІСРОН НАЧАЛА ВЫПУСКАТЬ ОПЕРАТИВНУЮ ПАМЯТЬ ПО РЕКОРДНО ПЛОТНОМУ ТЕХПРОЦЕССУ

Вскоре в продаже появится оперативная память DDR4 DRAM для ПК, произведённая по самому совершенному на сегодня техпроцессу, который компания Micron называет 1α (альфа). Выпуском 8-Гбит и 16-Гбит чипов DDR4 с помощью техпроцесса 1α занялась одна из тайваньских фабрик компании. Новинка обещает увеличить плотность размещения ячеек памяти (уменьшить размер кристалла), снизить потребление энергии и увеличить пропускную способность.

Начиная с 30-нм техпроцесса производители памяти перестали указывать точные технологические нормы изготовления чипов. На свет появились обозначения классов: 20-нм и 10-нм

класса, в пределах которых производители памяти выпускали микросхемы с технологическими нормами от 28 нм до 13 нм. Если дело касалось чипов 10-нм класса, то в ход шли обозначения 1x, 1y и 1z. По слухам, компания Micron смогла освоить самый мелкий геометрический размер при производстве памяти и её техпроцесс 1z соответствовал 13-нм технологическим нормам.

Но латинский алфавит закончился, а 10-нм класс продуктов ещё нет. Теперь компания осваивает греческий. Сегодня она сообщила о начале массового производства памяти с использованием техпроцесса 1α. Как сообщает нам пресс-релиз, плотность размещения ячеек памяти выросла на 40 %, что

означает ещё один шаг вниз по шкале снижения технологических норм, хотя точных цифр Micron снова не даёт.

Примечательно, что память на основе техпроцесса 1α компания снова выпускает с использованием классического 193-нм DUV-лазера с помощью иммерсионной литографии (использование жидкости между оптикой и кристаллом), для чего требуется четыре проекции на каждый критически важный слой. До перехода на сканеры EUV с длиной волны 13,5 нм будет освоен выпуск, как минимум, ещё одного поколения памяти под кодовым именем 1β (бета). Использование сканеров DUV обходится дороже с точки зрения себестоимости, но первичные затраты

на сканеры EUV и сопутствующие расходы были бы колоссальными. Время EUV для Micron ещё не пришло.

Новая технология DRAM 1α позволит использовать мобильные DRAM с наименьшим энергопотреблением в отрасли, а также принесёт преимущества портфеля DRAM для центров обработки данных, клиентов, потребителей, промышленных и автомобильных клиентов. С помощью техпроцесса 1α компания начнёт выпускать весь спектр продуктов памяти, от мобильных приложений до ЦОД. Это будет память для

компьютеров, видеокарт, смартфонов, умных автомобилей и многих других применений. В частности, Micron приступила к поставкам образцов чипов LPDDR4, выпущенных с использованием техпроцесса 1α. Новый техпроцесс позволил на 15 % снизить потребление памяти без снижения её производительности — что с интересом будет встречено на рынке смартфонов 5G. Больше продуктов на основе техпроцесса 1α компания обещает представить в течение этого года.

[micron.com](http://micron.com)



## КИТАЙСКИЙ ДИСК НА 700 ТБ ЗАМЕНИТ 28 000 BLU-RAY

Исследователи из Китая разработали необычный метод увеличения ёмкости оптических дисков. Он позволяет «втиснуть» в привычный форм-фактор рекордное количество информации, значительно превышающее возможности традиционных накопителей — в том числе и серверных.

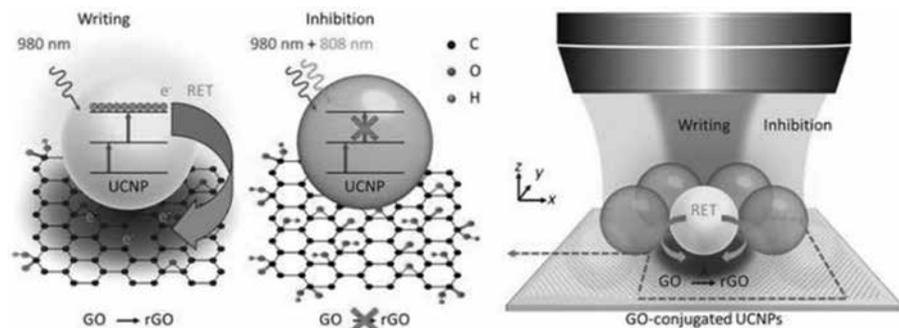
Авторами изобретения стали учёные из Шанхайского университета науки и технологий, университета RMIT

и Национального университета Сингапура. Согласно опубликованной работе исследователей, в качестве материала для оптических дисков они использовали наночастицы, легированные лантаноидом с хлопьями оксида графена. По словам разработчиков, эта уникальная платформа обеспечивает маломощную оптическую запись наноразмерных информационных битов при помощи лазера.

Повышенная таким образом плотность данных позволяет хранить на 12-сантиметровом оптическом диске до 700 ТБ информации, что сравнимо с 28 000 традиционных Blu-Ray. Ещё одним плюсом технологии стала возможность использования недорогих лазеров, в отличие от громоздких и дорогостоящих импульсных. Это, как утверждают учёные, позволит запустить новые оптические диски в массовое производство без лишних затрат. Впрочем, о возможной дате появления оригинальных носителей в продаже пока не сообщается.

Согласно прогнозам, к 2025 году общий объём генерируемых данных в мире достигнет 175 зеттабайт. Стопка из дисков Blu-Ray, содержащих такое же количество информации, составила бы 23 расстояния от Земли до Луны.

[4pda.ru](http://4pda.ru)



## МОРОЗЫ В ТЕХАСЕ ВЫЗВАЛИ ДЕФИЦИТ ПЛАСТИКА

Неделя экстремальных для Техаса морозов в середине февраля оказалась намного разрушительнее для экономики США и всего мира, чем ожидалось. Морозы остановили нефтедобычу, а отключение электричества, подачи воды и газа остановило нефтепереработку. Заводы штата перестали выпускать пластик всех видов и до сих пор не запустились. Грядёт глобальный дефицит пластмасс, что скажется на производстве всего, включая чипы, смартфоны и компьютеры.

Подобной катастрофы с нефтепереработкой в США ещё не было. Штат Техас за последние два десятка лет превратился в крупнейшего мирового экспортёра пластмасс. Обилие в штате нефти и газа привело в регион химические компании, массово выстроившие

заводы по переработке нефти. Как показал февраль, практически все они оказались не готовы к работе в условиях температур ниже нуля градусов Цельсия.

Хотя власти предупредили владельцев заводов о принудительном отключении электроэнергии, многие предприятия пришлось отключать в аварийном порядке, хотя многие техпроцессы быстро прервать нельзя. Это повредило оборудование, а также произошло замораживание труб подачи воды в системах выше уровня почвы. Также замёрзли пути подачи природного газа на предприятия и заводские электростанции. Ураган Харви в 2017 году произвёл меньше разрушений, сообщают с предприятий, чем неделя неожиданных морозов.

В связи с сокращением поставок пластмасс цены на полиэтилен, полипропилен и другие химические соединения, используемые для производства автозапчастей, компьютеров, смартфонов и широкого спектра пластмассовых изделий, достигли в США наивысшего уровня. Например, цены на поливинилхлорид или ПВХ с прошлого лета выросли более чем вдвое. О влиянии дефицита пластика и о приостановке в этой связи заводов по сборке автомобилей сообщила американские подразделения компаний Toyota и Honda.

Дефицит пластмасс дополнит дефицит в поставках чипов для автомобильной промышленности, а также для электроники и вычислительной техники в целом.

[wsj.com](http://wsj.com)

# БЕЗОПАСНОСТЬ 5G

**Сети связи пятого поколения заставили пересмотреть представления о безопасности данных, принципах управления ими и обеспечения контроля за работой подключенных устройств. С появлением сервисов 5G возникли новые направления атак, а у злоумышленников появились новые цели.**

■ **НИР КШЕТРИ**, профессор, Университет Северной Каролины  
**ДЖЕФФРИ ВОАС**, главный редактор *IEEE Computer*

Сети мобильной связи пятого поколения уже работают или находятся на стадии запуска во всех развитых странах. В октябре 2019 года только компания Huawei получила более полусотни контрактов на установку оборудования 5G в 30 странах [1], а корпорация ZTE заключила 35 контрактов. Вместе с тем еще не до конца исследованы особенности технологии 5G с точки зрения безопасности, что порождает проблемы с доверием к таким сетям [3]. Как следствие, ряд правительств решили придерживаться консервативного, осмотрительного подхода к внедрению 5G, а многие организации, учитывая новизну 5G, активно интересуются вопросами безопасности этих сетей. В отчете ЕС отмечено, что развертывание 5G может привести к ситуациям, когда враждебные государства получат контроль над критическими инфраструктурами: электросетями, заводами по переработке углеводородов, транспортными системами, трубопроводами, беспилотными автомобилями, системами полицейской связи, бытовой техникой и пр. Как следствие, нет доверия поставщикам оборудования 5G из определенных стран. Согласно другому отчету, правительства могут требовать от таких поставщиков содействия в организации кибератак в интересах их стран.

## Безопасность 5G

У сетей 5G есть встроенные средства обеспечения безопасности. В частности, виртуализация позволяет свести к минимуму использование физического оборудования для управления сетью и выполнения на них сетевых функций. Эта же особенность позволяет минимизировать кибератаки. С помощью систем аутентификации операторы 5G могут идентифицировать различные устройства: смартфоны, датчики, бытовую технику – и рассылать на них обновления безопасности. Кроме того, поставщики приложений разрабатывают системы, обеспечивающие сквозное шифрование данных. В 2018 году примерно половина трафика Интернета шифровалась, и этот показатель постоянно растет.

Однако, ввиду новизны 5G, еще неизвестны уязвимости таких сетей. Некоторые исследовательские группы уже обнаружили более десятка слабых мест в протоколах 5G, используя которые злоумышленники могут определять местонахождение абонентов, понижать пропускную способность сетей до уровня 4G, отслеживать звонки,

сообщения и онлайн-активность, а также выполнять другие вредоносные действия. Исследователи проводили атаки на понижение уровня обслуживания абонентских устройств, используя недорогие программно-конфигурируемые радиопередатчики, и им удавалось получить номер IMEI атакуемого устройства.

В табл. 1 приведены основные характеристики 5G, относящиеся к безопасности. Во-первых, у сетей 5G больше пропускная способность и меньше задержка. По данным Verizon, в Чикаго максимальная скорость загрузки по сети 5G составила 1,1 Гбит/с, тогда как средняя загрузка 4G – от 15,3 до 28,8 Мбит/с в зависимости от времени суток. Однако недостаток большой скорости в том, что при взломе устройства в сети 5G злоумышленники получают персональные данные и другие конфиденциальные сведения гораздо быстрее, чем в случае 4G. Они могут воспользоваться малой задержкой и большой пропускной способностью сетей нового типа для увеличения масштаба распределенной DoS-атаки. Более высокие скорости расширяют возможности атакующих в том числе с точки зрения использования огромных объемов данных, которыми обмениваются информационные системы, а также комплексы искусственного интеллекта и группировки Интернета вещей.

Кроме того, на базе сетей 5G будут работать периферийные устройства, выполняющие вычисления и хранящие данные не в централизованных средах, а ближе к их источникам создания. И хотя такие возможности позволяют уменьшать затраты, экономить пропускную способность и сокращать задержки в сети, однако это чревато снижением уровня защищенности. Злоумышленники могут устанавливать бэкдоры на базовые станции мобильной связи для перехвата данных и манипуляций с ними на точках доступа. В подобных ситуациях непросто распознать активность взломщиков – системы могут не проявлять признаков аномалий, даже когда злоумышленник копирует и меняет данные.

Мало того, для управления программно-конфигурируемыми сетями (Software-Defined Network, SDN) и сегментированием сетей 5G (slicing, разбиение на независимые сегменты с разными характеристиками) широко применяются средства искусственного интеллекта, помогающие обеспечить высокую скорость и малую задержку. В случаях, когда для этого используются системы искусственного

Таблица 1 – Особенности безопасности сетей 5G

| Особенность                                                      | Пояснение                                                                                                                                                   | Влияние на безопасность                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Скорость и задержка                                              | Более высокие скорости: если в сетях 4G скорость до 100 Мбит/с, то в 5G — 10 Гбит/с. Меньшее значение задержки: 4G — 50 мс, 5G — 1–2 мс.                    | Злоумышленники могут получать данные от взломанных устройств быстрее и устраивать более масштабные DDoS-атаки. Взломщики обретают более широкие технические возможности.                                          |
| Передача и хранение данных                                       | Собираемые данные чаще хранятся на периферии, а не централизованно.                                                                                         | На периферии уровень безопасности может быть ниже, чем в центре. Атакующие способны устанавливать бэкдоры на мобильные базовые станции, чтобы перехватывать данные непосредственно на точках доступа к радиосети. |
| Использование SDN, искусственного интеллекта, машинного обучения | SDN и искусственный интеллект используются для реализации функций, используемых различными системами, и обеспечивают нужные показатели скорости и задержки. | В системах искусственного интеллекта могут быть бреши. В случае компрометации SDN-контроллера взломщик получает доступ к управляемому им устройству.                                                              |
| Сегментирование сети                                             | Сеть может быть разделена на логические сегменты, предоставляющие разные сервисы.                                                                           | В зависимости от потребностей пользователей можно гибко менять доступные им уровни безопасности.                                                                                                                  |
| Подключаемые устройства                                          | Если в 4G работают преимущественно мобильные телефоны, то в 5G — намного более широкий круг устройств.                                                      | Поверхность атаки может увеличиться. У недорогих устройств, соединенных с сетью, часто отсутствуют необходимые средства защиты.                                                                                   |
| Специфика применения                                             | Возможны варианты узкоспециализированного применения.                                                                                                       | Взлом критически важных систем может иметь катастрофические последствия. Злоумышленникам доступны более широкие технические возможности.                                                                          |

интеллекта, не предназначенные для работы в среде 5G, в них могут быть уязвимости. Скомпрометировав контроллер SDN, взломщик может получить привилегированный доступ к устройствам, работающим под его управлением, что способно привести к значительному ущербу.

Благодаря возможностям SDN, сеть 5G можно разделить на несколько сегментов, оптимизированных для выполнения различных задач. При этом каждый сегмент может иметь свои возможности обеспечения безопасности. Например, системы связи для экстренных служб могут быть защищены лучше, чем платформы онлайн-игр.

К сети 5G может быть подключен широкий круг устройств разного рода: разработчики стандартов 5G предусмотрели возможность подключения к сетям не меньше 1 млн устройств в расчете на квадратный километр. С увеличением числа недорогих слабозащищенных устройств в сетях 5G, расширяется и поверхность атаки. Это связано с тем, что большинство таких устройств нельзя оснастить межсетевым экраном ввиду недостаточной емкости памяти. По прогнозу аналитиков Gartner, количество устройств Интернета вещей с 2019 по 2021 год вырастет с 14,2 млрд до 25 млрд, при этом на долю таких устройств приходится 16% трафика и 78% вредоносных программ. Владельцы подобных устройств могут отказываться защищать их по финансовым и практическим соображениям.

В отличие от сетей предыдущих поколений, сети 5G могут применяться для более специализированных задач, в том числе для мобильной медицины и для обеспечения работы автономных транспортных средств. Проблемы безопасности, связанные с подобным применением, несут в себе больше рисков.

### 5G, бизнес и государство

Сети 5G – это новые архитектуры, бизнес-модели, рабочие места и бреши безопасности. Чтобы выполнить новые требования, связанные с аутентификацией, возможностью учета и предотвращением отказов, необходима адаптация моделей кибербезопасности.

В таблице 2 представлены обобщенные выводы относительно восприятия в организациях проблемы безопасности сетей 5G. Некоторые негативно восприняли новшество, что привело к замедлению внедрений. Судя по опросам, сомнения, высказываемые в организациях, касаются в основном специфики 5G. В правительствах передовых стран беспокойство вызвало то, что оборудование 5G поставляют китайские компании во главе с ZTE и Huawei. США, Австралия и Новая Зеландия ввели запреты на приобретение оборудования 5G от Huawei, а Япония запретила закупки и у ZTE.

В октябре 2019 года Американская федеральная комиссия по связи рекомендовала запретить компаниям – государственным подрядчикам приобретать оборудование

Таблица 2 – Взгляд на безопасность 5G

| Инициатор опроса                                                                                          | Срок проведения или публикации | Результаты                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ericsson, опрос о готовности к внедрению 5G                                                               | 2017 г.                        | Были опрошены представители различных отраслей, 79% из них признали, что сомнения, связанные с безопасностью и приватностью, мешают внедрению 5G. Вопрос безопасности занял третье место среди наиболее важных особенностей сервисов 5G.                                             |
| Osborne Clarke (международная юридическая компания)                                                       | Январь 2019 г.                 | Из-за вопросов, связанных с безопасностью и приватностью, задерживается внедрение Интернета вещей и 5G в энергетической отрасли, читают 74% респондентов.                                                                                                                            |
| Business Performance Innovation Network совместно с A10 Networks                                          | Май 2019 г.                    | Среди пользователей мобильных устройств 84% выразили опасения в отношении того, что внедрение 5G приведет к значительному росту проблем безопасности и надежности.                                                                                                                   |
| Reuters, опрос среди японских компаний                                                                    | Май 2019 г.                    | 88% из числа опрошенных предпочли бы получать услуги 5G от национальных провайдеров.                                                                                                                                                                                                 |
| Опрос, проведенный Opinion Matters среди ИТ-директоров и директоров по безопасности организаций Сингапура | Сентябрь 2019 г.               | Подавляющее большинство, 98% респондентов, выразили сомнения в защищенности сетей 5G. Среди них 55% считают, что 5G создаст вероятность более разрушительной киберпреступной активности, а 54% — что с внедрением 5G появятся более широкие возможности для осуществления кибератак. |

и сервисы у ZTE и Huawei. Регулятор мотивировал это тем, что в случае функционирования оборудования 5G, к примеру, вблизи американской военной базы, Китай может потребовать от производителя установить бэкдор или вредоносные программы, а у властей США даже не будет возможности это выяснить.

Поскольку компания Huawei была внесена в черный список министерства торговли, американская корпорация Google лишилась возможности предоставлять сервисы, обновления и приложения Android для 5G-смартфонов от Huawei, что задержало продажи 5G-смартфонов Huawei Mate в Европе – на втором по величине рынке сбыта Huawei после Китая [2].

Беспокойство по поводу безопасности сотрудничества с китайскими компаниями начали выражать и в странах Евросоюза: чиновники высказали опасения относительно использования технологий 5G в критически важной инфраструктуре, в том числе в системах управления дорожным движением, железнодорожным транспортом и бытовой техникой. Утверждается, что согласно китайскому законодательству компании типа Huawei обязаны сотрудничать с национальными разведслужбами. Как следствие, например, в большинстве японских компаний предпочитают получать услуги 5G от местных операторов (таблица 2), а в январе 2019 года британский телекоммуникационный оператор Vodafone, работающий в 26 странах, принял решение приостановить использование оборудования Huawei в ряде европейских стран по соображениям безопасности.

Сети 5G меняют представления о безопасности данных, принципах управления и обеспечения контроля. С появлением сервисов 5G возникают новые направления атак, а злоумышленники получают доступ к большому числу целей.

### Литература

1. E. Kania, L. Sheppard. Why Huawei isn't so scary foreign policy, Oct. 12, 2019. [Online]. URL: <https://foreignpolicy.com/2019/10/12/huawei-china-5g-race-technology/> (дата обращения: 21.05.2020).
2. L. Tao. ZTE steps up 5G network gear deployment overseas as capital spending in China is set to decline. South China Morning Post, Oct. 29, 2019. [Online]. URL: <https://www.scmp.com/tech/gear/article/3035254/zte-steps-5g-network-gear-deployment-overseas-capital-spending-china-set> (дата обращения: 21.05.2020).
3. E. Feng, A. Cheng. China's tech giant Huawei spans much of the globe despite U.S. efforts to ban it. NPR, Oct. 24, 2019. [Online]. URL: <https://www.npr.org/2019/10/24/759902041/chinas-tech-giant-huawei-spans-much-of-the-globe-despite-u-s-efforts-to-ban-it> (дата обращения: 21.05.2020).

osp.ru



**поставка электронных компонентов**

**контрактное производство**

**+375 17 317-92-95**

**+375 17 317-92-98**

УНП 190491237

**e-mail: info@horntrade.net**

# ОПАСНОСТЬ 5G НЕ ПРЕУВЕЛИЧЕНА

**Множество «копий» сломано во время дискуссий об опасности технологии 5G для здоровья людей. Интернет захлестнула волна псевдонаучных домыслов и теорий заговора, распространяемых людьми, зачастую не имеющими представления о том, что такое электромагнитные волны и как именно они влияют на наше самочувствие. Пора внести ясность в этот вопрос. Попытаемся профильтровать эту массу противоречивых публикаций и отыскать мнения реальных ученых, которые изучили проблему и высказали свое профессиональное мнение.**

■ **АНДРЕЙ САМОХИН**

Пятое поколение мобильной связи, внедряемое ныне в мире, подозревают во множестве опасных для человека и живой природы долговременных последствий. Версии о двойном назначении этого революционного стандарта множатся. Действующие в Китае антенны-ретрансляторы даже заподозрили в ослаблении иммунитета окружающих жителей, что привело к вспышке COVID-19.

Действительно, мощная сеть 5G, одна из первых в мире, появилась именно в Ухане. China Telecom установила десять тысяч базовых станций 5G в аэропортах, на железнодорожных станциях и в других районах города. Правда, одновременно с Уханем подобное произошло в десятке других городов КНР. На основании этого некоторые конспирологически настроенные граждане делают далекоидущие выводы, а «серьёзные» физики и биологи смеются над ними.

Посмеиваются они вместе со связистами и над «отсталыми» жителями нескольких европейских и американских городов – Аспена (Колорадо, США), Берна (Швейцария), Сан-Диего (Калифорния, США) и Тотнеса (Англия), вышедших на массовые митинги протеста против «мобайл-революции».

Эксперты гневно или иронично опровергают связь массовой гибели птиц осенью 2018 года в районе парка Гюйгенса в Гааге с тестовым испытанием сети 5G, проведённом за несколько месяцев до этого в парке с одной лишь вышки. Равно как и другие похожие случаи с неожиданными «птицепадами» в разных концах мира, получившими название «афлокалипсиса». Напоминают, что таковые наблюдались и до тестирования пятого поколения. К необъяснимым, но (конечно же!) никак не связанным с работой 5G случаям учёные относят и эпизоды «коровьего безумия» на фермах Голландии или замеченное в феврале 2020-го сумасшествие рыб в водоёме возле того же Уханя.

## ПАРОВОЗА ТОЖЕ БОЯЛИСЬ...

Высокопобые специалисты терпеливо, но с оттенком безразличия разъясняют тёмным обывателям, что пятое поколение – очередная и неизбежная ступень в развитии мобильной связи, на которой нас всех ждёт масса ништяков: чуть ли не в сотню раз более скоростной интернет (до 2 гигабитов в секунду), значительное уменьшение задержки сигнала, энергоэффективность, надёжность масштабных систем коммуникации между устройствами (умное производство, умный дом, умные вещи), большая

доступность связи. В рекламных статьях особенно подмывают геймерам, которые смогут через континенты беспрепятственно играть в коллективные стратегии, а также киноманам, получающим возможность за секунды скачивать и без остановок смотреть онлайн любимые фильмы.

Промоутеры 5G – добровольные энтузиасты и платные агенты компаний-разработчиков – добродушно, с юмором напоминают, что первого поколения мобильной связи неграмотные человеческие массы так же опасались, как сейчас пятого. А когда-то боялись, дескать, и первого паровоза, считая его исчадием ада.

В «продвинутых» статьях нам с придыханием рассказывают про «фантастические» цифровые антенные решётки Massive MIMO, на которых закрепляются сотни антенн, способных принимать и отправлять немыслимое количество сигналов одновременно во все стороны. Того, что такие **мультиретрансляторы будут торчать на каждой улице (оптимальное расстояние сотовых антенн миллиметровой сети – 100–200 метров друг от друга), причём не на высотных вышках, как прежде, а на любой высоте, а их волны пойдут насквозь через всех горожан**, бояться, мол, не следует: мощность сигналов многократно ниже, чем в микроволновках, которыми мы все пользуемся. А вредное воздействие таких миллиметровых волн никем, дескать, не доказано.

Однако подобные доводы не оказались достаточными для правительства Бельгии, которое прошлым летом остановило намеченные уже испытания нового стандарта связи по договору с тремя операторами. **«Я не могу одобрить какую бы то ни было технологию, будь то 5G или нет, если не соблюдаются нормы радиационной безопасности, разработанные для защиты граждан», – заявила бельгийский министр окружающей среды Селин Фремо. «Жители Брюсселя не подопытные животные, здоровьем которых можно торговать ради получения прибыли», – добавила она.**

Уже в нынешнем феврале несколько кантонов Швейцарии ввели мораторий на работу сетей пятого поколения из-за риска для здоровья граждан. В палате общин Великобритании также заявили о «непреднамеренных последствиях» развёртывания 5G. Подобные тревожные запросы звучали и в Конгрессе США.

В условиях пандемии коронавируса приостановлено намеченное уже тестирование и развёртывание «пятёр-

ки» в США и во Франции, где на неопределённый срок отложены частотные аукционы. А ведь ещё в январе 2019-го на Consumer Electronics Show (CES) крупнейшие хай-тек-компании договорились именовать 2020-й «годом 5G».

В конце прошлого года пятое поколение мобильной связи на коммерческой основе было доступно уже в 24 странах. И впереди всех оказался Китай с концерном «Хуавей» во главе: в этом марте в Поднебесной уже работало более 160 000 вышек в полусотне городов.

К концу 2020 года, согласно госпрограмме «Цифровая экономика», планировалось запустить пробную сеть 5G и в крупных городах России. А к 2025 году – опутать новыми сетями всю Россию. Пилотную сеть тестировали на Тверской улице в Москве. Теперь же в эти планы внесены существенные коррективы. Начиная с того, что самый «сладкий» под «пятёрку» диапазон 3,4–3,8 ГГц Совет безопасности РФ за подписью президента решил оставить для спецсвязи прежним эксклюзивным пользователям – Минобороны и «Роскосмосу». Намеченные аукционы частот для сетей 5G отменены, а операторам предложено развивать новый стандарт в уже имеющихся у них диапазонах, на которых сегодня работают сети 2G, 3G и 4G.

### ОТ ОНКОЛОГИИ ДО КОСМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ МАССОВОГО ПОРАЖЕНИЯ

Противники спешного распространения 5G сгруппировали свои аргументы в своеобразный катехизис. В нём порядка 13 пунктов со ссылками на конкретные учёные. Так, израильский физик **Пол Бен-Ишай (Paul Ben Ishai), сотрудник кафедры физики Ариэльского университета**, провёл исследование, установившее, что частоты 5G могут взаимодействовать со структурой кожи, а именно с потовыми железами, которые сами работают по примеру спиральных антенн. Итоговое воздействие чревато стрессом, головной болью, ухудшением памяти, а в худшем случае приводит к онкологии и целому букету других болезней: от повреждения мужского семени до тяжёлых неврологических, бесплодия, болезни Паркинсона.

**Доктор Мартин Пэлл (Martin L. Pall), медик и биохимик, почётный профессор Вашингтонского госуниверситета**, утверждает, что электромагнитные поля антенн мобильной связи оказывают негативное воздействие на человека. Он подчёркивает, что в 5G

излучаются не непрерывные, как ранее, а импульсные волны, работающие в циклах «старт-стоп» по многу раз в день, что гораздо опаснее. Доктор Пэлл пишет: «Не правда, что воздействие СВЧ-частоты на тело ограничено глубиной один сантиметр. Эти частоты отрицательно влияют на мозг, сердце и гормональную систему». Он, в частности, открыл, что ЭМП активируют кальциевые каналы клеток, управляемые напряжением, заставляя их высвобождать ионы кальция. Это ведёт к образованию оксида азота и супероксида, реагирующих с образованием пероксинитрита и свободных радикалов, что повреждает ДНК человека. И эти повреждения передаются через поколения! Доктор Пэлл заявляет:

**Развёртывание миллионов передатчиков 5G по всей Земле без серьёзного исследования их воздействия на организм – это самый безумный эксперимент над человечеством.**

**Шведский онколог Леннар Харделл (Lennart Hardell) из университетского госпиталя в Эребру** исследовал воздействие на человека технологии предыдущих поколений мобильной связи.

**После 25 лет использования риск возникновения глиомы (опухоли мозга) в три раза выше – теперь это совершенно очевидно,**

– констатировал он, отметив, что новообразование развивается преимущественно с той стороны, с которой к уху прикладывается телефон.

Симптоматично, что крупнейшие страховые компании, такие как Lloyd's of London, отказались страховать Big Wireless (международный телекоммуникационный конгломерат компаний беспроводной связи) от болезней и проблем, связанных с Wi-Fi и 5G. Отчёт по оценке рисков Lloyd даёт весомую подсказку: в документе сравниваются эти беспроводные технологии с асбестом. Дело в том, что предыдущие исследования асбеста были «неубедительными», но позднее выяснилось, что тесный контакт с этим материалом приводит к онкологии\*.

**Британский эксперт в области систем вооружения Марк Стил (Mark Still) и вовсе утверждает, что 5G – это оружие, замаскированное под удобство потребителя. По его словам, новое поколение связи напоминает систему военных радаров большой дальности с фазиро-**

\* Наиболее вредными для человеческого здоровья признаны асбестовые волокна из семейства амфиболов. Это и актинолит-асбест, антофиллит-асбест, тремолит-асбест, амозит-асбест, крокидолит-асбест, известный как голубой асбест. Опасность амфиболового асбеста заключается в его устойчивости к воздействию кислот. Из-за этого свойства амфибол практически невозможно вывести из лёгких. Он оседает и накапливается в организме, нанося непоправимый вред здоровью. Поэтому всё мировое сообщество уже наложило запрет на добычу и использование этой группы асбестов.

В отличие от асбестов амфиболовой группы, **волокна хризотила легко распадаются под воздействием даже самых слабых кислот**, которые содержатся в тканях человеческого организма. Если сравнивать хризотил-асбест с другими искусственными заменителями и минералами со схожими свойствами, например, керамическим волокном, целлюлозой, волокнами арамида и так далее, хризотил выводится из человеческого организма с наибольшей скоростью. Последние научные открытия заставили ученых пересмотреть вопрос об опасности хризотил-асбеста. В исследованиях, опубликованных в 1986 г, не учитывались различия между типами асбестовых волокон. Поэтому в 2001 году Агентство по охране окружающей среды США инициировало трёхлетний цикл изучения различий свойств асбестов амфиболовой и хризотиловой групп. Ученые опирались на данные эпидемиологических исследований, часть из которых охватывала более двух десятков лет. Результатам этих масштабных работ стал однозначный вывод о безопасности хризотила. Так что **миф о токсичности и неэкологичности хризотилового асбеста, который, кстати, применяется при производстве шифера, уже давно развенчан.**

ванной антенной решёткой, диэлектрической линзой и энергетическим пучком направленного воздействия. Эти же частоты, как утверждает эксперт, используются как несмертельное оружие для разгона толпы. **Марк Стил заостряет внимание на частоте 868 МГц, способной проникать сквозь кирпич и бетон.** Он уверен, что с помощью этой частоты при достаточной мощности передатчика можно выделять среди пространства конкретных людей и точно воздействовать на них. **Мы будем накрыты этим излучением, – говорит Стил, – и зона покрытия будет принципиально шире, чем нынешним 4G, охватывая буквально каждый квадратный сантиметр планеты.**

Кстати, пострадать могут, по словам противников нового стандарта, не только люди: насекомые и птицы максимально уязвимы для 5G из-за малого размера тела. В ходе проведённых опытов, например, было замечено, что новые технологии мобильной связи способны нарушить внутреннюю систему координации животных в пространстве.

**Клэр Эдвардс (Claire Edwards), сотрудница Организации Объединённых Наций,** на очередном заседании довела до сведения Генсека ООН Антониу Гутерриша возможность катастрофических последствий масштабного развёртывания технологий 5G без надлежащего тестирования безопасности. В ответ Гутерриш, растерянно улыбаясь, сказал, что ничего такого не знал. На митинге в Стокгольме против внедрения пятого поколения Эдвардс заявила:

**За эти 20 лет мы лишились 80% насекомых. А после внедрения 5G мы потеряем 100% насекомых. Когда насекомые исчезнут, мы тоже исчезнем.**

Она призвала объединить усилия всех здравомыслящих людей и обратиться к правительствам мира с декларацией «Остановить 5G на Земле и в космосе».

Вариант космического покрытия Земли **бесплатным интернетом Starlink\*** предложил в 2018-м небезызвестный Илон Маск. Федеральная комиссия по связи (FCC) одобрила проект его компании SpaceX запустить на низкую орбиту Земли 12 000 спутников, 60 из них уже там. Ещё несколько тысяч аппаратов под 5G планировали запустить в ближайшее время и другие участники этой гонки.

Для людей не совсем наивных понятно, что бесплатный сыр (интернет) бывает только в мышеловке. Земля окажется покрытой плотной сеткой сфокусированного миллиметрового излучения, параметры которого легко поменять с предоставления связи и раздачи интернета на «спецзадачи». Хотя наблюдать и точно отслеживать с орбиты «все, что шевелится» можно, и не меняя. А это заставляет многих наблюдателей предполагать, что 5G – часть более широкой программы контроля и управления человечеством с помощью искусственного интеллекта.

*\* Впоследствии оказалось, что интернет будет вовсе не бесплатным, а намного более дорогим, нежели предложения «наземных» операторов. Но почему-то об этом принято скромно умалчивать.*

## ОСТАНОВИСЬ, ПРОГРЕСС, ТЫ ПРЕКРАСЕН!

Адепты скорейшего развёртывания «пятого поколения» считают все эти доводы пустыми, а тех, кто их выдвигает, называют кликушами и врагами прогресса. Рвение понятно: коммерческая отдача от системы наступит при её массовом глобальном внедрении, снизит цену на передающее оборудование и на смартфоны.

Доказывая безопасность «пятёрки», обычно ссылаются на Международную комиссию по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP), которая вынесла свой вердикт: «Частоты, на которых работает 5G, не несут угрозы ни для кого, будь то человек, птица или даже насекомое». Залогом этого вроде как служит международный стандарт безопасности электромагнитных полей IEEE C95.1, выпущенный в 2005 году и покрывающий спектр радиочастот от 3 кГц до 300 ГГц. Пишут, что прикреплённый к стандарту отчёт исследований детально разбирает различные уровни воздействия этого спектра волн на тело человека и не находит никаких опасностей.

Сторонники 5G ссылаются на исследования, забывая уточнить, кто был их прямым заказчиком или спонсором. Эта ниточка ведет к концернам мобильной связи или таким организациям, как американская FCC, составленная из бывших сотрудников тех же концернов. Связисты-оптимисты торжественно обещают, что раз передатчиков станет больше, то и энергии они будут тратить меньше, а значит, и значительно слабее излучать. Общественность успокаивают: «пятёрка» будет разворачиваться в два этапа – сперва в диапазоне, близком к нынешнему 4G, то есть ниже 6 ГГц. А потом «базовые станции» 5G будут установлены на отдельных небольших участках, а не повсеместно. Мол, не бойтесь, постепенно привыкнете.

В противовес этим успокаивающим голосам **250 учёных с научными степенями из более чем 40 стран, объединившись в ассоциацию The International EMF Scientist Appeal (Международное воззвание учёных по электромагнитным полям) (emfscientist.org), обратились в ООН с требованием пересмотреть выводы научных комиссий, в которых технологии 4G и 5G названы безопасными.** Учёные, в частности, указывают на исследования **доктора медицинских наук Рональда Мельника (Ronald Melnick) из Национального института здоровья США.** Его многолетние работы подтвердили, что *рост числа и плотности постановки ретрансляторов мобильной связи вредит как человеку, так и всей фауне и флоре. Ещё большее опасение вызывают программы размещения множества спутников на орбите, которые будут излучать на землю миллиметровые волны.* Тревор Маршалл (Trevor G. Marshall), директор Фонда исследований аутоиммунитета из Калифорнии, по этому поводу говорит:

**«Планы по распространению из космоса высокопроникающего 5G-миллиметрового излучения должны быть названы одной из величайших глупостей, когда-либо задуманных человечеством. Тогда нигде не будет безопасно».**



Опасения зарубежных коллег разделяет и **член Научной комиссии по неионизирующим излучениям ВОЗ, председатель Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений (РНКЗНИ), доктор биологических наук Олег Григорьев:**

**Новая беспроводная технология 5G использует миллиметровые волны, генерируя фотоны с гораздо большей энергией, чем даже 4G и Wi-Fi. Позволить использовать эту технологию, не доказав её безопасность, крайне безрассудно, поскольку миллиметровые волны, как известно, оказывают глубокое воздействие на все части человеческого тела.**

Григорьев также замечает, что утверждение о низких рисках для здоровья 5G базируется на том, что последствия воздействия проявляются не сразу.

С горьким сарказмом комментирует эти доводы **профессор кафедры электротехники Индийского института технологи Гириш Кумар (Girish Kumar):** «Будут ли нести ответственность учёные, а также лица, давшие разрешение на внедрение недостаточно проверенных технологий, которые затронут всех нас? Ответ прост: нет... потому что если какие-либо проблемы со здоровьем обнаружатся в будущем, то их проявление, скорее всего, займёт десятки лет. К тому времени люди, которые ныне позволяют внедрять технологию 5G, будут на пенсии или на кладбище».

ВОЗ наконец-то с неохотой признала, что **исследований воздействия волн 5G на сегодняшний день очень мало, а основной опасностью воздействия радиочастотных полей является «нагрев кожи человека»,** что ведёт «...к повышению температуры».

**Главной мишенью для волн 5G могут стать кожа человека и его глаза.**

Быть может, недаром конспирологи Швейцарии уверяют, что у коров, которые пасутся рядом с вышками связи, часто рождаются телята с катарактой?

Учёные из Еврейского университета в Израиле **Ноа Бецалель, Пол Бен Иша и Юрий Фельдман** выявили зависимость работы потовых желёз человека от воздействия излучения 5G и узнали, что *магнитные волны этой частоты и длины могут изменять кардиограмму, то есть напрямую влияют на работу человеческого сердца.* В своих статьях учёные *прямым текстом просят отказаться от использования волн 5G до более детального изучения их влияния на людей.*

В СССР воздействие миллиметровых волн на человека изучалось с 1964 года. Советские учёные были весьма заинтересованы возможностями миллиметрового излучения. В статье «Миллиметровые волны в биологии и в медицине» учёных О.В. Бецкого, Т.И. Котровской и Н.Н. Лебедевой указано, что волны миллиметрового диапазона с частотой от 0 до 300 ГГц воздействуют на проникновение воды через мембрану клетки, на синтезирование молекулы АТФ (которая даёт клеткам тела энергию), изменяют структуру белков, изменяют вязкость жидкости в капиллярах и меняют саму способность сосудов проводить жидкость.

Учёные из Института радиотехники и электроники им. Котельникова РАН С.В. Савельев и Л.А. Морозова продолжили эти исследования и в статье «Механизм действия КВЧ-излучения на живые объекты» вообще приходят к выводу, что *миллиметровые волны вызывают радиоотклик у всех живых объектов и клеток, в которых присутствует вода.* Они указывают на аномально высокую биологическую активность миллиметровых волн, которая

происходит даже при небольшой плотности излучения. Особенно опасными российские учёные признают сложные сигналы, в которых присутствует широкий спектр частот. В этом случае электромагнитное излучение может подобрать ключик к клеткам именно вашего организма.

Рационального объяснения подобному отклику ещё не найдено. Есть предположение, что волны 5G несут резонансное воздействие, которое не зависит от интенсивности излучения. Наибольшее влияние 5G оказывает на процесс деления клеток и поведение одноклеточных организмов. По сути, учёные столкнулись с тем, что ещё не могут объяснить и даже измерить – нет приборов такой чувствительности.

### CUI PRODEST?

Отклик на ситуацию с 5G нашелся в анекдоте: **«Кто придумал технологию – ученые или политики? – Конечно политики, ученые бы сначала на собаках проверили!»**

Самое время задать главный вопрос: а почему с такой скоростью и нахрапистостью по всему миру рекламируется и продвигается «пятое поколение»? Только лишь будущая сверхприбыль производителей смартфонов с 5G (кстати, весьма неочевидная, по мнению некоторых экспертов) тому причиной?

В самом деле, а многим ли пользователям нужен столь сумасшедший трафик, все эти онлайн-игры, вездесущий сверхскоростной интернет? Многие ли домохозяйки захотят превращать свой дом в умный паноптикум, где холодильники начнут посылать вам СМС, а кофемолка переговариваться со стиралкой и, минуя вас, отправлять данные во внешние центры контроля? При этом сам хозяин будет постоянно находиться под перекрёстным излучением со всех сторон. Такие энтузиасты, безусловно, есть, да только это явно не доминирующая группа потребителей.

У адептов 5G есть аргументы и «патриотической» окраски. Страны, припоздавшие с внедрением «пятерки», пугают отставанием в промышленном развитии. Дескать, потом локти будете кусать. **Хотя и ежу понятно, что никакие супербыстрые модемы не заменят современных станков и полевых комбайнов. При этом они ничего к ним особо не добавят.**

Постойте, а военные и другие «спецзадачи»? А вот это, похоже, в точку. Именно военные и спецсы – вот где важны скорость и вездесущность. Однако делать это в виде закрытой системы с ограниченным военным бюджетом Пентагону ныне не с руки. На дворе чай не 1960-е, когда Штатам пришлось в одиночку разрабатывать и финансировать военную сеть для передачи компьютерных данных ARPANET – предшественницу нынешнего интернета. Теперь такие вещи проще и дешевле сделать за счёт транснациональных компаний и миллионов инвесторов-энтузиастов во всём мире.

На лондонском саммите НАТО в конце прошлого года его участники специально заострили вопрос на необходимости «гарантировать безопасность наших коммуникаций, в том числе 5G». Отчего такое специальное беспокойство?

Развёрнутый и весьма убедительный ответ дает **Манлио Дануччи (Manlio D'Innocenti), научный сотрудник Центра исследования глобализации из Монреаля.**

**В то время как более ранние технологии совершенствовались для создания ещё более совершенных смартфонов, 5G предназначена... главным образом для связи цифровых систем с большими данными. Самые важные приложения 5G создаются не для гражданского использования, а для военной сферы,**

– пишет он в статье, опубликованной в итальянской интернет-газете Il Manifesto. Автор сообщает, что для этого проекта в США есть уже и обобщённое название – Defense Applications of 5G Network Technology («Оборонные приложения сетевой технологии 5G»). Данные об этом были опубликованы Советом по оборонной науке (Defense Science Board) – научным консультантом Пентагона.

Военные эксперты пишут, что система 5G будет играть важную роль в использовании гиперзвукового оружия – ракет, в том числе с ядерными боеголовками, и для активации защиты в случае нападения с использованием этого типа оружия. Мгновенный автоматизированный обмен большими массивами данных повысит летальность дронов-убийц и военных роботов, давая им возможность идентифицировать людей в качестве целей атаки. Обратная сторона дела: **элементы сети 5G как мощного хай-тек-оружия также станут целью для кибератак и ударов противника с помощью высокоточных средств поражения. То есть в случае серьёзной заварухи ракеты и лазерные лучи шарахнут не только по спутникам, но и по наземным антеннам мобильной связи, раскиданным между домами обывателей.**

Дануччи приводит яркий образ, который отнюдь не кажется метафорой:

**Одной из главных сторон, способствующей распространению 5G, станет возможность участия в военных играх впечатляющего реализма в непосредственном контакте с игроками со всего мира. Таким образом, не осознавая этого, игроки будут финансировать подготовку к войне, но на этот раз это окажется настоящей войной.**

Какой же обобщающий вывод можно сделать из всего сказанного? Очевидно, что 5G развивать всё равно будут: пандемия, а тем более призывы независимых учёных и точечные протесты населения вряд ли надолго остановят победное шествие по миру «пятерки» (а в КНР начали разрабатывать уже и «шестёрку»). Но не стоит идти на поводу у коммерсантов-операторов, желающих пожить на геймерах и прочей интернет-братии, которой не хватает нынешнего трафика. Сеть пятого поколения, во всяком случае, в её «предельном» варианте, лучше ограничить необходимыми оборонными сегментами.

Дорого, невыгодно? «Выгода» дороже встанет. Причём не столько нам, сколько нашим детям и внукам.

tsargrad.tv

# КОНТУРЫ 6G

**Когда начинается работа над новым стандартом связи, его авторы пытаются решить проблемы предыдущего. Авторы концепции 6G, как и разработчики 5G, стремятся решить основную проблему телефонных коммуникаций – централизацию.**

■ **ВАЛЕРИЙ КОРЖОВ**

Технологические контуры 6G определяются не столько повышенной пропускной способностью каналов связи, сколько новыми методами оптимального управления широкими потоками данных. Требуется изменить наборы протоколов для перехода с клиент-серверной архитектуры на пиринговую, а также разработать системы децентрализованного хранения данных. Однако и этого недостаточно. Разработчики 6G ставят перед собой амбициозные задачи по децентрализации, пытаясь контролировать все сферы ИТ.

Разработчики 5G в свое время пытались полностью избавиться от централизованной модели управления, однако этого не произошло – отказались лишь от традиционных для телефонных сетей коммутаторов в пользу децентрализованной сети связи, основанной на IP. Сегодня разработчики 6G ставят перед собой более амбициозные задачи по децентрализации, которая, по их задумкам, должна быть и в вычислениях, и в хранении данных, и даже в искусственном интеллекте, хотя последний вообще не связан с собственно передачей данных – основной задачей всех XG. Тем не менее плох тот солдат, который не мечтает стать генералом и контролировать все сферы ИТ.

## Терра инкогнита

Процесс разработки технологий мобильной связи следующего поколения (6G) стартовал в 2018 году, когда в начале марта министр ИКТ Китая Мяо Вей заявил, что страна уже занимается разработкой технологий мобильной связи следующего поколения – 6G. Естественно, американцы не захотели отставать, и через неделю Национальная комиссия по коммуникациям США открыла терагерцевый диапазон, что также фактически является объявлением работы над следующим поколением мобильной связи, поскольку именно в этом диапазоне частот и предполагается работа оборудования 6G. Еще через неделю в Финляндии состоялась первая международная конференция, посвященная формированию требований для следующего стандарта мобильных коммуникаций – 6G.

Переход в более высокочастотный диапазон – от 100 ГГц до 10 ТГц – позволит, как предполагается, значительно увеличить пропускную способность радиоканала, что даст возможность обслужить значительно большее количество пользователей. При этом речь не идет о подключении собственно мобильных телефонов, планшетов или компьютеров (и даже интеллектуальных машин) – рассматривается использование устройств Интернета вещей (IoT), которых в пределах одной базовой станции

может быть достаточно много. Поэтому технологии по формированию лучей, определению местоположения устройств и пр., разработанные для только внедряемого сейчас поколения 5G, также должны остаться, но будут использоваться на более высоких частотах.

**Решения Интернета вещей, для которых в основном и предполагается использование 6G, получили специальное название: «человек-машина-вещь». Они предполагают наличие трех элементов в системе: человека как физического носителя; интеллектуального устройства, с которым человек взаимодействует; вещи, которая собирает данные и выполняет команды приложения, запущенного на устройстве человека.**

Однако возникает вопрос: если в несколько раз увеличить скорость радиointерфейса, то вырастет ли при этом производительность реальных систем? Вполне возможно, что узким горлом станет не канал передачи данных между базовой станцией и терминалом или управляющим оборудованием, а более высокий уровень агрегации и обработки данных, то есть работа систем, которые традиционно считаются операторскими.

## Перманентная децентрализация

Телефонная сеть изначально была централизованной: в ней всегда были коммутаторы и АТС, а оператор прокладывал маршрут от одного абонента до другого и создавал канал связи между ними. Абоненты не могли самостоятельно связываться друг с другом, поскольку им всегда была нужна инфраструктура оператора. Мобильная связь изменила только интерфейсы, но не подходы – для взаимодействия двух абонентов, находящихся в одной комнате, их мобильным телефонам необходима базовая станция, хотя они вполне могут взаимодействовать друг с другом напрямую. Понятно, что централизованная связь создает проблемы при проектировании и сопровождении коммутаторов – от базовой станции требуются высокие пропускная способность и надежность. Поэтому в случае большой плотности абонентов мобильная сеть испытывает серьезные проблемы.

Однако существует технология, которая, наоборот, работает только при высокой плотности сети, – децентрализованная ячеистая (mesh) сеть, в которой каждый абонент сам является и базовой станцией. Каждое устройство в такой сети через себя организует взаи-



модействие других «видимых» им абонентов, причем чем больше плотность таких универсальных устройств, тем эффективнее работает технология связи, поскольку для организации взаимодействия возникает большое количество альтернативных маршрутов передачи информации. Именно так организована сеть Интернет: хотя в ней есть провайдеры, которые подключают отдельных абонентов, топология на уровне ядра сети не является иерархической. Каждый маршрутизатор принимает решение о пересылке пакета самостоятельно, а не по указанию «центрального коммутатора», как в случае телефонии.

Впрочем, сейчас технология IP развивается как раз в сторону централизованного управления в рамках идеологии программно-конфигурируемых сетей (SDN), в которых решения принимает центральное устройство – контроллер, организующий информационные потоки через не очень интеллектуальные коммутаторы. Переход на такую технологию потребовался как раз для организации передачи больших объемов данных, при которых построение маршрута для каждого пакета в каждом маршрутизаторе создает серьезные задержки. Оказалось, что централизованное принятие решений о направлении больших потоков информации позволяет минимизировать накладные расходы маршрутизации, что существенно на больших скоростях передачи дан-

ных. Это важно учитывать при составлении децентрализованной концепции мобильной связи 6G.

### Не скоростью единой

Скорость – не единственная проблема, которую требуется решить разработчикам 6G.

Существующие приложения построены по централизованной модели клиент-сервер, согласно которой клиентам приходится взаимодействовать с сервером, даже если они хотят взаимодействовать друг с другом. Такие сервисы, как IP-телефония или VoIP, требуют первичного подключения к серверу для установления соединения с другим клиентом, хотя даже изначально имеется возможность прямого взаимодействия с клиентом. Например, новая технология мобильной связи VoWiFi («голос по Wi-Fi»), которая встроена в некоторые мобильные телефоны, перестает работать в случае недоступности сервера, хотя доступ к Сети имеется. Такие же проблемы возникают и при обращении к большинству современных приложений: игр, коммуникаторов, социальных сетей и др.

Централизованная архитектура современных приложений создает проблемы: слишком много устройств пытаются подключиться к одному серверу. Решением может быть сетевая операционная система, которая позволяет приложениям, находящимся под ее управ-

лением, работать на любых устройствах, в том числе и максимально близких к клиенту. Централизованные приложения приводят к гиперконцентрации пользовательских данных, что требует применения технологий массово-распределенных вычислений.

**При этом собственники данных, как правило, теряют над ними контроль и не могут управлять доступом к этим хранилищам. В результате данные попадают в открытый доступ, что негативно отражается на отношении к цифровым технологиям со стороны пользователей. Было бы разумнее хранить пользовательские данные максимально близко к пользователю, именно поэтому в архитектуре 6G следует предусмотреть локальные хранилища, контролируемые владельцем устройства.**

Сейчас в мобильных платформах есть разрешения на использование определенных ресурсов устройства, аналогично должна быть организована выдача разрешений на доступ распределенных приложений к данным пользователя.

В современной мобильной архитектуре данные хранятся не на устройстве, а в конкретном приложении – в связанном с ним облаке. В результате все больше данных уходит из-под контроля пользователя и оказывается в ведении разработчиков приложений. Это приводит к тому, что для работы этих приложений требуется постоянное взаимодействие с серверной частью приложения, чтобы регулярно обновлять хранилища, данные в которых оказываются дублированными и рассогласованными. Связность приложений и данных означает необходимость постоянной работы приложения на клиентском устройстве и постоянного взаимодействия с сервером, что создает непродуктивную нагрузку на сеть.

Для 6G нужны приложения, обрабатывающие и хранящие данные максимально близко к пользователю – возможно, в так называемых мобильных граничных ЦОДах (Mobile edge computing, MEC). Сама концепция граничных вычислений была разработана для 5G, однако полноценно использовать ее без сетевой операционной системы и распределенного пользовательского хранилища данных будет сложно, поэтому разработчики 6G изначально вводят подобные концепции в дизайн мобильной сети.

Искусственный интеллект также централизован: соответствующие решения работают в облаке производителя, а все клиенты удаленно к нему обращаются. Так построены Siri, Google, Алиса, Маруся, Watson и др., что создает большую нагрузку на сеть. Например, фрагмент голоса для распознавания Алисой записывается на телефоне, затем посылается

по сети в центр обработки, откуда приходит ответ в виде сгенерированного искусственным интеллектом голосового файла. В то же время предварительное распознавание и голоса, и изображений, и видео уже можно делать на конечных устройствах или в MEC-центрах. Это должно снять излишнюю нагрузку с сети и сделать сам искусственный интеллект более погруженным в контекст за счет его максимального приближения к пользователям. При этом сами технологии искусственного интеллекта вполне могут использоваться для децентрализованного управления потоками передачи данных, став частью самой сети 6G, которая «поумнеет» и будет способна самостоятельно оптимизировать использование всех ресурсов пользователей и соединяющих их каналов.

Современные протоколы, используемые в Интернете и мобильной связи (HTTP, SMTP, FTP и др.), сложно применять для однорангового взаимодействия между клиентами. Как уже упоминалось, это выливается в требование постоянной доступности центральных серверов, рост нагрузки на них и наличие единой точки отказа. Понятно, что для сети 6G необходимы пиринговые одноранговые протоколы, позволяющие из клиентов строить ячеистые сети. В этих протоколах нужно предусмотреть наличие децентрализованной сетевой операционной системы, распределенного хранилища данных и решений на базе искусственного интеллекта. Подобные одноранговые протоколы уже есть, но построить на них всю систему управления мобильной сетью пока не получалось.

\*\*\*

Технологические контуры 6G по большей части определяются не столько повышенной пропускной способностью каналов связи до терабитов в секунду, сколько новыми методами оптимального управления широкими потоками данных. В частности, требуют изменения наборы протоколов для перехода с клиент-серверной архитектуры на одноранговую пиринговую, необходимо разработать системы децентрализованного хранения данных клиентов и создать сетевую операционную систему, приложения для которой будут работать с децентрализованными данными. Только тогда можно будет говорить действительно о следующем поколении мобильной связи, а не просто о расширении радиоканала последней мили.

Вместе с тем не стоит забывать, что децентрализация хороша не всегда, а полная децентрализация может привести к большим накладным расходам на координацию действий множества устройств, что при обработке больших потоков обернется серьезной проблемой. Требуется разумный баланс между децентрализованными вычислениями, распределенными хранилищами и согласованным принятием управленческих решений.

osp.ru



## УЯЗВИМОСТИ СЕТЕЙ 5G

Пока энтузиасты с трепетом ждут массового внедрения сетей пятого поколения, киберпреступники потирают руки, предвкушая новые возможности для наживы. Несмотря на все старания разработчиков технология 5G содержит уязвимости, выявление которых осложняется отсутствием опыта работы в новых условиях. Мы исследовали небольшую 5G-сеть и выявили три типа уязвимостей, о которых и расскажем.

■ ГРЭГ ГИБСОН

### Объект исследования

Рассмотрим простейший пример – модельную непубличную 5G-сеть студенческого городка (Non-Public Network, NPN), подключённую к внешнему миру через каналы связи общего пользования. Именно такие сети в ближайшем будущем будут использоваться в качестве типовых во всех странах, включившихся в гонку за 5G. Потенциальная среда развёртывания сетей такой конфигурации – «умные» предприятия, «умные» города, офисы больших компаний и другие аналогичные локации с высокой степенью контролируемости.

В отличие от сетей четвёртого поколения сети 5G ориентированы на обработку данных в реальном времени, поэтому их архитектура напоминает многослойный пирог.

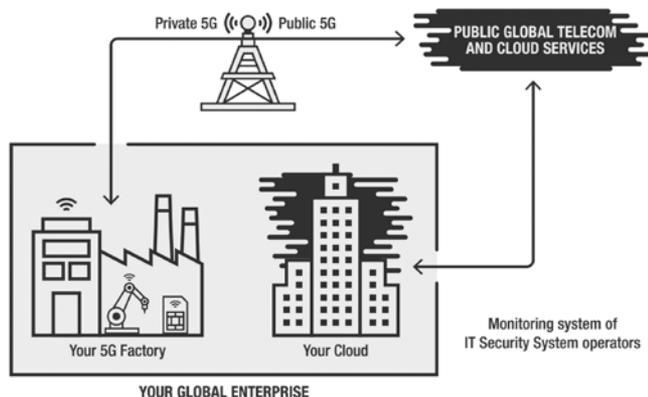


Рисунок 1 – Инфраструктура NPN: закрытая сеть предприятия подключена к глобальной 5G-сети через публичные каналы

Разделение на уровни позволяет упростить взаимодействие за счёт стандартизации API для взаимодействия между слоями.

Результатом становятся возросшие возможности по автоматизации и масштабированию, что критически важно для обработки огромных объёмов информации из интернета вещей (IoT). Заложенная в стандарт 5G изоляция уровней приводит к появлению новой проблемы: системы безопасности, которые работают внутри сети NPN, защищают объект и его приватное облако, системы безопасности внешних сетей – свою внутреннюю инфраструктуру. Трафик же между NPN и внешними сетями считается безопасным, поскольку исходит от защищённых систем, однако фактически его никто не защищает.

В свежем исследовании Securing 5G Through Cyber-Telecom Identity Federation приводится несколько сценариев кибератак на сети 5G, которые эксплуатируют:

- уязвимости SIM-карт,
- уязвимости сети,
- уязвимости системы идентификации.

Рассмотрим каждую уязвимость более подробно.

### Уязвимости SIM-карт

SIM-карта представляет собой сложное устройство, на котором имеется даже целый набор встроенных приложений – SIM Toolkit, STK. Одна из таких программ – S@T Browser – теоретически может использоваться для просмотра внутренних сайтов оператора, но на практике давно забыта и не обновлялась с 2009 года, поскольку сейчас эти функции выполняют другие программы.

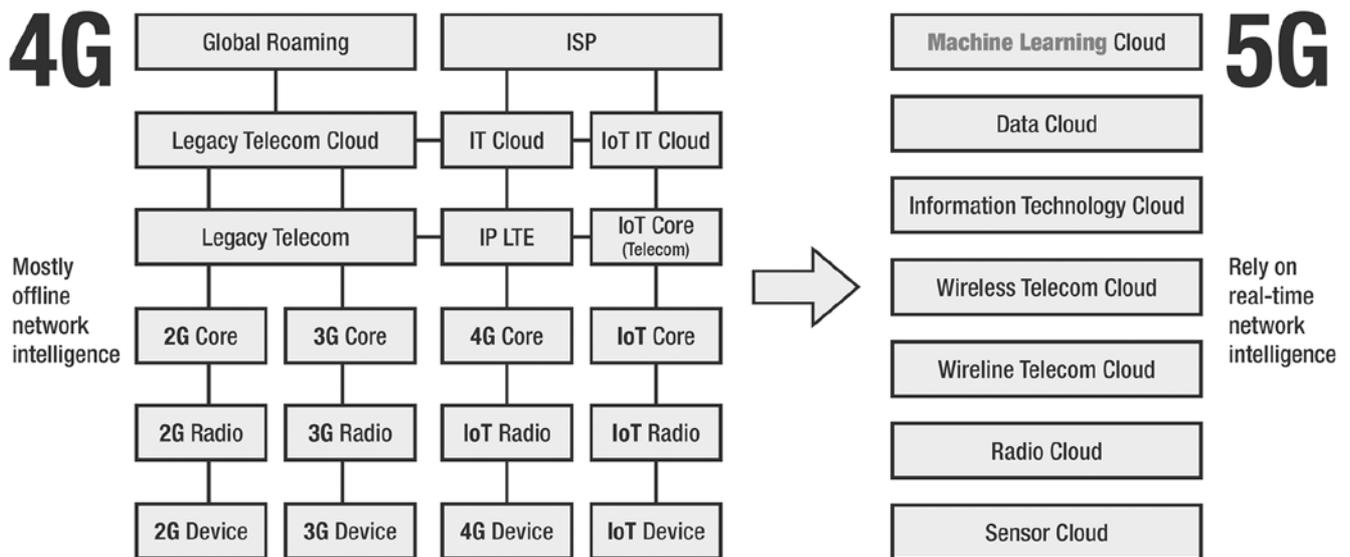


Рисунок 2 – Сравнение архитектур 4G и 5G

Проблема в том, что S@T Browser оказался уязвимым: специально подготовленная служебная SMS взламывает SIM-карту и заставляет её выполнить нужные хакеру команды, причём пользователь телефона или устройства не заметит ничего необычного. Атака получила название Simjaker и даёт массу возможностей злоумышленникам.

её подключиться к сотовой вышке, которую контролирует злоумышленник. При этом атакующий получит возможность модифицировать настройки SIM-карты, чтобы прослушивать телефонные разговоры, внедрять вредоносное ПО и проводить различные виды атак с использованием устройства, содержащего взломанную SIM-карту. Сделать это ему позволит тот факт, что взаимодействие с устройствами в роуминге происходит в обход процедур безопасности, принятых для устройств в «домашней» сети.

**Уязвимости сети**

Злоумышленники могут менять настройки скомпрометированной SIM-карты для решения своих задач. Относительная лёгкость и скрытность атаки Simjacking позволяют проводить её на постоянной основе, захватывая контроль над всё новыми и новыми устройствами, медленно и терпеливо (low and slow attack) отрезая кусочки сети подобно ломтикам салями (salami attack). Отследить такое воздействие крайне сложно, а в условиях сложной распределённой сети 5G – практически нереально.

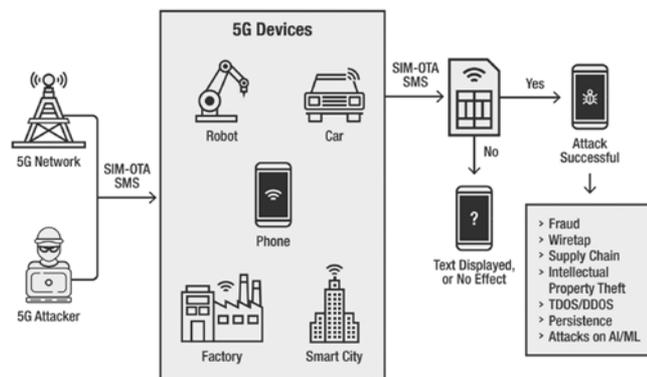


Рисунок 3 – Атака Simjacking в сети 5G

В частности, она позволяет передать злоумышленнику данные о местоположении абонента, идентификатор его устройства (IMEI) и сотовой вышки (Cell ID), а также заставить телефон набрать номер, отправить SMS, открыть ссылку в браузере и даже отключить SIM-карту.

В условиях сетей 5G эта уязвимость SIM-карт становится серьёзной проблемой, учитывая количество подключённых устройств. Хотя SIMAlliance и разработал новые стандарты SIM-карт для 5G с повышенной безопасностью, в сетях пятого поколения по-прежнему возможно использование «старых» SIM-карт. А раз всё и так работает, ожидать быстрой замены имеющихся SIM-карт не приходится.

Использование Simjacking позволяет принудительно переключить SIM-карту в режим роуминга и заставить

А поскольку сети 5G не имеют встроенных механизмов контроля безопасности SIM-карт, постепенно злоумышленники получают возможность установить внутри коммуникационного домена 5G свои правила, используя захваченные SIM-карты для кражи средств, авторизации на сетевом уровне, установки вредоносного ПО и другой незаконной деятельности.

Особую тревогу вызывает появление на хакерских форумах инструментария, автоматизирующего захват SIM-карт с помощью Simjacking, поскольку применение таких средств для сетей пятого поколения даёт злоумышленникам практически неограниченные возможности по масштабированию атак и модификации доверенного трафика.

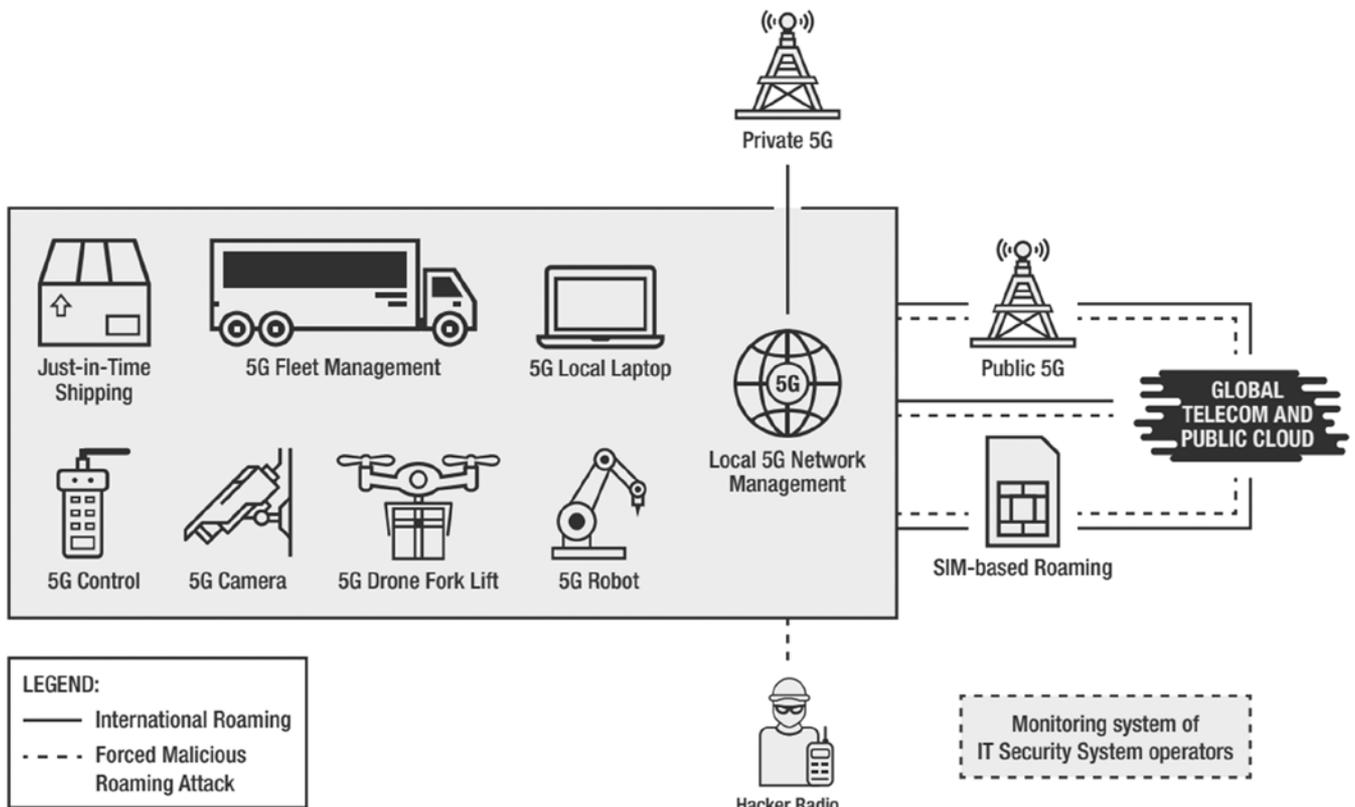


Рисунок 4 – Вредоносное использование роуминга

**Уязвимости идентификации**

SIM-карта используется для идентификации устройства в сети. Если SIM-карта активна и имеет положительный баланс, устройство автоматически считается легитимным и не вызывает подозрений на уровне систем обнаружения. Между тем уязвимость самой SIM-карты делает уязвимой всю систему идентификации. ИТ-системы безопасности просто не смогут отследить незаконно подключённое устройство, если оно зарегистрируется в сети с помощью похищенных через Simjacking идентификационных данных.

Получается, что подключившийся к сети через взломанную SIM-карту хакер получает доступ на уровне настоящего владельца, поскольку ИТ-системы уже не проверяют устройства, прошедшие идентификацию на сетевом уровне.

Гарантированная идентификация между программным и сетевым уровнем добавляет ещё одну проблему: преступники могут умышленно создавать «шум» для систем обнаружения вторжений, постоянно выполняя различные подозрительные действия от имени захваченных легитимных устройств. Поскольку работа автоматических систем обнаружения базируется на анализе статистики, постепенно пороговые значения для сигнала тревоги увеличатся, обеспечив отсутствие реакции на реальные атаки. Длительное воздействие такого рода вполне в состоянии изменить функционирование всей сети и создать статистические «слепые зоны» для систем обнаружения. Преступники, контролируемые

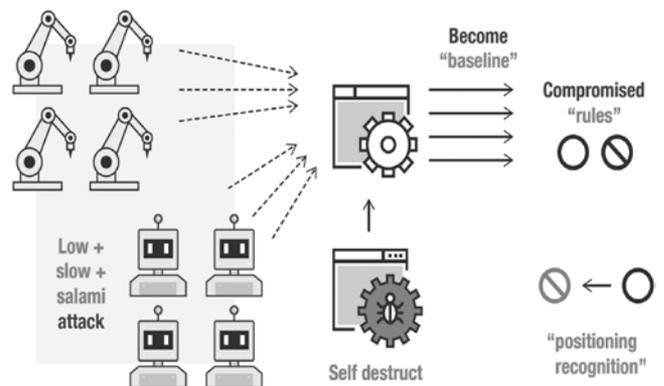


Рисунок 5 – Постепенное внедрение в сеть 5G с использованием атак Low and Slow + Salami

такие зоны, могут проводить атаки на данные внутри сети и на физические устройства, организовать отказ в обслуживании и нанести другой вред.

**Решение: унифицированная проверка идентичности**

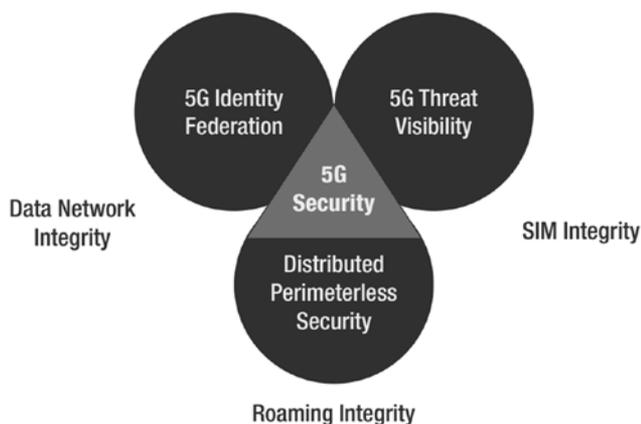
Уязвимости исследованной NPN-сети 5G – следствие разрозненности процедур безопасности на коммуникационном уровне, уровне SIM-карт и устройств, а также на уровне роумингового взаимодействия сетей. Чтобы решить эту проблему, необходимо в соответствии с принципом нулевого доверия (Zero-Trust Architecture, ZTA) обеспечить проверку подлинности подключающихся к сети устройств на каждом этапе, внедрив федера-

тивную модель идентификации и управления доступом (Federated Identity and Access Management, FidAM).

Принцип ZTA заключается в поддержании безопасности даже когда устройство неконтролируемо, движется или находится за пределами периметра сети. Федеративная модель идентификации – это подход к безопасности 5G, который обеспечивает единую согласованную архитектуру для проверки подлинности, прав доступа, целостности данных и других компонентов и технологий в сетях 5G.

Такой подход исключает возможность внедрить в сеть «роуминговую» вышку и перенаправить на неё захваченные SIM-карты. ИТ-системы смогут полноценно выявить подключение посторонних устройств и блокировать паразитный трафик, создающий статистический шум.

Для защиты SIM-карты от модификации необходимо внедрить в неё дополнительные средства проверки целостности, возможно, реализованные в виде SIM-приложения на базе блокчейна. Приложение может использоваться для аутентификации устройств и пользователей, а также для проверки целостности прошивки и настроек SIM-карты как в роуминге, так и при работе в домашней сети.



### Резюмируем

Решение выявленных проблем безопасности 5G можно представить в виде объединения трёх подходов:

- внедрение федеративной модели идентификации и управления доступом, которая обеспечит целостность данных в сети;

- обеспечение полной видимости угроз путём реализации распределённого реестра для проверки легитимности и целостности SIM-карт;

- формирование распределённой системы безопасности без границ, решающей вопросы взаимодействия с устройствами в роуминге.

Практическая реализация этих мер требует времени и серьёзных затрат, однако развёртывание сетей 5G идёт повсюду, а значит, начинать работу над устранением уязвимостей нужно прямо сейчас.

[trendmicro.com](https://www.trendmicro.com)

## РОССИЮ ОХВАТИЛИ ПРОТЕСТЫ ПРОТИВ 5G



На Кавказе не прекращаются массовые протесты против вышек сетей пятого поколения. Жители региона несколько раз переходили от слов к делу и уничтожали имущество операторов сотовой связи. В 2020 г. жители Северной Осетии дважды поджигали вышки связи, в Дагестане все пока ограничивается лишь митингами против установки базовых станций новых сетей. В Карачаево-Черкесии тоже живут недовольные возведением вышек для сетей нового поколения. Свой протест открыто выразили жители Черкесска, Усть-Джигута и станицы Зеленчукской. На Кавказе не сомневаются в опасности сетей пятого поколения. На Кубани тоже нашлись нежелающие видеть в своем городе 5G-вышки – против них выступили жители Армавира. Их мнение относительно новых сетей связи разделяют и проживающие в Ставрополе (Ставропольский край).

Операторы связи заявляют, что «не видят в сетях пятого поколения и вышках связи ничего опасного для жизни и здоровья людей». Кроме того, у российских вышек 5G в настоящее время в принципе нулевой уровень излучения, так как сетей пятого поколения, доступных обычным гражданам, в стране попросту нет.

На середину апреля 2021 г. не существовало ни одного внятного доказательства безопасности сетей 5G. На сайте «Всемирной организации здравоохранения» (ВОЗ) даже есть отдельная страница, где заявляется об отсутствии подтверждения негативного воздействия волн в диапазоне до 300 ГГц на здоровье людей (вероятно, таковыми чиновники ВОЗ не считают мнения многочисленных ученых).

С вышками 5G борются жители многих стран, но мировой тренд задали британцы. В 2020 г. в Англии заметно участились случаи поджога таких сооружений. Британцы не верят в заверения сотовых операторов и считают, что 5G-волны снижают иммунитет людей.

[cnews.ru](https://cnews.ru)

# EPSON HEAT-FREE: ТИХАЯ И ХОЛОДНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ НА РЫНКЕ ПЕЧАТИ

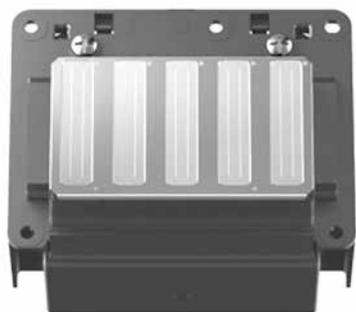


**В мире печатающих устройств перемены происходят нечасто. Казалось бы, после изобретения лазерных и струйных моделей ничего интересного не происходило уже много лет. Встряхнуть рынок взялась компания Epson, сделав упор на разработку моделей на основе фирменной технологии печати без нагрева Heat-Free. Разбираемся, что скрывает этот термин и чем новинки интересны для офисной и домашней печати.**

## Коротко о главном

Устройство печатающей головки струйного принтера или МФУ сложнее, чем кажется. Её конструкция не ограничивается простым насосом, непрерывно подающим чернила на сопло. Для максимальной чёткости отпечатка используются микроскопические капли краски, способ выдавливания которых заметно отличается у разных производителей.

Часть брендов использует технологию термоструйной печати. Нагреваясь в специальной камере, чернила закипают и под давлением образовавшегося пара по капле вылетают из сопла, впечатываясь в лист бумаги. Этот метод обеспечивает хорошую чёткость текста и картинок, но имеет недостатки. Главный из них – сравнительно небольшой ресурс работы из-за постоянного нагрева. Как правило, подобными одноразовыми головками оснащаются сменные картриджи, цена которых в своё время изрядно ударила по репутации струйников. Такой аппарат можно случайно испортить уже в начале срока службы: если электричество случайно вырубится во время печати, есть риск образования накипи из чернил внутри сопла.



*Рисунок 1 – В устройствах Epson используется стационарная пьезоэлектрическая печатающая головка Epson Micro Piezo. В отличие от термоструйных печатающих головок, Epson Micro Piezo не является расходным материалом и рассчитана на весь срок службы принтера. Для пользователя это означает отсутствие каких-либо дополнительных затрат на ее замену.*

Во всех принтерах и МФУ Epson используется фирменная технология струйной пьезоэлектрической печати Heat-Free. В её основе – отполированная комбинация оригинальных разработок Micro Piezo и PrecisionCore. Для получения всё тех же капель чернил печатающие головки оснащаются не нагревательным, а пьезоэлементом. Он изгибается под воздействием электрического тока, выталкивая каплю наружу. При этом объём подачи регулируется, в зависимости от напряжения. Печать каплями переменного размера помогает ускорить печать. Там, где используется сплошная заливка, головка создает капли большего размера, там где нужны тонкие линии – маленькие. Служит такой элемент гораздо дольше термического, ведь он не деформируется из-за постоянного нагрева и остывания.

Главные конкуренты струйных устройств на рынке – лазерные принтеры и МФУ. Часто можно услышать утверждения о высокой скорости, дешевизне и качестве лазерной печати, в том числе цветной. Теперь эти характеристики есть и у струйных принтеров: современные струйные аппараты не уступают соперникам, а то и превосходят их по ряду параметров при домашнем и офисном использовании. Разберём их преимущества по пунктам.



*Рисунок 2 – Система непрерывной подачи чернил*

### Цена вопроса

Миф о дороговизне струйной печати возник не на пустом месте. Действительно, комплект картриджей для бюджетного принтера часто стоит больше самого устройства, да и ресурс у таких расходников крайне невелик. Раньше такие модели нередко «дорабатывали напильником»: улучшали с помощью комплектов СНПЧ сразу после покупки. Это позволяло ощутимо сэкономить на чернилах, пусть и ценой потери гарантии. Но со временем производители стали предлагать готовые бескартриджные решения, лишённые недостатков кустарных моделей.

Решения Epson, известные как «фабрики печати», из коробки оборудованы ёмкими резервуарами для чернил. Обойдётся такая новинка дороже бюджетной модели на картриджах, зато в перспективе позволит сэкономить больше, чем при покупке лазерного аналога. К примеру, в комплект недорогого МФУ Epson L3100 входит набор чернил, которого хватит для печати до 7500 цветных и 4500 чёрно-белых страниц формата А4. Это гораздо больше ресурса стартовых картриджей большинства лазерных аппаратов. А монохромный Epson M2140 способен выдать до 11 000 отпечатков на комплектной заправке. При этом цена нового флакона в 3 раза ниже, чем цена картриджа, а ресурс в 4 раза выше.



Рисунок 3 – Epson M2140



Рисунок 4 – МФУ Epson L3100

Да, лазерные картриджи перезаправляют, но нюансов у такой затеи немало. Многие вендоры снабжают картриджи чипами с защитой от повторного использования. Иногда проблема решаема, но такая операция стоит денег и порой приводит к потере гарантии. Со временем придётся менять и фотобарабан, поскольку он имеет ограниченный «пробег». Наконец, некачественный тонер рискует попросту посыпаться со страницы. Это будет неплохо смотреться в шпионском фильме, а вот в реальной жизни доставит проблемы.

Ещё один плюс струйных моделей – экономия электроэнергии. Аппетиты «печки» лазерного устройства сопоставимы с системным блоком, так что счёт в конце месяца придёт соответствующий. Особенно в масштабе офиса, где принтеров и МФУ сразу несколько. К тому же такую модель не подключишь к обычному ИБП: даже кратковременные перебои с питанием убьют активную задачу печати.

### Красота не требует жертв

Одна из ключевых фишек струйных решений – качественная цветная печать. Не нужно ходить в типографию, чтобы перенести свои фото на физический носитель. Конечно, лазерные принтеры тоже давно работают с цветом, но цветопередача картинки страдает. Порошковый тонер смешивается хуже жидкой краски, и насыщенность изображения ощутимо падает. Это не слишком заметно при распечатке графиков, зато бросается в глаза при сравнении более сложных иллюстраций. В детализации цветной печати такие устройства тоже проигрывают своим струйным аналогам: из микроскопических капель получаются более ровные линии, чем из запечённого порошка. К тому же лазерные цветные модели получаются громоздкими. Для каждого картриджа и его барабана необходимо отдельное пространство в корпусе, в то время как «танкер» для чернил занимает немного места.



Рисунок 5 – Цветные картриджи к лазерному принтеру

Наконец, у лазерной техники список поддерживаемых типов бумаги меньше – она не умеет работать с классической фотобумагой, конвертами и другими чувствительными к нагреву носителями. В лучшем случае они испортятся при прогоне через «печку», в худшем –

аппарат придётся разбирать и чистить от налипших на тракт ошмётков бумаги. Если же цветная печать не нужна, преимущество всё равно остаётся за струйными решениями. Монохромные модели печатают с той же чёткостью, что и цветные собратья, но за счёт увеличенного объёма резервуара реже требуют заправки. Иногда можно услышать о лучшей стойкости тонера на бумаге перед чернилами. Однако сравнение актуально лишь для водорастворимых чернил. Чтобы сохранить документ на века, лучше выбрать устройство с пигментной краской. Пигментные чернила не впитываются в бумагу так, как водорастворимые, а сам пигмент после фиксации на бумаге защищен от выцветания, не боится воды и не смывается маркером.

Ещё один популярный миф или даже «страшилка», связанный со струйными экземплярами: что у них постоянно пересыхают печатающие головки. Эти слухи чаще всего возникают по вине неопытных пользователей. Одни заправляют принтер неподходящими или некачественными чернилами сторонних брендов. Другие ставят на окно прямо над радиатором отопления – на таком «курорте» температура куда выше допустимой для нормальной работы прибора. При разумной же эксплуатации аппарат с технологией Heat-Free не засохнет. Таким образом, придётся печатать не чаще 1 раза в месяц даже если остальное время принтер или МФУ простаивает без дела. Но вы же принтер покупаете не для того, чтобы он стоял?

### Гонка со временем

Лазерные принтеры кажутся быстрыми, но разрыва в скорости печати как было раньше, между ними и струйными уже нет. На прогрев перед началом работы лазерному принтеру требуется определённое время. Их владельцам не понаслышке знакомы звуки «разгона» перед выходом первой страницы и характерная задержка при любом старте печати. Всё дело в особенности конструкции: сначала должна прогреться «печка», которая и закрепляет тонер на бумаге.



Рисунок 5 – Заправка принтера чернилами

Струйная техника такого недостатка лишена: краска сразу подаётся на печатающую головку и наносится на бумагу. Распечатка первого листа длится около

пяти-шести секунд. Струйная техника, как и лазерная, делится по классам скорости и нагрузки – есть аппараты со стандартной скоростью печати 20-25 страниц в минуту, а есть машины, способные печатать со скоростью до 100 страниц в минуту. Но это уже, конечно, другой уровень по деньгам. Немало времени экономит подобная бескартриджная струйная модель и на заправке – достаточно просто вставить флакон с чернилами в резервуар. Не придётся даже надевать перчатки: системы «непроливайки» исключают случайное вытекание расходника.

### Техника безопасности

Об экологической составляющей при выборе принтера мало кто вспоминает. И напрасно, ведь речь не только о снижении выбросов углекислого газа. Благодаря конструкции принтера и самой технологии струйные принтеры не выделяют озон.

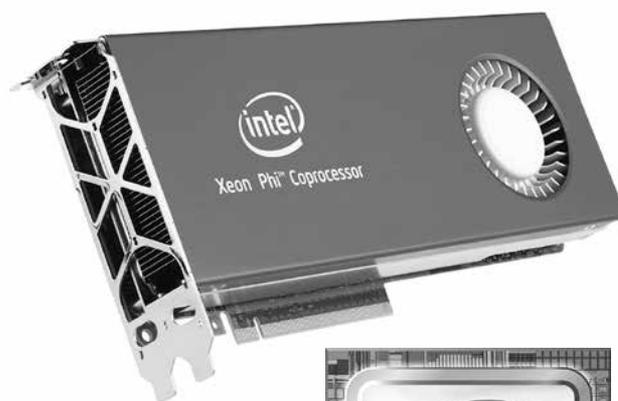
В отношении утилизации струйные «фабрики» тоже выгодны. Все расходники – это пустые бутылочки из-под чернил. Печатающая головка рассчитана на весь срок службы устройства, поэтому не потребует замены.

Вопреки устоявшимся слухам, струйные принтеры и МФУ давно навязали серьёзную конкуренцию лазерным моделям – кроме сценариев, когда запускать печатающее устройство нужно всего пару раз в год. В остальных случаях достаточно отбросить предрассудки, чтобы не только получить высокое качество печати дома и в офисе, но и ощутимо сэкономить на совокупной стоимости владения покупкой.

epson.ru

## Сократите свой путь к открытию!

### Intel Xeon Phi сопроцессор



ПОДРОБНОСТИ  
НА INTEL.COM

# ФОРМИРОВАНИЕ СИЛИЦИДОВ НИКЕЛЯ МЕТОДАМИ БЫСТРОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

УДК 539.2

Маркевич М.И.<sup>1</sup>, Петлицкий А.С.<sup>2</sup>, Щербакова Е.Н.<sup>1</sup>, Чапланов А.М.  
<sup>1</sup>ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси». <sup>2</sup>ОАО «ИНТЕГРАЛ»

Проведены исследования структурных и фазовых превращений, протекающих в системах Ni/Pt/Si при быстрой термической обработке (БТО), осуществляемой фотонными пучками.

Установлено, что при БТО системы Ni/Pt/Si с плотностью энергии 120 Дж/см<sup>2</sup>, обработанной с планарной и непланарной стороны пластины образуется слой диникелида кремния  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si. Увеличение количества импульсов светового потока с плотностью падающей энергии 120 Дж/см<sup>2</sup> приводит к ориентированному, относительно кристаллографической ориентации поверхности кремния, образованию слоя диникелида кремния  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si.

## ВВЕДЕНИЕ

Интересы автомобильной промышленности стимулируют производителей компонентов электроники к созданию новых устройств, развитию новых технологий и совершенствованию производственных процессов формирования различных компонентов электронной техники.

В последнее время электроника используется все шире, например, для управления сгоранием топлива в двигателе, в устройствах контроля над состоянием отдельных агрегатов и систем, для управления исполнительными механизмами, а также в системах, обеспечивающих безопасность: в антиблокировочной системе тормозов (ABS), и подушках безопасности [1-3]. Для данного вида диодов ключевое значение имеет выбор контактного металла, от которого зависит высота барьера, и соответственно, его основные электрические характеристики. Как было показано в ряде работ [3-9] перспективным материалом для формирования диодов Шоттки является силицид платины, отличающийся большой высотой потенциального барьера с кремнием n-типа проводимости (0,82 В) и легкостью получения твердофазной реакцией с кремнием. Однако использование чистых платиновых пленок и стандартных термообработок при формировании барьеров Шоттки для силовой электроники, где линейные размеры контактов в приборах достигают единиц и десятков миллиметров, имеет определенные недостатки: большую неоднородность по толщине формируемых слоев, большие напряжения на границах металл – полупроводник, приводящие к отслоению силицидного слоя. Поэтому разработка новых методов для формирования барьеров Шоттки является важной практической задачей.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Цель работы – синтез силицидов никеля и исследование их структуры и свойств при различных схемах быстрой термической обработке.

На поверхность кремниевой пластины марки КЭФ-0.5 с ориентацией (111) методом магнетронного распыления последовательно наносились пленки платины и никеля толщиной ~60 нм. Быстрая термическая обработка (БТО) осуществлялась на установке УОЛП-1М. В установке нагрев кремниевых пластин осуществляется излучением трех газоразрядных ксеноновых ламп ИНП 16/250. Установка состоит из трех блоков питания ламп ИНП 16/250, блока управления, кварцевого облучателя.

Для обеспечения воспроизводимости технологических результатов на установке предусмотрено автоматическое поддержание заданного уровня энергетической экспозиции на обрабатываемой пластине независимо от колебания напряжения питающей сети и изменения параметров ламп со сроком службы за счет введения обратной связи по излучению ламп. Ксеноновые лампы, размещенные внутри реактора, вставлены в кварцевые трубки, наружная поверхность которых покрыта диффузионным отражающим покрытием. Обработка структур проводилась в режиме теплового баланса.

Импульсный фотонный отжиг проводился в вакууме 10<sup>-3</sup> Па при плотностях энергии от 110 до 280 Дж/см<sup>2</sup>. Время отжига составляло ~2,8 с.

Исследования проводились, используя методы электронографического анализа на электронографе ЭМР-102 и на растровом электронном микроскопе S-4800 (ф. Hitachi, Япония) при различных значениях ускоряющего напряжения: от минимального порога чувствительности системы микроанализа (6,4 кВ) до максимального значения ускоряющего напряжения, равного 30 кВ.

Фазовый анализ производился на электронографе ЭМР-102.

Для идентификации расшифрованных электронограмм использовали базу данных «the International Centre for Diffraction Data».

Расшифровка кольцевых электронограмм от поликристаллических образцов осуществлялась следующим образом:

- измеряли диаметры колец D для электронограмм, полученных на просвет, либо радиусы D/2 для электронограмм, снятых на отражение;
- зная постоянную прибора A определяли межплоскостные расстояния  $d_{\text{эксп}} = A/D$ ;
- идентифицировали полученные фазы путем сравнения  $d_{\text{эксп}}$  с теоретическими величинами межплоскостных расстояний  $d_{\text{теор}}$ .

Быстрый термический отжиг кремниевых пластин с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt проводили с планарной и непланарной стороны пластины. На рисунках 1 и 2 представлены электронограммы полученных соединений после обработки.

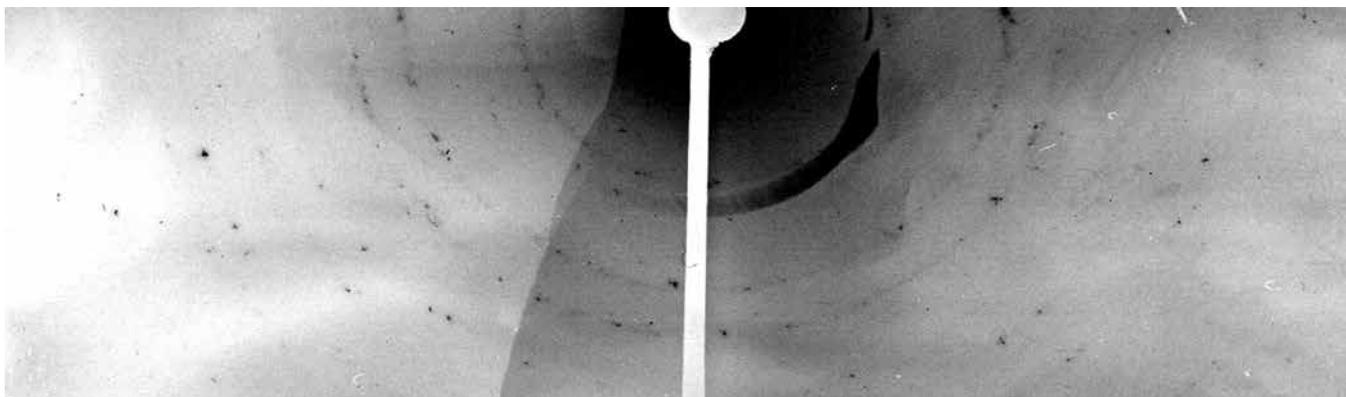


Рисунок 1 – Электронограмма, полученная от поверхности кремния с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt, после БТО с плотностью энергии 120 Дж/см<sup>2</sup>, обработанной с планарной стороны пластины

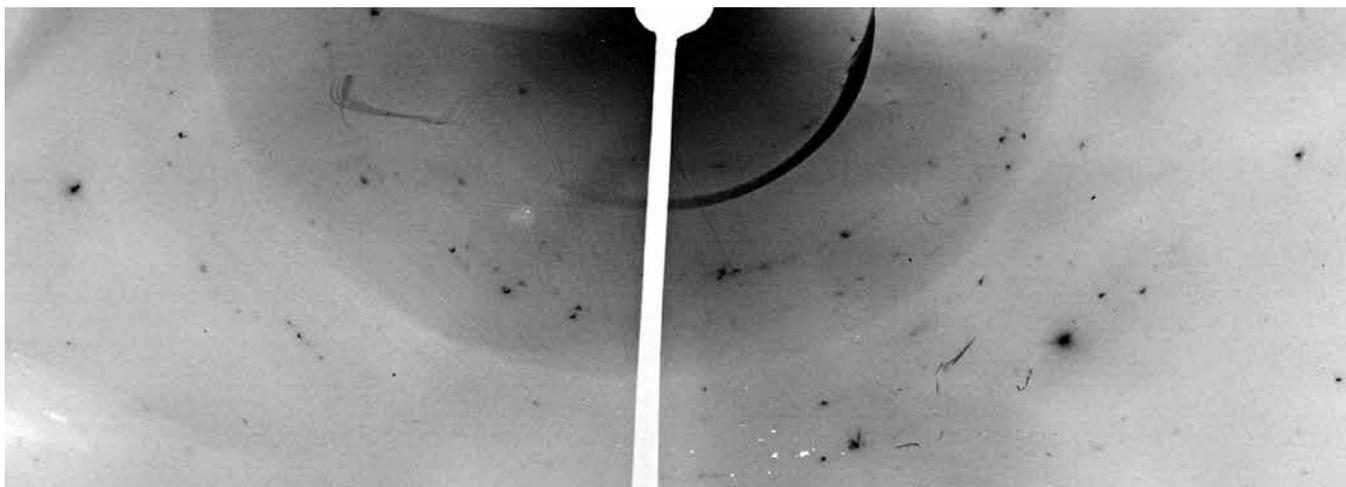


Рисунок 2 – Электронограмма, полученная от поверхности кремния с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt, после БТО с плотностью энергии 120 Дж/см<sup>2</sup>, обработанной с непланарной стороны пластины

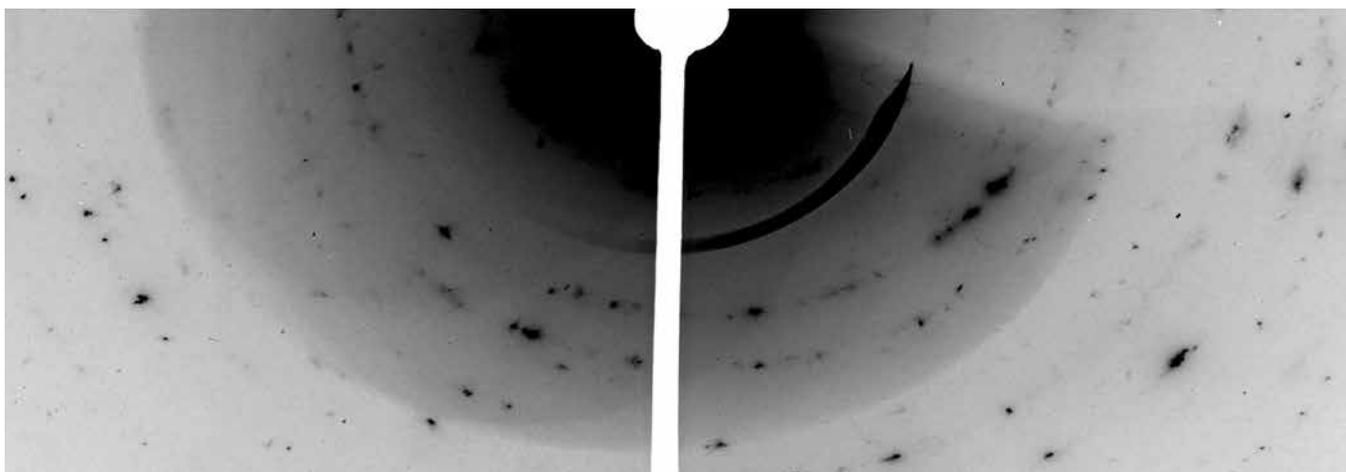


Рисунок 3 – Электронограмма, полученная от поверхности кремния с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt, после БТО с плотностью энергии 120 Дж/см<sup>2</sup>, обработанной с планарной стороны пластины в течение двух импульсов

Быстрый термический отжиг кремниевых пластин с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt проведенный с планарной стороны пластины приводит к формированию на поверхности поликристаллического слоя диникелида кремния  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si (рисунок 1). При импульсном фотонном отжиге с непланарной стороны пластины с плотностью падающей энергии 120 Дж/см<sup>2</sup> на поверхности кремния фор-

мируется также слой диникелида кремния в модификации  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si. Однако, как следует из рисунка 2 кольца от  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si, присутствующие на электронограмме более узкие, чем на электронограмме (рисунок 1), полученной от поверхности пластины кремния с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt после БТО с планарной стороны, что свидетельствует о более упорядоченной структуре слоя  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si.

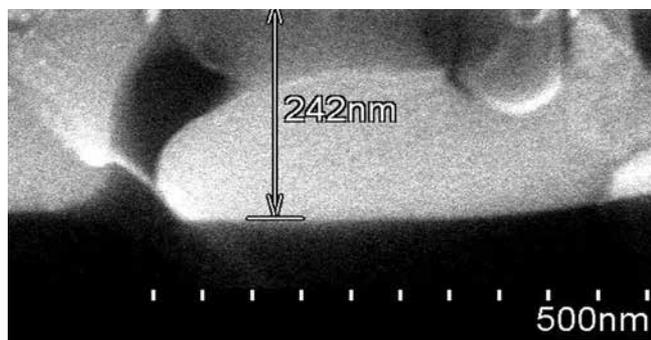


Рисунок 4 – Структура поперечного сечения пластины кремния с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt после БТО с плотностью энергии падающего светового потока 120 Дж/см<sup>2</sup>, обработанной с планарной стороны в течение двух импульсов

Увеличение количества импульсов светового потока с плотностью падающей энергии 120 Дж/см<sup>2</sup> приводит к ориентированному, относительно кристаллографической ориентации поверхности кремния образованию слоя диникелида кремния  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si о чем свидетельствует появление дополнительных рефлексов на электронограмме, полученной от поверхности кремния со слоем  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si, полученным после БТО (рисунок 3).

Образовавшийся слой  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si имеет столбчатую структуру (рисунок 4), толщина образовавшегося слоя составляет ~240 нм, а размер зерен ~500÷700 нм. Следует отметить, что образовавшееся силициды содержат платину, что стимулирует образование фазы  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si.

На рисунке 5 приведена электронограмма, полученная от поверхности кремния с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt, после БТО с плотностью энергии 230 Дж/см<sup>2</sup>, обработанной с планарной стороны пластины.

Проведенные исследования при более высоких плотностях энергии падающего фотонного пучка в интервале 170- 250 Дж/см<sup>2</sup> показали, что на поверхности кремниевой пластины формируется трехкомпонентный силицид Ni<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>Si.

**Выводы**

Разработаны схемы быстрой термической обработки (БТО) системы Ni/Pt/Si, позволяющие формировать качественные силициды никеля различной толщины. Показано, что увеличение количества импульсов светового потока с плотностью падающей энергии 120 Дж/см<sup>2</sup> приводит к ориентированному, относительно кристаллографической ориентации поверхности кремния образованию слоя диникелида кремния  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si. При более высоких плотностях энергии падающего фотонного пучка в интервале 170-255 Дж/см<sup>2</sup> формируется трехкомпонентный силицид Ni<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>Si.

**Литература**

1. Saraswat, K. C. Polycides, Salicides and Metals Gates / K.C. Saraswat // Department of Electrical Engineering, Stanford University, Stanford, CA 94305, EE311. – 2005. – P.24.
2. Мьюрарка, Ш. Силициды для СБИС / Ш. Мьюрарка // М, 1986. – С. 176.
3. Баранов, В.В. Технологические предпосылки создания МОП-структур с малыми проектными нормами /

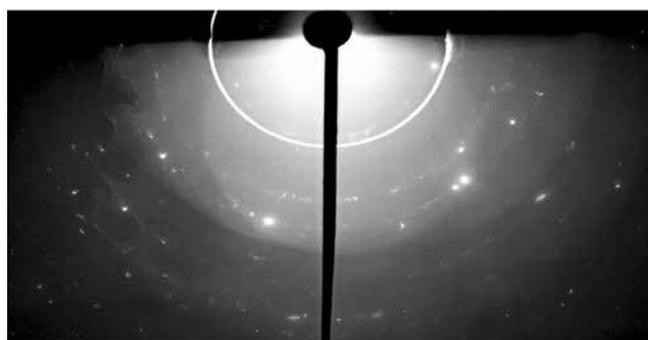


Рисунок 5 – Электронограмма, полученная от поверхности кремния с нанесенной двухслойной пленкой Ni/Pt после БТО с плотностью энергии 230 Дж/см<sup>2</sup>, обработанной с планарной стороны пластины

В.В. Баранов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2005, № 5, С. 42–46.

4. Пилипенко, В.А. Быстрые термообработки в технологии СБИС / В.А. Пилипенко // Мн: Изд. центр БГУ, 2004. – 531 с.

5. Иевлев, В.М. Формирование пленок силицидов металлов методами импульсной фотонной обработки / В.М. Иевлев, С.Б. Кушев // Вестник Воронежского государственного технического университета. Серия Материаловедение. – 1997. – Вып.1. – С.8–12.

6. Иевлев, В.М. Твердофазный синтез силицидов при импульсной фотонной обработке гетеросистем Si-Me (Me: Pt, Pd, Ni, Mo, Ti) / В.М.Иевлев, С.Б.Кушев, В.Н.Санин // ФХОМ. 2002. № 1. С.27–31.

7. Hoummada, K. Effect of Pt addition on Ni silicide formation at low temperature: Growth, redistribution, and solubility/ K. Hoummada [et al.] // J. Appl. Phys. – 2009. – V. 106. – P. 06351/1–06351/9.

8. Demeulemeester, J. The influence of Pt redistribution on Ni1-xPt<sub>x</sub>Si growth properties/ J. Demeulemeester [et al.] // J. Appl. Phys. – 2010. – V. 108. – P. 043505.1–043505.11.

9. Lavoie, C. Effects of additive elements on the phase formation and morphological stability of nickel monosilicide films /C. Lavoie [et al.] // – Microelectronic Engineering. – 2006 – V.83. – P.2042–2054.

**Abstract**

Studies of structural and phase transformations occurring in Ni/Pt/Si systems during pulsed heat treatment carried out by photon beams have been carried out.

It was found that during the RHT of the Ni/ Pt/ Si system with an energy density of 120J/cm<sup>2</sup>, processed from the planar and nonplanar sides of the plate, a layer of silicon dinicelide  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si is formed. An increase in the number of light flux pulses with an incident energy density of 120 J/cm<sup>2</sup> leads to the formation of a silicon dinicelide  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si layer oriented relative to the crystallographic orientation of the silicon surface, as evidenced by the appearance of additional reflections on the electron diffraction pattern obtained from a silicon surface with a  $\theta$ -Ni<sub>2</sub>Si layer obtained after БТО.

Поступила в редакцию 18.05.2021.

# МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ И МАГНИТОРЕЗОНАНСНЫЕ СВОЙСТВА СМЕСОВОЙ ТКАНИ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ КЛАСТЕРАМИ ЦИРКОНИЯ

УДК 539.2

И.П. Акула, М.И. Маркевич, Щербакова Е.Н., Малышко А.Н., Н.М. Чекан  
ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»

Полимерные материалы в большей своей части являются диэлектриками. При изготовлении одежды из таких материалов может происходить накопление статического электричества, что вредно для здоровья человека. Для получения антистатических тканей проводили модификацию смесовой ткани 07С11-КВ кластерами циркония.

Приведены результаты исследования морфологии поверхности и магниторезонансные свойства смесовой ткани 07С11-КВ производства «Моготекс», модифицированной кластерами циркония. Методом электронного магнитного резонанса (ЭМР) установлено, что спектры синтезированного композита представляют собой неоднородно уширенные широкие линии с эффективным значением  $g$ -фактора  $2,3 \pm 0,1$  и шириной 125 мТл. Установлено, что нерезонансное поглощение электромагнитного поля СВЧ незначительно.

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в мире большое внимание уделяется разработкам и исследованиям антистатических и поглощающих ЭМИ тканей. Склонность химических волокон к электростатическому заряджению ухудшает их эксплуатационные свойства: наблюдается прилипание, треск, искрение и т.д. Высокотехнологические ткани для специальной и фирменной одежды входят в систему приоритетов многих компаний («Моготекс», «Kufner», «Метакрон», «Rayen SA»). Статическое электричество является достаточно серьезной проблемой для электронной промышленности, поэтому разработка и применение специальных тканей является надежной защитой [1-3].

Практически такие же высокие требования, как для электронной промышленности выдвигаются и при производстве лекарственных средств и точной медицинской техники, так как различные поверхности при электризации могут притягивать и удерживать аэрозольные загрязнения.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Целью данной работы являлось: синтез, исследование структуры, элементного состава, магниторезонансных свойств композиционного материала на основе смесовой ткани 07С11-КВ модифицированной кластерами циркония.

В данной работе цирконий осаждался в вакууме с использованием источника стационарной металлической плазмы (цирконий), работающего в режиме сепарации. Покрытие наносилось на смесовую ткань 07С11-КВ. Покрытия из циркония наносили на ткань методом импульс-

ного катодно-дугового осаждения в вакууме  $3,5 \times 10^{-3}$  Па. Поскольку температура покрытия при его формировании на поверхности основы может достигать нескольких сотен градусов Цельсия, то процесс велся путем чередования периодов работы источника плазмы (1 минута) и паузы для охлаждения ткани (1 минута).

Предварительно перед формированием покрытий поверхность тканей обрабатывалась высокоэнергетичными ионами аргона для удаления органических загрязнений в течение 15 минут при следующих параметрах: давление аргона в вакуумной камере порядка  $3,2 \times 10^{-2}$  Па, ускоряющее напряжение 2000 В, ионный ток 40 мА.

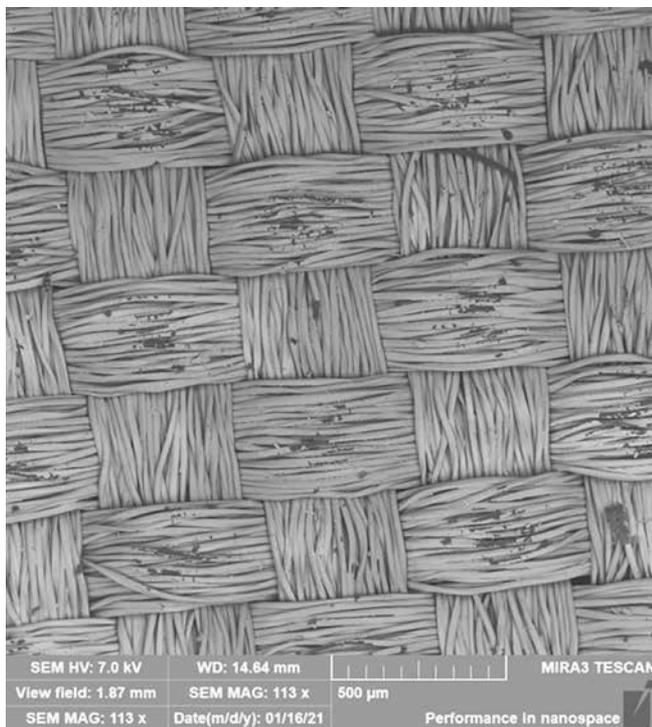
Исследования структуры синтезированных материалов производилось с использованием растрового электронного микроскопа MIRA 3.

Исследования элементного состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсионного (EDS) микроанализа, установленной на сканирующем электронном микроскопе MIRA3 [4-6]. Особенности микроскопа MIRA:

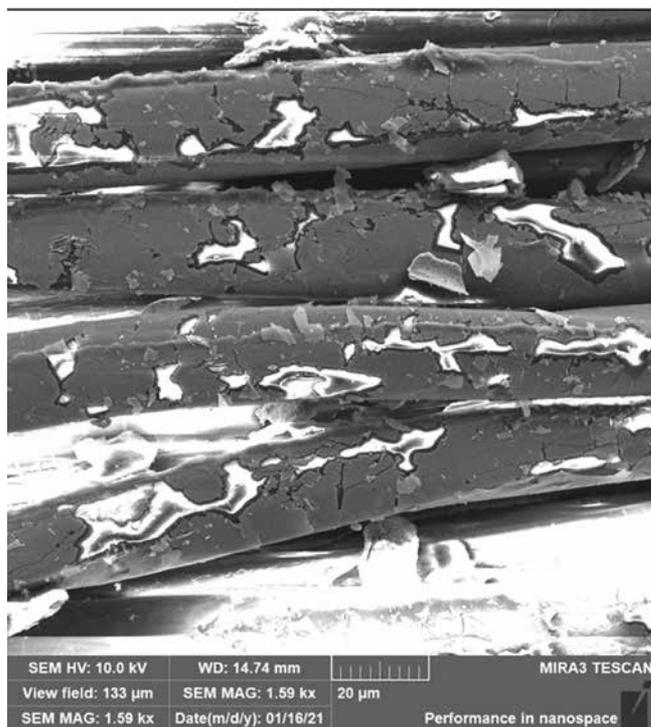
- катод Шоттки высокой яркости для получения отобразений высокого разрешения, высокой кратности, с низким уровнем шумов;
- запатентованная трехлинзовая электронная оптика;
- система торможения пучка для накопления отобразений с высоким разрешением при минимальных энергиях пучка (от 50 эВ);
- In-Beam – детекторы, встроенные в объективную линзу, позволяют получать изображения превосходного качества во вторичных и в отраженных электронах;
- высокая скорость сканирования вплоть до 20 нс/пкс;
- полностью автоматизированная процедура настройки микроскопа предусматривает, в частности, оптимизацию параметров электронной оптики; современное программное обеспечение.

Исследования магнитного резонанса проводились на специализированном малогабаритном анализаторе ЭМР «Минск 22» при комнатной температуре. Рабочая длина волны – 3 см. Максимальное значение индукции магнитного поля – 450 мТл, частота модуляции – 30 кГц. Для калибровки интенсивности сигналов объектов исследования использовался образец из монокристалла рубина ( $Al_2O_3:Cr^{3+}$ ). В процессе измерений дополнительный контроль стабильности работы спектрометра осуществлялся путем измерения калибровочного материала двухвалентного марганца ( $MgO:Mn_2+$ ) [4].

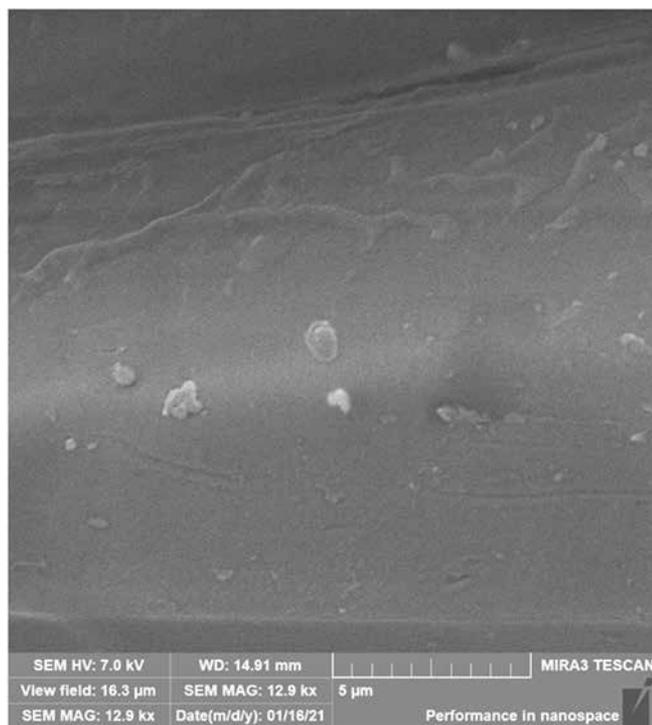
На рисунке 1 представлена морфология и элементный состав полученного композиционного материала (смесовая ткань-покрытие циркония).



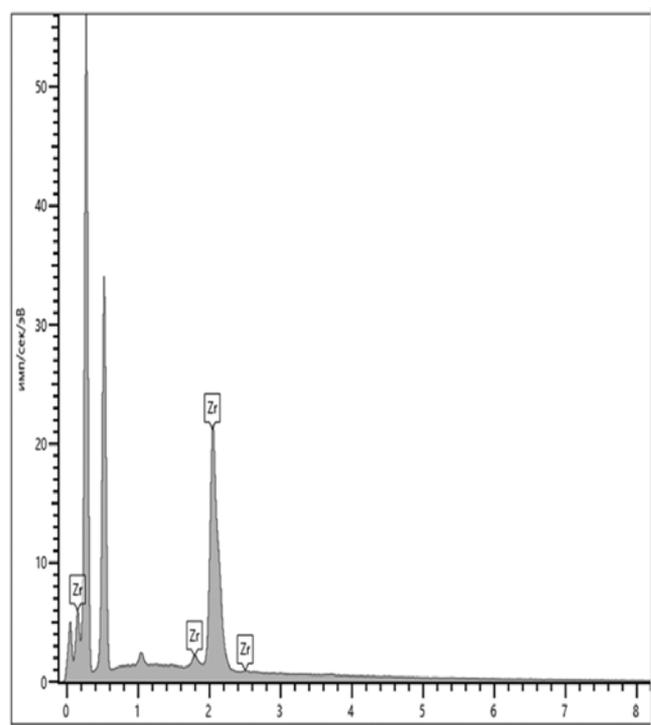
а



б



в



г

Рисунок 1 – Морфология (а, б, в) и элементный состав покрытия (г), нанесенного на поверхность ткани 07С11-КВ.

Как следует из рисунка 1а) нанесенное покрытие декорирует ткань, ткань имеет плотняное переплетение, покрытие имеет дефекты (ткань оголена) линейные размеры от 4 мкм до 36 мкм (рисунок 2б).

Из рисунка 1в следует, что при нанесении покрытия формируется каплевая фаза. Капли различаются по размеру, размеры капель варьируются от 0,3 до 0,8 мкм.

В покрытии практически отсутствуют посторонние примеси (рисунок 1г).

На рисунке 2 представлен спектр ЭПР смесовой ткани 07С11-КВ с покрытием циркония.

На спектре (рисунок 2) проявляется широкая неоднородно уширенная резонансная линия в области эффективного g-фактора  $2,3 \pm 0,1$ . Ширина линии состав-

ляет 125 мТл, что связано с прямым взаимодействием атомов циркония с поверхностными центрами полимерной ткани в процессе формирования композита. Из соотношения интенсивностей сигналов заполненного резонатора и калибровочного образца следует, что нерезонансное поглощение электрической компоненты электромагнитного поля незначительно.

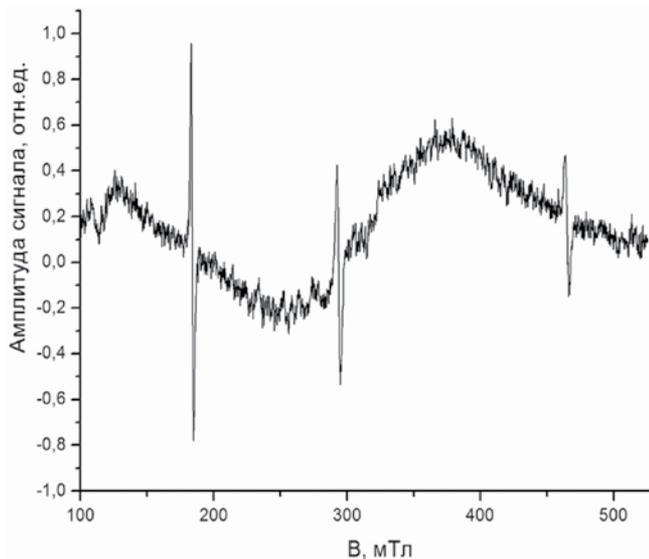


Рисунок 2 – Спектр ЭПР системы смесовая ткань 07C11-KB с покрытием из циркония

### ВЫВОДЫ

Исследована морфология поверхности смесовой ткани 07C11-KB производства «Моготекс», модифицированной кластерами циркония. Показана возможность нанесения однородного покрытия на ткань. Методом ЭМР установлено, что спектры композита (ткань – покрытие) представляют собой неоднородно уширенные широкие линии с эффективным значением  $g$ -фактора  $2,3 \pm 0,1$  и шириной 125 мТл, что свидетельствует о высокой концентрации магниторезонансных центров и высоком резонансном поглощении энергии СВЧ – поля, что важно учитывать при создании защитных тканей от СВЧ излучения. Нерезонансное поглощение СВЧ – поля незначительно.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бондарчук, М. М. Подходы к классификации технического текстиля /М.М. Бондарчук // Проблемы современной науки и образования. – 2015. – № 11 (41). – С. 95–99.
2. Трегубов, Д.В. Программа ESD «контроля и современные стандарты ESD» защиты /Д.В. Трегубов // Чистые помещения и технологические среды. – № 3. – 2008. – С. 39–42.
3. Анисович, А.Г., Акула, И.П., Ласковнев, А.П., Маркевич, М.И., Стельмах, В.Ф., Чекан, Н.М. Морфология поверхности и магниторезонансные свойства

ловсана, модифицированного кластерами стали ионно-плазменным воздействием / А. Г. Анисович, И. П. Акула, А. П. Ласковнев, М. И. Маркевич, В. Ф. Стельмах, Н. М. Чекан // Литье и металлургия. – №3. – 2019. – С. 142–146.

4. Адашкевич, С.В., Маркевич, М.И., Стельмах, В.Ф., Бакаев, А.Г., Гордиенко, А.И., Чапланов, А.М. Магниторезонансная диагностика радиопоглощающих композиционных материалов/ С.В. Адашкевич, М.И. Маркевич, В.Ф. Стельмах, А.Г. Бакаев, А.Л. Гордиенко, А.М. Чапланов// Полимерные материалы и технологии. – 2015. – Т.1. – №1. – С.71–75.

5. Анисович, А.Г., Залесский, В.Г., Маркевич, М.И., Малышко, А.Н., Журавлева, В.И., Чекан, Н.М., Чэнь Чао Воздействие лазерного излучения на лавсановую ткань, покрытую углеродом / А.Г. Анисович, В.Г. Залесский, М.И. Маркевич, А.Н. Малышко, В.И. Журавлева, Н.М. Чекан, Чэнь Чао // Полимерные материалы и технологии. – 2020. – Т.6. – №1. – С. 72–77.

6. Анисович, А.Г., Маркевич, М.И., Малышко, А.Н. Некоторые особенности микроскопического исследования неметаллических объектов / А.Г. Анисович, М.И. Маркевич, А.Н. Малышко //Литье и металлургия. –2020. – №2. – С.75–80.

### Abstract

The morphology of the surface of the mixed fabric 07C11-KB produced by «Mogotex», modified with zirconium clusters, has been studied. The possibility of applying a uniform coating to the fabric is shown. It was found by the EMR method that the spectra of the composite (fabric – coating) are inhomogeneously broadened broad lines with an effective  $g$ -factor of  $2.3 \pm 0.1$  and a width of 125 mT, which indicates a high concentration of magnetic resonance centers and a high resonant absorption of microwave energy – fields, which is important to consider when creating protective tissues from microwave radiation. The nonresonant absorption of the microwave field is insignificant.

Поступила в редакцию 18.05.2021.

## ТУП «АЛЬФАЧИП ЛИМИТЕД»

Официальный представитель мировых производителей

**MICROCHIP**

**ANALOG DEVICES**

**Hittite**

**SICK**

**Honeywell**

**LED life**  
MIND LIGHT FOR LIFE

220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж  
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16  
www.alfa-chip.com    www.alfacomponent.com

УНП 192525135

# ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ НА РЫНКЕ АВТОСЕРВИСА

Модников М.Ю., магистрант БГУ

## Введение

Прогресс в области информационных технологий произвел большое влияние на все сферы жизни человека. Не осталась без внимания и сфера бизнеса, в которой ранее большое количество операций выполнялось вручную и требовало значительного количества времени и ресурсов, что неблагоприятно сказывалось на развитии организации. С приходом информационных технологий стала возможной автоматизация производственных процессов компании.

В данной работе исследуются подходы к оптимизации производственных процессов компании, на примере ООО «Модников», использующие доступные информационные технологии, среди которых присутствуют веб-скрапинг для сбора информации и машинное обучение для последующего анализа данных.

ООО «Модников» является коммерческой организацией, которая занимается продажей, восстановлением, ремонтом автомобильных запчастей, в частности, автомобильных генераторов и стартеров. Компания обладает обширным ассортиментом готовой продукции, а также запчастей, который способен покрывать потребности в комплектующих 95% автомобильной техники, эксплуатируемой в нашей стране. В номенклатуре компании представлено более 24000 запчастей, в том числе более 1000 видов стартеров и 1500 видов генераторов, остальное – это комплектующие к ним.

Сфера деятельности компании ООО «Модников» сочетает в себе три основных направления:

- Восстановление агрегатов и их комплектующих;
- Ремонт агрегатов;
- Торговля восстановленными агрегатами и запчастями к ним.

## Информационные процессы компании

Для большинства информационных процессов в компании используется программное обеспечение 1С, которое было доработано конкретно под нужды данной организации и имеет большое количество подмодулей, включая такие как: бухгалтерия, управление производством, управление ремонтами, управление торговлей, управления клиентами, а также большое количество всевозможных отчётов.

Информационные процессы – неотъемлемая часть жизнедеятельности компании. Возьмём, например, производство. Для нашей компании под производством понимается восстановление стартеров, генераторов и их комплектующих. Как уже было описано ранее, восстановление – не такой сложный процесс, нужны определённые технологии и навыки, но не малую роль играет

в этом случае информация. А, собственно, сам информационный процесс – это сбор, обработка, хранение информации. Каждая деталь имеет свой уникальный артикульный номер, присвоенный производителем. Существуют множество сторонних производителей данной детали, и чтобы все понимали какой оригинальной запчастью соответствует данная деталь, выпущенная этим производителем, производитель присваивает свой артикульный номер и указывает соответствующие оригинальному номеру. Это называется кросс-номер.

Для минимизации простоя производства очень важен своевременный подбор необходимых запчастей. Подбор запчастей происходит вручную и занимает много времени, так как для успешного подбора нужно сначала разложить агрегат на составляющие, которые стоят в нём изначально, а после для неисправного узла подбирать оригинальную запчасть или оптимальный аналог, как уже упоминалось, для одной запчастей существует множество аналогов.

Информационные процессы в сфере ремонта во многом схожи с процессами при производстве агрегатов (рисунок 1). Разница лишь в том, что кроме качества оказываемой услуги, не маловажным критерием для клиентов является цена, поэтому в процессе подбора запчастей приходится идти на компромиссы в области цена-качество.

Как уже упоминалось, самой важной сферой деятельности является торговля. Информационные процессы в сфере торговли кардинально отличаются от остальных. Чтобы оставаться конкурентоспособными, приходится собирать и анализировать большие объёмы информации о товарах ежедневно, а после обработки помещать их в свою базу данных (рисунок 2).

Свою собственную базу данных компания представляет в интернет-каталоге на корпоративном сайте.

Правильное формирование цены – залог успешных продаж. Цена формируется на основе устоявшихся цен на рынке в текущий момент. Собрав интересующие цены среди конкурентов, приведя их в общий вид и наглядно показав разницу можно существенно ускорить процесс формирования новой цены или реформирования старой, другими словами, произвести переоценку (рисунок 3), а это, в свою очередь, минимизирует финансовые потери бизнеса.

Но для получения выгоды, недостаточно сформировать цену на основе текущей рыночной стоимости товара, надо учитывать ещё закупочную цену, расходы, что были потрачены для ввоза товара, другими словами – себестоимость. Если рыночная цена будет ниже себестоимости товара, то компания понесёт убытки и бу-

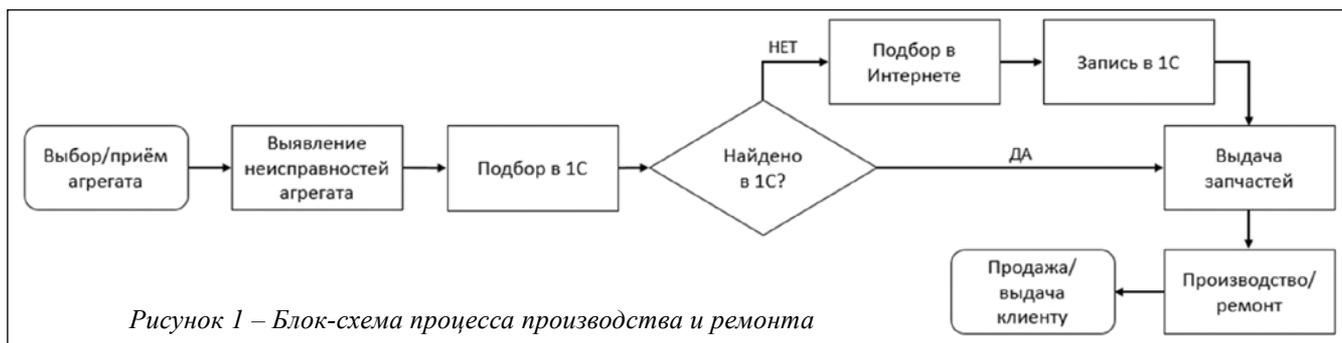


Рисунок 1 – Блок-схема процесса производства и ремонта



Рисунок 2 – Блок-схема процесса нахождения и записи информации о товаре

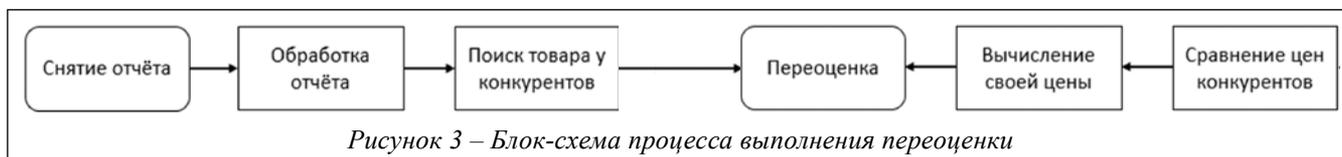


Рисунок 3 – Блок-схема процесса выполнения переоценки

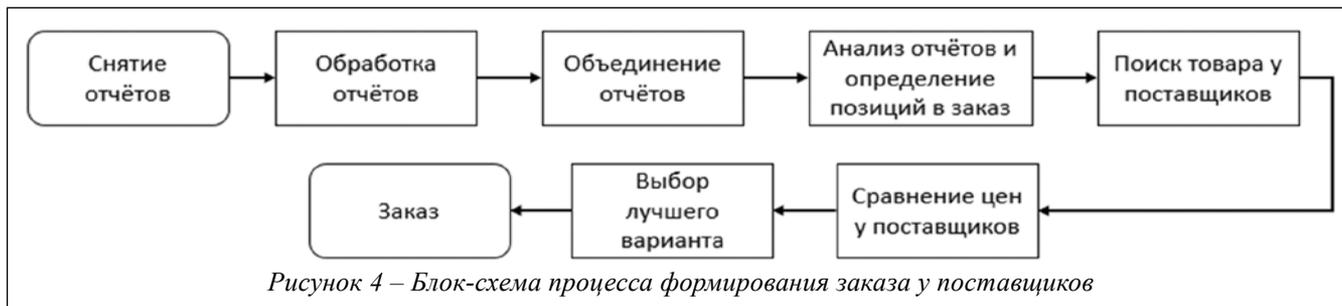


Рисунок 4 – Блок-схема процесса формирования заказа у поставщиков

дет считаться нерентабельной и неконкурентоспособной. Поэтому при формировании заказа у поставщиков очень важно учитывать текущую рыночную стоимость товара, а также желательно иметь не одного поставщика, а несколько, как это и есть в данной компании.

Для формирования заказа у поставщиков, приходится ежедневно просматривать большое количество позиций, чтобы определить требуется ли она, а также сравнивать цены у разных поставщиков, но из-за большой номенклатуры и маленькой скорости поиска нужных товаров у поставщиков – это может затянуться на 1-2 месяца. Процесс формирования заказа представлен на рисунок 4.

Однако правильное формирование цены и оптимальное формирование заказа у разных поставщиков не приведут к скорейшему развитию компании, если не учитывать спрос на товары. Товар, который лежит долгое время на складе, не приносит прибыли и, соответственно, тормозит развитие компании. Спрос можно изучать несколькими способами: длительный

мониторинг оставшегося количества у конкурентов или основываться на собственных продажах. Лучше использовать комбинированный способ, для начала опираться на свою собственную базу реализаций, другими словами, на статистику продаж, а для увеличения закупаемых товаров или для покупки новых товаров уже опираться на количественные остатки среди конкурентов.

Подводя итоги всего вышесказанного, стоит выделить сферы работы компании, в которых информационные процессы занимают не последнее место:

- Производство;
- Продажи;
- Формирование заказа у поставщиков;
- Оказание услуг населению;
- Ведение информативного сайта организации.

Во второй части статьи будут рассмотрены подходы и инструменты для оптимизации рассмотренных информационных процессов с целью повышения эффективности деятельности компании.

# ПРИНЦИП ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЯХ НА ОСНОВЕ ТОКОВОГО ДЕТЕКТОРА

УДК 53.087

Шмарловский Алексей Владимирович, Международный Государственный Экологический Институт им. А. Д. Сахарова БГУ

Токовый детектор (датчик тока) представляет собой устройство, используемое для измерения и контроля постоянного, переменного и импульсного тока [1].

Электроизмерительные клещи, предназначенные для измерения электрических величин – тока, напряжения, мощности, фазового угла и др. – без разрыва токовой цепи и без нарушения ее функционирования, чаще всего работают на принципах действия токового трансформатора и датчика на основе эффекта Холла. Простейшие токоизмерительные клещи переменного тока работают на принципе одновиткового трансформатора тока, первичной обмоткой которого является шина или провод с измеряемым током, а вторичная многовитковая обмотка, к которой подключен амперметр, намотана на разъемный магнитопровод. Переменный ток, проходя по токоведущей части, охваченной магнитопроводом, создает в магнитопроводе переменный магнитный поток, индуцирующий электродвижущую силу (ЭДС) во вторичной обмотке

клевшей. В замкнутой вторичной обмотке ЭДС создает ток, который измеряется амперметром, закрепленным на клещах [2].

Если рассматривать сконцентрированный пучок электронов, перемещающийся в воздухе, как токоведущий проводник в токовых клещах, то токовый детектор на основе токового трансформатора или датчика на основе эффекта Холла будет обусловленный пролетающим пучком регистрировать электрический сигнал в катушке вторичной обмотки. Два последовательных детектора, установленных соосно, позволяют регистрировать сигналы, отстоящие друг от друга по времени, что позволит при известном расстоянии между детекторами рассчитать скорость электронов в пучке. Это можно рассматривать как детектор энергии электронов, формирующих пучок.

Исходной схемой для создания токового детектора была выбрана схема с токовым детектором на основе токового трансформатора. Однако в отличие от токовых

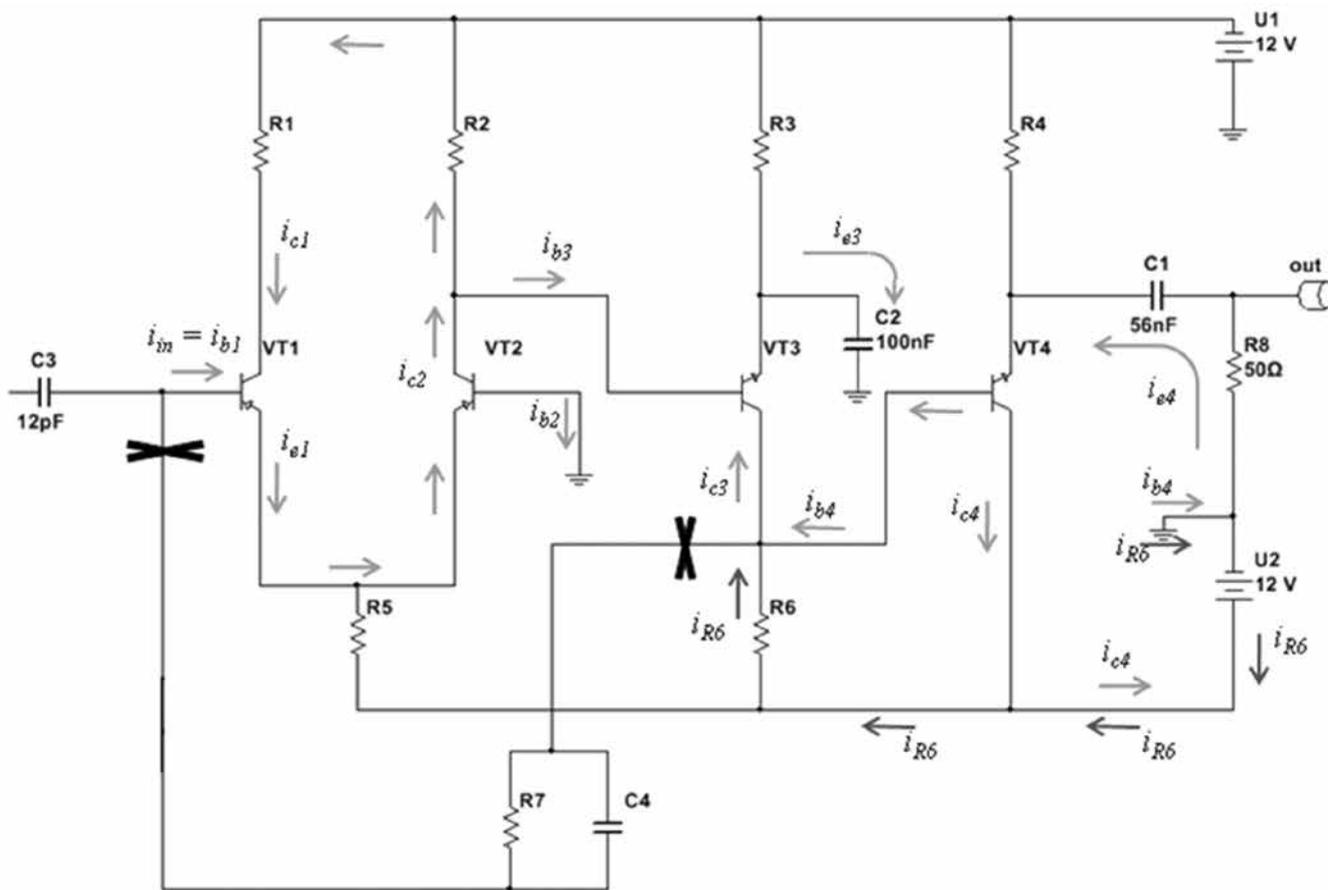


Рисунок 1 – Принципиальная схема дифференциального усилителя для токового детектора

клетей, которые могут работать без усилителя сигнала, в данном случае он необходим из-за колоссальной скорости заряженных частиц, вылетающих из линейного ускорителя.

Так как скорость электронов, вылетающих из ускорителя, близка к скорости света, то время их пролёта через катушку очень мало, из-за этого время действия электромагнитной волны от электрона на катушку трансформатора тоже мало, из-за чего в катушке создаётся ЭДС крайне малой величины, и регистрируемый сигнал требует значительного усиления. Также требуется увеличение размера катушки и расстояния между детекторами.

Для усиления сигналов от катушек был выбран дифференциальный усилитель сигналов, схема которого приведена на рисунке 1 [3, 4].

Для увеличения времени взаимодействия электромагнитного поля электрона с обмоткой катушки при пролёте через детектор было решено увеличить длину катушки. Каркас катушки был собран из оргстекла и на него намотан медный лакированный провод по аналогии с трансформатором, но менее плотной намоткой. Плотность намотки определялась экспериментально следующим образом: она увеличивалась постепенно, контролировалась способность схемы к регистрации сигнала. Установлено, что при 10 витках проволоки сигнал регистрируется достаточно устойчиво. Такой подход позволяет обеспечить экономию материалов.

Для тестирования токового детектора было изготовлено два дифференциальных усилителя и две катушки. Один из выходных проводов катушки был зачищен и залужен, после чего припаян ко входному контакту на дифференциальный усилитель. Второй провод, идущий от катушки, после зачистки и лужения припаян к контакту, идущему в схеме на заземление. В качестве имитации пучка электронов, летящего от ускорителя, был использован пропущенный через центр катушек медный провод, присоединённый к генератору сигналов, настроенный на синусоидальные сигналы. Генератор настроен на свою максимально возможную частоту – 100 кГц. Катушка K2 была разнесена с катушкой K1 на расстояние 3 метров (рисунок 2), а усилители запитаны напряжением +12 В и -12 В. После подачи сигнала от генератора на осциллографе была получена картина сигналов, выходящих с детекторов, приведенная на рисунке 3. Как видно из рисунка, сигналы не равны

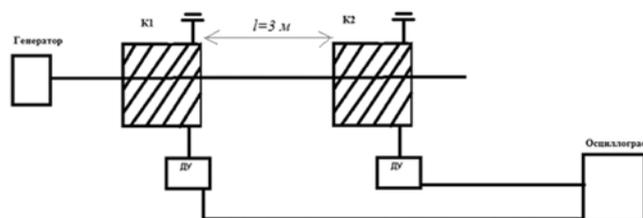


Рисунок 2 – Принципиальная схема токового детектора пролётного типа

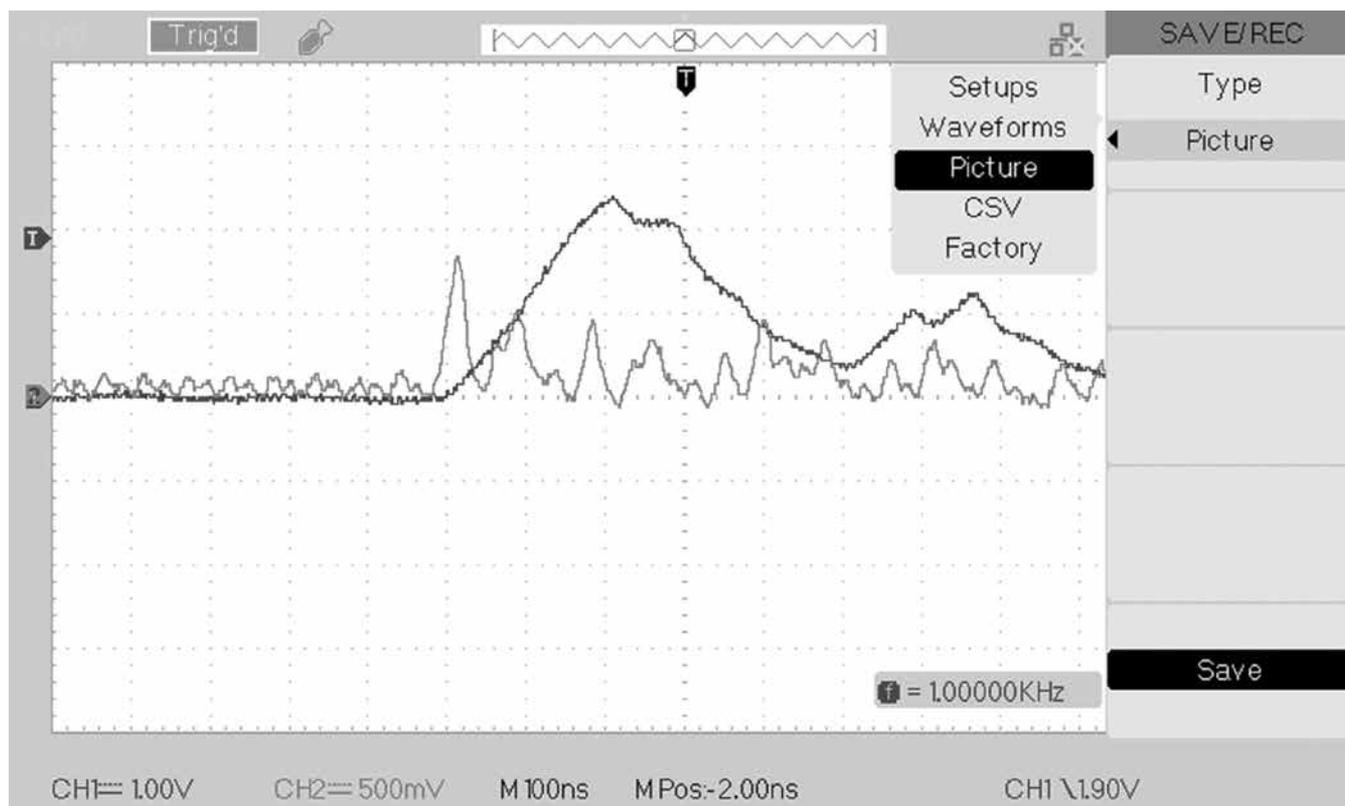


Рисунок 3 – Полученные на экране осциллографа сигналы после усиления

друг другу, и один сильно «зашумлён», но при этом отчётливо видно, что один сигнал отстаёт от другого по времени. Именно это отставание по времени и знание расстояния между двумя катушками позволяет узнать скорость электронов и, следовательно, их энергию.

Зашумлённость одного из сигналов, продемонстрированная на рисунке 3 (красная линия), обусловлена тем, что одна из схем была макетной, и на ней тестировались резисторы с разными номиналами сопротивления для подбора максимального значения коэффициента усиления схемы. Один из дифференциальных усилителей был выполнен с использованием фильтра низких частот вместо стабилизаторов напряжения, поэтому он стал источником повышенного уровня шума, кроме того на соединениях в большом количестве использовались неэкранированные проводники. С обратной стороны платы они создавали своего рода «лес» из проводов, которые на таких частотах работают как антенны и улавливают сигналы от электрических приборов, которых в лаборатории большое количество. Это создает дополнительные помехи в регистрируемых на экране осциллографа сигналах.

При проведении исследований дифференциальные усилители выполнялись максимально близкими по своим характеристикам для уменьшения величины ошибок при измерениях и расчётах.

Данная технология направлена на упрощение математических расчетов при дозиметрических поверках, а так же как дополнительный контроль качества устано-

вок для дистанционной лучевой терапии, в которых используются заряженные частицы.

В качестве направления дальнейших исследований определены следующие шаги: провести эксперименты по определению оптимального соотношения сигнал/шум в зависимости от числа витков катушки токового детектора в разрабатываемом устройстве, обеспечить экранирование схемы операционного усилителя от воздействия ионизирующего излучения и наводимых шумов, протестировать разработанное устройство на линейном ускорителе Trilogy Varian Medical Systems.

#### Список литературы:

1. Измерительное и испытательное оборудование для лабораторий, производства, телекоммуникаций [Электронный ресурс] / Датчик тока. – Режим доступа: <https://ate-m.by> – Дата доступа 28.10.2020
2. Электросам.Ру [Электронный ресурс] / токоизмерительные клещи. Устройство и виды. Как выбрать. – Режим доступа: <https://electrosam.ru> – Дата доступа: 28.10.2020.
3. Садов, В.С. Интегральная электроника // конспект лекций /В. С. Садов. – Минск: БГУ, 2007. – 130с. ISBN 978-985-485-720-6.
4. electronics blog [Электронный ресурс] / Дифференциальные усилители – Режим доступа: <https://www.electronicblog.ru/usilitelnaya-sxemotexnika/differencialnye-usiliteli.html> – Дата доступа: 28.10.2020.

*Поступила в редакцию 21.04.2021*

## ОДИН ОБОРОТ ВЕТРЯНОЙ ТУРБИНЫ ОБЕСПЕЧИТ ДОМ ЭНЕРГИЕЙ НА ДВА ДНЯ!



Компания General Electric стоит за самой большой в мире морской ветряной турбиной Haliade-X. Установленный недалеко от Роттердама (Нидерланды), этот прототип мощностью 12 МВт получил обновление. Ветряная турбина высотой 248 метров теперь имеет мощность 13 МВт, или на 8% больше. По данным General Electric, турбина побила собственный рекорд по производству электроэнергии – 312 МВт/ч за один день по сравнению с 288 МВт/ч ранее.

По заявлению General Electric, Haliade-X в его версии мощностью 13 МВт позволит производить большое

количество энергии с помощью меньшего количества ветряных турбин. Компания планирует установить в Великобритании – в рамках проекта Dogger Bank – с 2023 года не менее 190 единиц ветряных турбин, производство которых начнется в 2021 году на заводах General Electric в Сен-Назере (Франция). С общей мощностью 1,2 ГВт это будет крупнейшая морская ветряная электростанция в мире. Это обеспечит электроэнергией до 6 миллионов домов, т.е. 5% от общего спроса страны.

**new-science.ru**

# АГОРИТМ ВЫБОРА СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ

Ю Хуачжан, магистрант БГУ

## Введение

В настоящее время существует большое количество различных видов связи. Среди них интернет, который с каждым днем все больше и больше распространяется по всему миру. Возникает необходимость повысить уровень обеспечения информационной безопасности. Решением этой проблемы занимаются по разным направлениям. Важнейшие из них – криптография и стеганография. Криптография занимается шифрования содержания секретных сообщений. Основной же задачей стеганографии является скрытие самого факта передачи информации. Методы стеганографии позволяют встраивать секретные сообщения в безобидные послания (контейнеры), например в изображения, аудио файлы. Наиболее распространенными контейнерами для встраивания считаются файлы-изображения формата BMP, JPEG, PNG.

Встраивание секретных сообщений в контейнер приводит к его искажениям или зашумлению.

Целью данной работы является создание алгоритма выбора изображений-контейнеров, наиболее подходящих для встраивания в них секретной информации по методу LSB (метод замены младших значащих бит), обеспечивая, при этом, требуемые стеганографическую емкость и незаметность встраивания.

## Экспериментальные исследования неоднородности изображений

В работе проведены исследования неоднородностей пикселей изображений формата BMP во величине

их цветовых компонент относительно максимального значения. Для каждой цветовой компоненты изображений построены гистограммы распределений их значений в диапазонах: 0% – 10%; 10% – 20%; 20% – 30%; 30% – 40%; 40% – 100%. Гистограммы для некоторых наиболее характерных изображений представлены на рисунок 1-4.

Из анализа данных по всем изображениям можно сделать следующий вывод:

- в диапазоне (0–10)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (67–97)% пикселей;

- в диапазоне (10–20)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (2–14)% пикселей;

- в диапазоне (20–30)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (0,2–8,7)% пикселей;

- в диапазоне (30–40)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (0,16–5,3)% пикселей;

- в диапазоне (40–100)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (0,1–16)% пикселей;

Таким образом, можно установить взаимосвязь между визуальным восприятием контейнера-изображения и объективными характеристиками его неоднородности. Изображения имеющие высокую однородность пикселей характеризуются наличием большого количества монотонных областей.

| image_0246 | R        | G        | B        |
|------------|----------|----------|----------|
| 0-10%      | 83.12237 | 82.99378 | 83.13583 |
| 10%-20%    | 8.616661 | 8.60091  | 8.723958 |
| 20%-30%    | 3.706833 | 3.797998 | 3.716188 |
| 30%-40%    | 1.677816 | 1.737384 | 1.697959 |
| 40%-100%   | 2.873079 | 2.866397 | 2.722061 |

| image_0471 | R        | G        | B        |
|------------|----------|----------|----------|
| 0-10%      | 87.80025 | 87.96532 | 88.21491 |
| 10%-20%    | 7.787201 | 7.817908 | 7.744446 |
| 20%-30%    | 2.870689 | 2.798821 | 2.70881  |
| 30%-40%    | 1.057815 | 0.987916 | 0.933487 |
| 40%-100%   | 0.484043 | 0.430036 | 0.398345 |

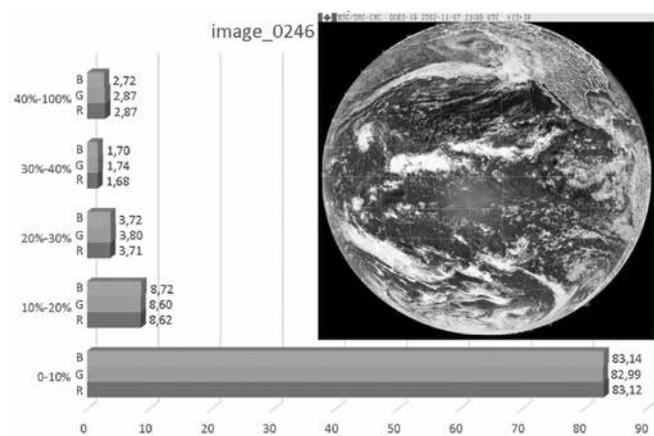


Рисунок 1 – Гистограмма image\_0246

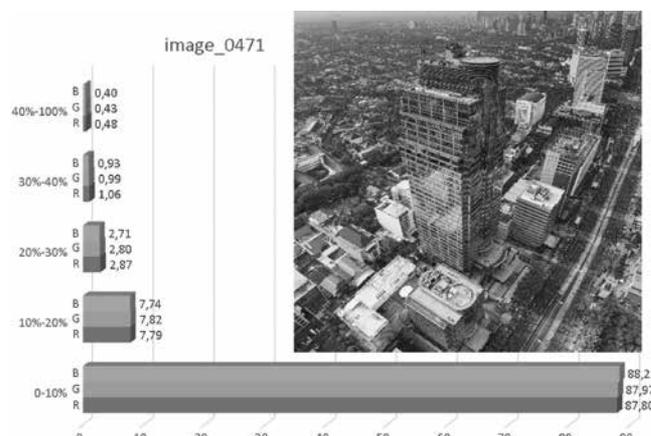


Рисунок 2 – Гистограмма image\_0471

| image_0468 | R        | G        | B        |
|------------|----------|----------|----------|
| 0-10%      | 68.32892 | 67.37158 | 68.45176 |
| 10%-20%    | 12.99509 | 12.47414 | 13.37618 |
| 20%-30%    | 8.51719  | 8.643089 | 8.672181 |
| 30%-40%    | 4.872264 | 5.281774 | 4.76406  |
| 40%-100%   | 5.286538 | 6.229414 | 4.735818 |

| image_0475 | R        | G        | B        |
|------------|----------|----------|----------|
| 0-10%      | 97.93199 | 97.84926 | 97.76348 |
| 10%-20%    | 0.379902 | 0.431985 | 0.431985 |
| 20%-30%    | 0.220588 | 0.261949 | 0.238971 |
| 30%-40%    | 0.252757 | 0.352328 | 0.274203 |
| 40%-100%   | 1.214767 | 1.104473 | 1.29136  |

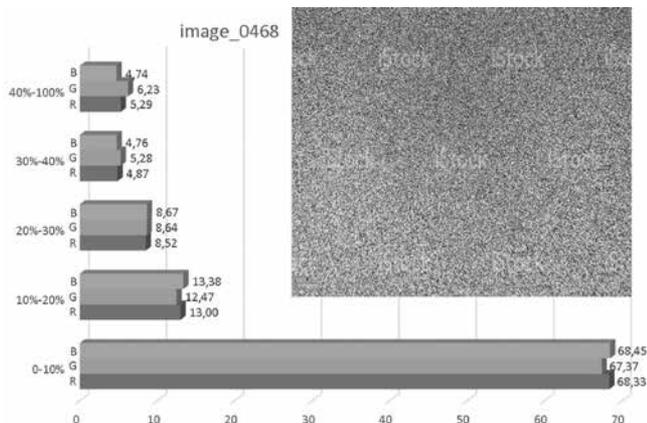


Рисунок 3 – Гистограмма image\_0468

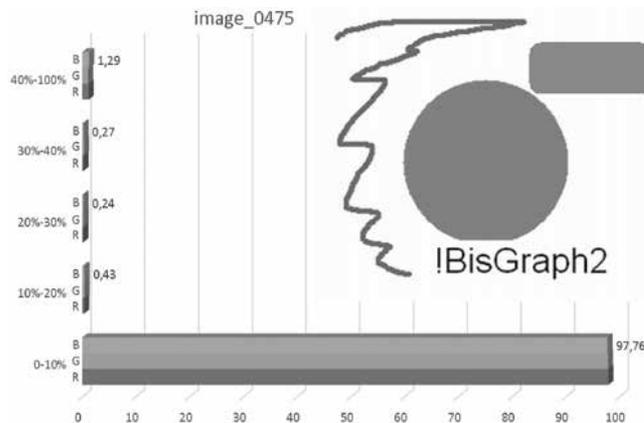


Рисунок 4 – Гистограмма image\_0475

### Встраивание сообщений в контейнеры-изображения

Исследование процесса стеганографического встраивания сообщений будем проводить методом LSB с использованием выше приведенных контейнеров. В качестве сообщения используется так же изображение размером 567 КБ. Встраивание сообщений будем проводить последовательно в битовые плоскости контейнера с 1 по 6, изменяя, при этом, плотность встраивания по битовой плоскости.

Принцип встраивания сообщения в контейнер показан на рисунок 5, 6.

Как видно из рисунка 5 для встраивания одного байта сообщения требуется 8 байт контейнера. При встраивании одного сообщения в две битовые плоскости (рисунок 6) требуется уже только 4 байта сообщения. Синяя и зеленая компоненты сообщения аналогичным образом встраиваются соответственно в синюю и зеленую компоненты контейнера.

Проиллюстрируем вышесказанное на примере. В качестве сообщения возьмем изображение размером 567 КБ (рисунок 7). В качестве контейнера используем изображение image\_0246 размером 3,0 МБ.

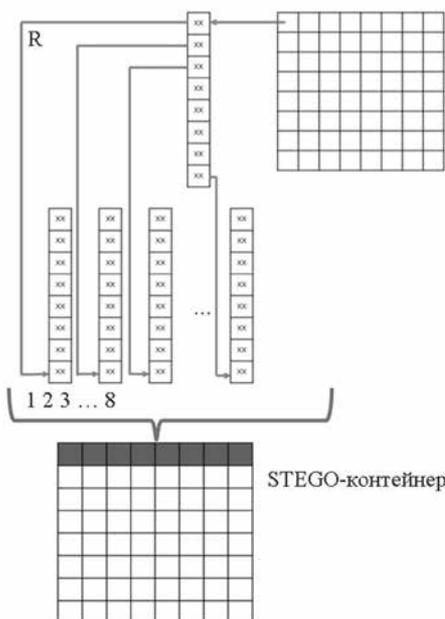


Рисунок 5 – Встраивание байта красной компоненты RGB сообщения в младшую битовую плоскость красной компоненты RGB контейнера

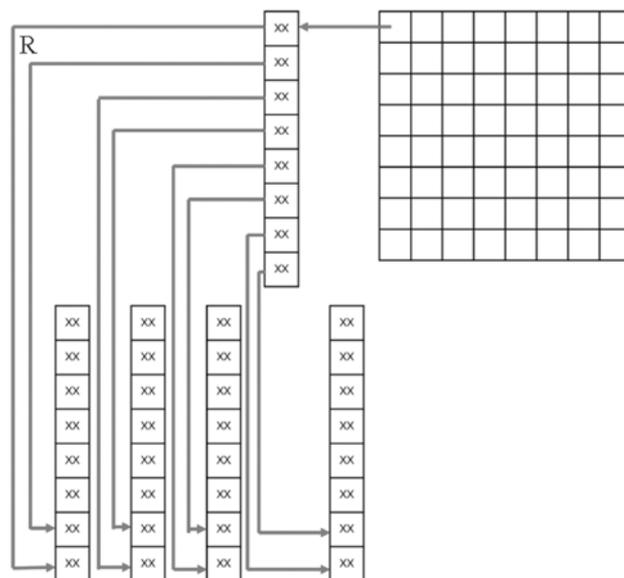


Рисунок 6 – Встраивание байта красной компоненты RGB сообщения в две младшие битовые плоскости красной компоненты RGB контейнера



Рисунок 7 – Изображение, используемое в качестве сообщения

В результате стеганографического встраивания глубиной в 1 бит (модифицирована младшая битовая плоскость) заполненный контейнер будет иметь следующий вид (рисунок 8):

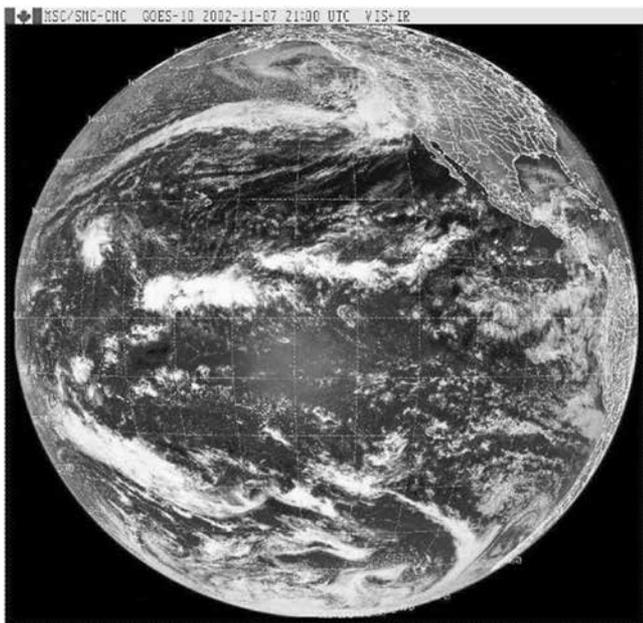


Рисунок 8 – Заполненный контейнер (stego)

Поскольку размер изображения данных составляет 567 КБ, в контейнере потребуется как минимум 4536 КБ места для встраивания. Но image\_0246, как контейнер, имеет, в этом, случае емкость встраивания всего 3000 КБ, что приводит к неполному встраиванию сообщения в контейнер. При этом, извлеченное сообщение будет иметь следующий вид (рисунок 9):

Встроим это же сообщение в две битовые плоскости. Поскольку размер изображения данных составляет 567 КБ, в контейнере потребуется не менее 2268 КБ (пикселей) места. В этом случае сообщение встраивается полностью. Извлеченное сообщение будет иметь вид, как показано на рисунок 10.



Рисунок 9 – Извлеченное сообщение



Рисунок 10 – Полностью извлеченное сообщение

Если размер изображения данных не позволяет заполнить весь контейнер, результирующее изображение STEGO станет таким, как показано ниже (рисунок 11):

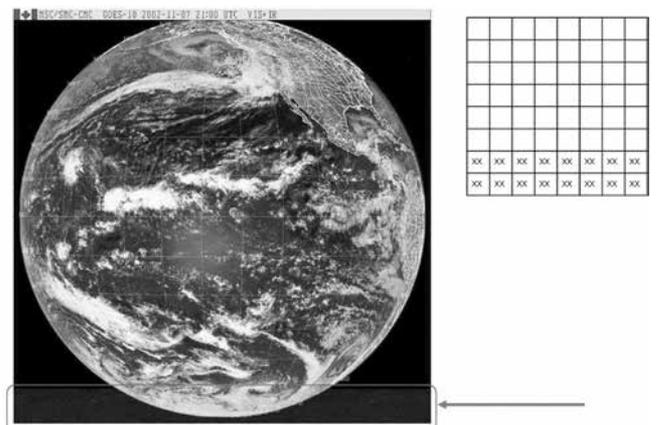


Рисунок 11 – Заполненный контейнер с полностью модифицированными 2 битовыми плоскостями

Как видно в выделенной красным части контейнера заметны его искажения. Если же сообщение распределить по контейнеру, например, по методу пропорциональных интервалов, стеганографические модификации уже не видны (рисунок 12).



|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| xx |    | xx |    | xx |
|    | xx |    | xx |    |
| xx |    | xx |    | xx |
|    | xx |    | xx |    |
| xx |    | xx |    | xx |
|    | xx |    | xx |    |
| xx |    | xx |    | xx |
|    | xx |    | xx |    |

Рисунок 12 – Заполненный контейнер с распределенными по всему изображению битами сообщения

**Влияние степени заполнения контейнера-изображения сообщением на визуальное восприятие контейнера STEGO**

Используем в качестве контейнера image\_0471, а в качестве сообщения image\_0469.bmp. (рисунок 13), размер которого составляет 16,00 МБ. Поскольку размер контейнера image\_0471 меньше размера сообщения плотность заполнения битовых плоскостей контейнера составит 100%.



Рисунок 13 – Изображение-сообщение (image\_0469)

Встраивание производилось последовательно по битовым плоскостям от 1 до 6.

Когда контейнер заполнен на 100%, мы обнаружим, что все изображение STEGO выглядит естественными, когда глубина встраивания составляет до 3-х битовых плоскостей. В области чистого цвета нет явного шума, и изображение в области градации в верхнем левом углу также выглядит естественным. Нет никакой разницы от исходного контейнера в сложной области, содержащей границы (рисунок 14).



Рисунок 14 – Контейнер с глубиной заполнения 3 по битовым плоскостям (image\_0471\_100\_3)



Рисунок 15 – Контейнер с глубиной заполнения 4 по битовым плоскостям (image\_471\_100\_4)

Но когда глубина встраивания составляет 4 бита и более в однородных областях чистого цвета появляется явный шум (рисунок 15, показано стрелками). В неоднородных сложных областях изображения, таких как дома, на улицах и других областях, не существует очевидной разницы по сравнению с исходным изображением контейнера. Экспериментально установлено, что максимальная глубина стеганографической модификации битовых плоскостей контейнера для большинства типов контейнеров не должна превышать 3 при их 100% заполняемости.

**ЗАГ Оценка качества заполненных стеганоконтейнеров по величине PSNR**

PSNR – это сокращение от «Пиковое отношение сигнала к шуму», то есть отношение пикового сигнала к шуму. Это объективный стандарт для оценки искажений изображений. Единица измерения PSNR – дБ. Чем больше значение PSNR, тем меньше искажение.

Во многих случаях различия между двумя изображениями определяется среднеквадратической ошибкой (MSE). Если имеются два монохромных изображения I, K, размером m × n, где: I – исходное изображение без шума, K – шумовая аппроксимация I (например: I – несжатое исходное изображение, K – сжатое изображение I изображения), то их средний квадрат ошибка определяется как:

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i, j) - K(i, j)]^2$$

Пиковое отношение сигнал / шум определяется как:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{MAX_I^2}{MSE} \right) = 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right)$$

MAX<sub>I</sub> – это максимальное значение, представляющее цвет точки изображения. Если каждая точка изображения представлена B-битной разрядностью, тогда MAX<sub>I</sub> будет 2<sup>B</sup> - 1.

При различном уровне мультиплексирования (модификации) mx разность [I(i,j) – K(i,j)] будет стремиться к постоянным константам, а именно:

$$\begin{aligned} [I(i, j) - K(i, j)]max &\xrightarrow{mx=1} 1 \\ [I(i, j) - K(i, j)]max &\xrightarrow{mx=2} 2 \\ [I(i, j) - K(i, j)]max &\xrightarrow{mx=3} 7 \\ [I(i, j) - K(i, j)]max &\xrightarrow{mx=4} 15 \end{aligned}$$

Тогда, для изображения с линейными размерами 256\*256 минимально допустимое значение PSNR составит

$$PSNR \begin{cases} 48,13 \text{ при } mx = 1 \\ 36,08 \text{ при } mx = 2 \\ 31,22 \text{ при } mx = 3 \\ 24,60 \text{ при } mx = 4 \end{cases} min.$$

Типичное пиковое отношение сигнал / шум при сжатии изображения и видео составляет от 30 до 50 дБ и чем оно выше, тем лучше:

- PSNR близок к 50 дБ, что означает, что сжатое изображение имеет очень небольшую ошибку.

- PSNR превышает 30 дБ, человеческому глазу сложно определить разницу между сжатым и исходным изображением.

- Если PSNR находится между 20 дБ и 30 дБ, человеческий глаз может уловить разницу в изображениях.

- PSNR находится между 10 дБ и 20 дБ. Человеческий глаз все еще может видеть исходную структуру изображения и интуитивно решает, что это одно и тоже изображение.

- PSNR составляет менее 10 дБ, и людям сложно судить являются ли два изображения одинаковыми и является ли одно изображение результатом сжатия другого изображения.

В таблице 1 и на рисунок 16 приведены конкретные значения PSNR, которые экспериментально получены для различных изображений STEGO с разной битовой глубиной модификации. Визуально установлено, что изображения STEGO с уровнем PSNR ниже 37 дБ зашумлены, т.е. модифицированы.

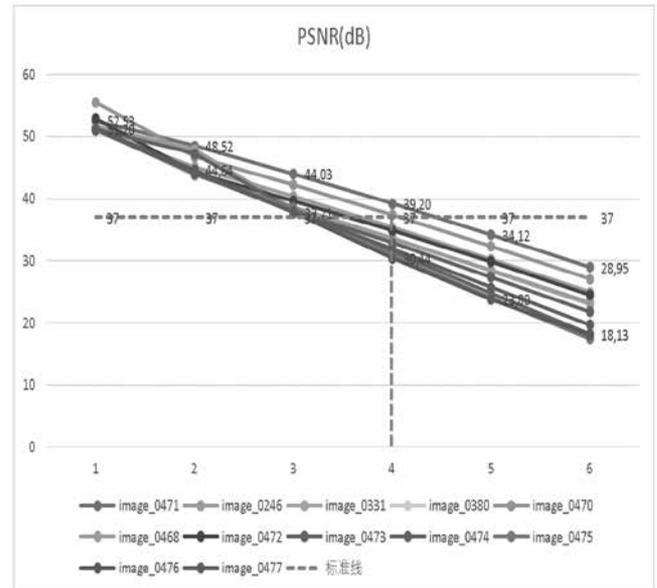


Рисунок 16 – Зависимость PSNR изображений при различных уровнях модификаций битовых плоскостей

В соответствии с диаграммами неоднородностей значений пикселей следует:

- при использовании в качестве контейнеров в которых основной разброс пикселей сосредоточен в диапазоне 10-20% заполненный контейнер (STEGO image) визуально не отличим от пустого;
- для контейнеров, которые имеют более низкую оценку неоднородностей в интервале 10% -20%, наличие стеганографических модификаций уже заметны при использовании для встраивания 4-х битовых плоскостей.

По результатам оценки заполненных контейнеров по величине PSNR следует общий вывод, что когда значение PSNR больше 37 дБ, а величина модификации меньше или равна 4 битовым плоскостям, качество встраивания можно считать удовлетворительным.

Таблица 1 – Пиковое соотношение сигнал/шум различных изображений, подвергнутых стеганографическим модификациям в 1–6 битовых плоскостях

| Глубина модификации | image_0471        | image_0246        | image_0331        | image_0380        | image_0470       | image_0468       |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 1                   | 52.5312171        | 51.1054408        | 51.116007         | 52.8958631        | 55.540813        | 51.649331        |
| 2                   | 48.5195396        | 45.0851681        | 43.8761849        | 44.181648         | 46.786202        | 47.948609        |
| 3                   | 44.0252573        | 40.3664765        | 38.694573         | 39.6891676        | 42.289651        | 38.405311        |
| 4                   | 39.1977916        | <b>35.3888042</b> | <b>33.7094844</b> | <b>34.8648215</b> | 37.443261        | <b>33.57984</b>  |
| 5                   | <b>34.1238861</b> | <b>30.2544733</b> | <b>28.3729743</b> | <b>29.828533</b>  | <b>32.358418</b> | <b>28.512486</b> |
| 6                   | <b>28.9472382</b> | <b>24.9918746</b> | <b>22.9868306</b> | <b>24.5176943</b> | <b>27.093357</b> | <b>23.326824</b> |
|                     | image_0472        | image_0473        | image_0474        | image_0475        | image_0476       | image_0477       |
| 1                   | 52.9005309        | 51.1352847        | 51.1433131        | 51.0814759        | 51.202726        | 51.135982        |
| 2                   | 44.1793939        | 47.2625949        | 44.2320943        | 44.2636145        | 44.640004        | 44.094801        |
| 3                   | 39.6740242        | 38.0031201        | 38.1930985        | 38.5464668        | 37.709042        | 37.900031        |
| 4                   | <b>34.876604</b>  | <b>32.8922307</b> | <b>31.6114339</b> | <b>30.9671804</b> | <b>30.43915</b>  | <b>31.938711</b> |
| 5                   | <b>29.8966198</b> | <b>27.407737</b>  | <b>24.7779021</b> | <b>24.0230394</b> | <b>23.801763</b> | <b>25.745911</b> |
| 6                   | <b>24.5685586</b> | <b>21.7866065</b> | <b>18.2288235</b> | <b>17.501195</b>  | <b>18.125129</b> | <b>19.708693</b> |

**Заключение**

1. В соответствии с целями и задачами магистерской работы проанализированы представители наиболее характерных типов изображений формата BMP, таких как, природа, городские пейзажи, графика, анимация по неоднородности цветовых компонент их пикселей.

2. Выявлено, что для проанализированных изображений:

- в диапазоне (0–10)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (67 – 97)% пикселей;

- в диапазоне (10–20)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (2 – 14)% пикселей;

- в диапазоне (20–30)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (0,2 – 8,7)% пикселей;

- в диапазоне (30–40)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (0,16 – 5,3)% пикселей;

- в диапазоне (40–100)% отклонения яркостей от максимального для каждого изображения значения сосредоточено (0,1 – 16)% пикселей.

3. Произведено встраивание методом LSB в отобранные изображения (стеганографические контейнеры) тестовое изображение (секретное сообщение) с использованием для модификации до 6 битовых плоскостей контейнера и с плотностью распределения сообщения по битовым плоскостям от 100% до 25%.

4. Выявлено, что для большинства контейнеров процесс стеганографических модификаций визуально не за-

метен при использовании до 3-х младших битовых плоскостей.

5. Для изображений с высокой неоднородностью возможно использовать для встраивания сообщений 4-ю битовую плоскость при снижении плотности ее заполнения.

6. Исследована степень искажения контейнеров по величине PSNR при их стеганографических модификациях. Минимальное значение PSNR при котором сохраняется незаметность встраивания составляет 37 дБ.

**Список литературы:**

1. Грибунин, В.Г. Цифровая стеганография / В.Г. Грибунин, И.Н.Оков, И.В.Турицев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002. – 272с.

2. Конахович, Г.Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. – Киев: МК-Пресс, 2006. – 288с.

3. Электронный ресурс: diff-Differences and approximate derivatives <https://ww2.mathworks.cn/help/matlab/ref/diff.html?lang=en>

4. Электронный ресурс: Метод LSB [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4\\_LSB](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_LSB)

5. Электронный ресурс: Пиковое отношение сигнал / шум Википедия <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B3%B0%E5%80%BC%E4%BF%A1%E5%99%AA%E6%AF%94>

*Поступила в редакцию 27.04.2021.*

# МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

УДК 677.494.674

<sup>1</sup>Анисович А.Г., <sup>1</sup>Маркевич М.И., <sup>2</sup>Журавлева В.И., <sup>1</sup>Щербакова Е.Н., <sup>3</sup>Шаповалов С.В.  
<sup>1</sup>ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»  
<sup>2</sup> Военная академия Республики Беларусь <sup>3</sup> СООО «Белвест»

## Аннотация

Методами оптической и сканирующей электронной микроскопии исследована морфология поверхности образца и проведен элементный анализ натуральной кожи при воздействии лазерного излучения. Лазерная обработка производилась на промышленном комплексе Flexsi 600 (на базе CO<sub>2</sub> лазерного источника Rofin Synar (Германия), который предназначен для высокоскоростной резки, маркировки и гравировки различных материалов, мощность  $P = 135$  Вт, скорость сканирования  $V = 600$  мм/с, частоты  $\nu = 5,0; 3,5; 2,5, 1,5, 1$  кГц). Обработка лазером производилась со стороны лицевой поверхности обувной заготовки. Исследован процесс перфорации кожи. Показано, что после перфорации с частотой 5 кГц зона воздействия лазера составляет порядка 330 мкм по всему периметру отверстия. При уменьшении частоты лазерного воздействия сплошная зона горения не формируется, размер зоны влияния сужается. Из анализа результатов следует, что наиболее благоприятные режимы перфорации лежат в области 2,5–3 кГц. При частоте воздействия 1–1,5 кГц перфорации кожи не происходит.

## Введение

Для производства обуви используются как натуральная кожа, так и различные синтетические материалы. Многие производители качественной обуви по-прежнему выбирают натуральную кожу. Это обусловлено, прежде всего, ее высокой прочностью, износостойкостью, безопасностью. Благодаря наличию микропор в натуральной коже она обладает хорошей воздухопроницаемостью, что, в том числе, ценится потребителями. В искусственной коже могут присутствовать химические пропитки и красители, которые могут выступать сильными аллергенами. Поэтому спрос на изделия из натуральной кожи остается высоким. Кожа обладает сложной структурой и является тем материалом, который тяжело поддается механической обработке.

Применение лазерной технологии для раскроя натуральной кожи создает возможности повышения рентабельности предприятия по изготовлению обуви за счет повышения скорости резки, вырезки деталей сложной формы, высокой точности выполнения операций. Кроме того, лазерная резка позволяет выполнение на поверхности кожи мелких декоративных деталей и гравировки.

Основные преимуществами лазерной резки: высокая скорость раскроя, возможность одновременно с раскроем получать много дополнительных декоративных отверстий и создания технологических отверстий, возможность изготовления больших партий идентичных заготовок.

Однако ввиду пористости натуральной кожи существуют и проблемные вопросы, в частности процесс горения при воздействии лазерного луча, а также остатки материала внутри отверстия из-за нечеткой проработки отверстия при данных режимах. Поэтому необходимо оптимизировать режимы лазерной обработки натуральной кожи [1-4].

Цель работы – исследование морфологии поверхности натуральной кожи в процессе лазерного воздействия с целью оптимизации режимов. Процесс вырезания необходимых отверстий производился на промышленном лазерном комплексе Flexsi 600. Данный комплекс создан на базе CO<sub>2</sub> лазерного источника Rofin Synar (Германия) и предназначен для высокоскоростной резки, маркировки и гравировки различных материалов.

## Основная часть

Исследование морфологии поверхности производилось с использованием оптического микроскопа Микро-200. При светлопольном освещении не удается получить изображение требуемой контрастности и цветности, поскольку поверхность натуральной кожи не является полностью плоской. Поэтому для исследования поверхности применялся режим освещения по методу темного поля [5]. Данный способ освещения позволяет получить изображение от неплоскостных участков объекта при сохранении натурального цвета фрагментов изображения.

На рисунке 1 представлена морфология поверхности натуральной кожи при режимах: мощность  $P = 135$  Вт, скорость сканирования  $V = 600$  мм/с, частоты  $\nu = 5,0; 3,5; 2,5, 1,5, 1$  кГц.

Обработка лазером производилась со стороны лицевой поверхности обувной заготовки.

Из рисунка 1 следует, что поверхность образца существенно неоднородна, имеется значительная пористость, в порах содержится кислород, поддерживающий горение материала в процессе лазерной перфорации. При частоте воздействия 1–1,5 кГц перфорации кожи не происходит. На более высоких частотах (2,5–5 кГц) происходит перфорация кожи. После перфорации с частотой 5 кГц зона воздействия лазера составляет порядка 330 мкм (рисунок 1а).

Зона горения располагается в виде ободка шириной порядка 100 мкм по всему периметру отверстия. Применение частоты в 5 кГц не создает ровного края у отверстия (рисунок 1б); перфорированный край имеет значительные неровности от 25 до 50 мкм. При уменьшении частоты лазерного воздействия сплошная зона горения не формируется. При перфорации с частотой

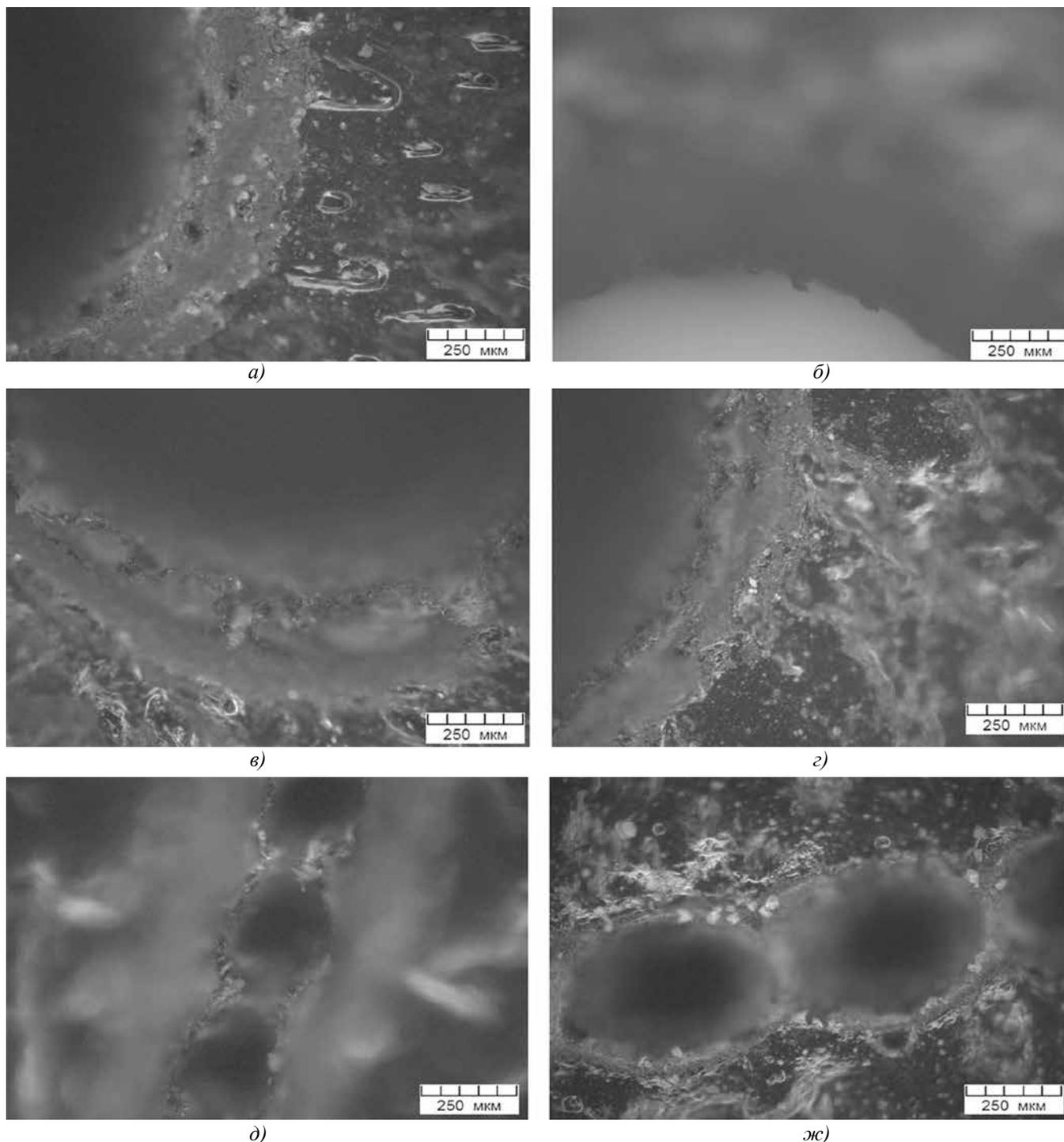


Рисунок 1 – Морфология поверхности фрагмента края отверстия натуральной кожи после лазерной перфорации при различных значениях частот: а) 5 кГц; б) 5 кГц (обратная сторона); в) 3,5 кГц; г) 2,5 кГц; д) 1,5 кГц; ж) 1 кГц

3,5 кГц наблюдаются отдельные фрагменты сгоревшего кожного материала; размер зоны влияния сужается (рисунок 1в).

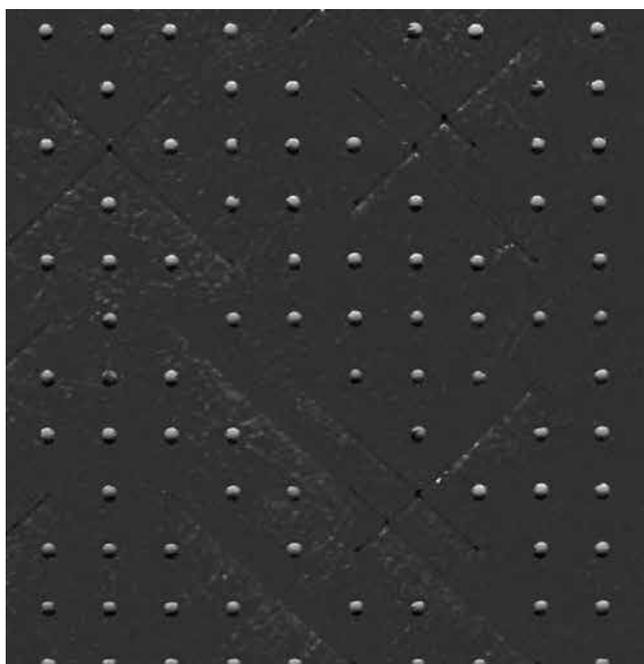
При снижении энергии до 2,5 кГц продукты горения распределены вокруг отверстия; размер зоны влияния составляет 130 мкм (рисунок 1г). Из анализа результатов следует, что наиболее благоприятные режимы перфорации лежат в области 2,5–3 кГц. На рисунке 2 представлена сканированная поверхность натуральной кожи после

обработки в режимах: мощность  $P = 135$  Вт, скорость сканирования  $V = 600$  мм/с, частоты  $\nu = 2,5, 1$  кГц.

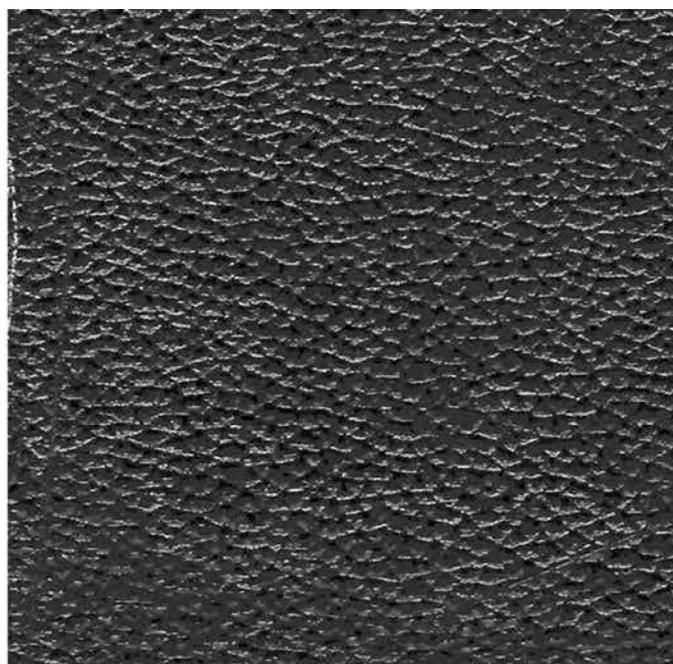
Как следует из рисунка 2 уже при частотах воздействия от 1,5 кГц и ниже не происходит перфорации натуральной кожи.

### Выводы

Проведена лазерная модификация образца поверхности натуральной кожи с лицевой стороны с помощью



а)



б)

Рисунок 2 – Сканированная поверхность натуральной кожи после лазерного воздействия:

а) мощность  $P = 135$  Вт, скорость сканирования  $V = 600$  мм/с, частота  $\nu = 2,5$  кГц,  
 б) мощность  $P = 135$  Вт, скорость сканирования  $V = 600$  мм/с, частота  $\nu = 1,5$  кГц.

промышленного лазерного комплекса Flexsi 600 с вариацией частот воздействия.

Показано, что после перфорации с частотой 5 кГц зона воздействия лазера составляет порядка 330 мкм по всему периметру отверстия. При уменьшении частоты лазерного воздействия сплошная зона горения не формируется, размер зоны влияния сужается. Установлено, что наиболее благоприятные режимы перфорации лежат в области 2,5–3 кГц. При частоте воздействия 1–1,5 кГц перфорации кожи не происходит.

### Литература

1. Kodirov, T.J. Researches of Morphological Structure, Element Composition And Natural Leather Adsorption By Exposure to Laser Radiation/ T.J. Kodirov, M.I. Markevich, A.N. Malyshko, V.I. Zhuravleva, N.A. Sodikov //International Journal of Resent Technology and Engineering. – 2020. – V.8. – I.6. – P.4880-4884.
2. Кодиров, Т.Ж. Особенности лазерного воздействия в процессе антисептической обработки натуральной кожи / Т.Ж. Кодиров, Н.А. Содиков, А.П. Ласковнев, М.И. Маркевич, А.Н. Малышко, В.И. Журавлева // Электроника плюс. – 2020. – №2. – с.47-50
3. Кодиров, Т.Ж. Морфология поверхности и экспресс-диагностика магниторезонансных свойств образца натуральной кожи после лазерного воздействия /Т.Ж. Кодиров, Н.А., А.П. Ласковнев, М.И. Маркевич, А.Н. Малышко, В.И. Журавлева // Электроника плюс. – 2020. – №2. – с.55-58.
4. Адашкевич, С.В. Магниторезонансная диагностика радиопоглощающих композиционных материалов/

С.В. Адашкевич, В.Ф. Стельмах, А.Г. Бакаев, А.И. Гордиенко, М.И. Маркевич, А.М. Чапанов, Е.Н. Щербакова //Полимерные материалы и технологии. – 2015. – Т.1. – №1. – С.71-75.

5. Анисович, А.Г. Искусство металлографии: использование методов оптического контрастирования / А.Г.Анисович // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн.н. 2016,. – № 1. – С.36-42.

### Abstract

*The morphology of the surface of the sample was investigated by the methods of optical and scanning electron microscopy and the elemental analysis of natural leather under the action of laser radiation was carried out. Laser processing was carried out on the industrial complex Flexsi 600 (based on a CO2 laser source Rofin Synar (Germany), which is designed for high-speed cutting, marking and engraving of various materials, power  $P = 135$  W, scanning speed  $V = 600$  mm / s, frequencies  $\nu = 5, 0; 3.5; 2.5, 1.5, 1$  kHz). Laser processing was carried out from the front surface of the shoe blank. The process of skin perforation was investigated. It is shown that after perforation with a frequency of 5 kHz, the laser impact zone is about 330  $\mu$ m along the entire perimeter of the hole. With a decrease in the frequency of laser action, a continuous combustion zone is not formed, the size of the zone of influence narrows. From the analysis of the results it follows that the most favorable perforation modes are in the region of 2.5-3 kHz. At an exposure frequency of 1-1.5 kHz, skin perforation does not occur.*

**Поступила в редакцию 22.02.2021.**

## 6G: ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СЕТЬ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА

Сюцюань Цяо, Якунь Хуан, Цзюньлянь Чэнь – Пекинский университет, Шахрам Дустдар – Венский технический университет

Для систем следующего, шестого поколения предлагается разработать распределенную, децентрализованную интеллектуальную сеть, однако нынешние схемы предоставления приложений основаны на централизованной архитектуре.

На фоне активного развертывания коммерческих сетей 5G мировое научно-инженерное сообщество уже рассматривает идеи реализации систем следующего, шестого поколения. Для 6G предполагается разработать распределенную, децентрализованную интеллектуальную сеть нового поколения. Однако нынешние схемы предоставления приложений основаны на централизованной сервисной архитектуре, а идеи повсеместных периферийных вычислений и децентрализованных технологий на основе искусственного интеллекта пока не получили реального воплощения.

Одновременно с идущим сегодня развертыванием коммерческих сетей 5G мировое научно-инженерное сообщество рассматривает идеи реализации систем мобильной связи следующего, шестого поколения. Для 6G предполагается разработать распределенную, децентрализованную интеллектуальную сеть нового поколения. Но существующие схемы предоставления приложений основаны на централизованной сервисной архитектуре, а идеи повсеместных периферийных вычислений и децентрализованных технологий на основе искусственного интеллекта еще не получили реального воплощения.

Сети 5G обеспечили значительное ускорение работы приложений, но на их основе сложно реализовать интеллектуальные среды связи, отвечающие более высоким требованиям к скорости передачи информации, универсальности покрытия, безопасности и возможностям искусственного интеллекта [1]. В ряде стран были начаты проекты по изучению требований к будущим сетям 6G и соответствующих ключевых технологий. Но предложенные идеи в основном касаются усовершенствований в сфере беспроводной связи, мобильных периферийных вычислений (mobile edge computing, MEC) и искусственного интеллекта [2], а механизмы предоставления сетевых сервисов подробно не рассматриваются. Соответственно, существует потребность в разработке инновационной схемы предоставления сервисов для будущих сетей 6G.

Планируется, что сеть следующего поколения должна характеризоваться очень высокой скоростью передачи данных, крайне малой задержкой и универсальностью покрытия – связь должна быть доступна на земле, в воздухе, в воде и в космосе. При этом сеть должна иметь встроенные средства искусствен-

ного интеллекта и информационной безопасности. Для поддержки различных применений «Интернета всего» (Internet of Everything, IoE) такая сеть должна предоставлять функции не только связи, но и вычислений, управления, кэширования, измерения, позиционирования и обработки изображений. Если сети 5G построены на взаимодействиях между людьми, машинами и вещами, то в 6G появятся еще один элемент, которому исследователи дали название Genie [3] («джинн», искусственный интеллект, способный самостоятельно принимать решения). При этом сеть 6G будет представлять собой интеллектуальную экосистему с высокой степенью автономии, которая позволит реализовать ряд новых технологий, таких как голографическая связь, интерфейс «мозг – машина», высокопрецизионное производство и смешанная реальность с воздействием на органы зрения, слуха, вкуса и обоняния. Снижение цен на аппаратное обеспечение приведет к росту разнообразия гаджетов со встроенными функциями искусственного интеллекта – смартфонов, очков виртуальной и дополненной реальности, смарт-часов, головных гарнитур, телевизоров, колонок и бортовых автомобильных систем. Эти устройства будут динамически и автономно взаимодействовать друг с другом, предоставляя новые возможности пользователям с учетом их поведения. В сетях 6G узлы будут взаимодействовать в автономном режиме, пользовательские данные будут храниться децентрализованно, а сервисы смогут предоставляться по требованию. Для такой сети, управляемой искусственным интеллектом, нужен новый децентрализованный механизм доставки сервисов.

Благодаря MEC вычисления выполняются ближе к пользователю, а модель «устройство – устройство» (device-to-device, D2D) позволяет соседним мобильным устройствам связываться друг с другом напрямую. Однако в целом сеть 5G имеет централизованную архитектуру предоставления сервисов, которой отвечают в том числе принципы хранения данных и доступа к ним, а также сетевые сервисы и протоколы прикладного уровня. По сравнению с 4G, в этом отношении существенных изменений нет. Соответственно, нужен совершенно новый механизм предоставления сервисов, учитывающий децентрализованность среды 6G.

Наметим далее принципы децентрализации сети будущего и ее новые характеристики, обсудим проблемы, присущие нынешним централизованным системам, предложим архитектуру децентрализованного механизма предоставления сервиса, рассмотрим соответствующие исследовательские задачи.

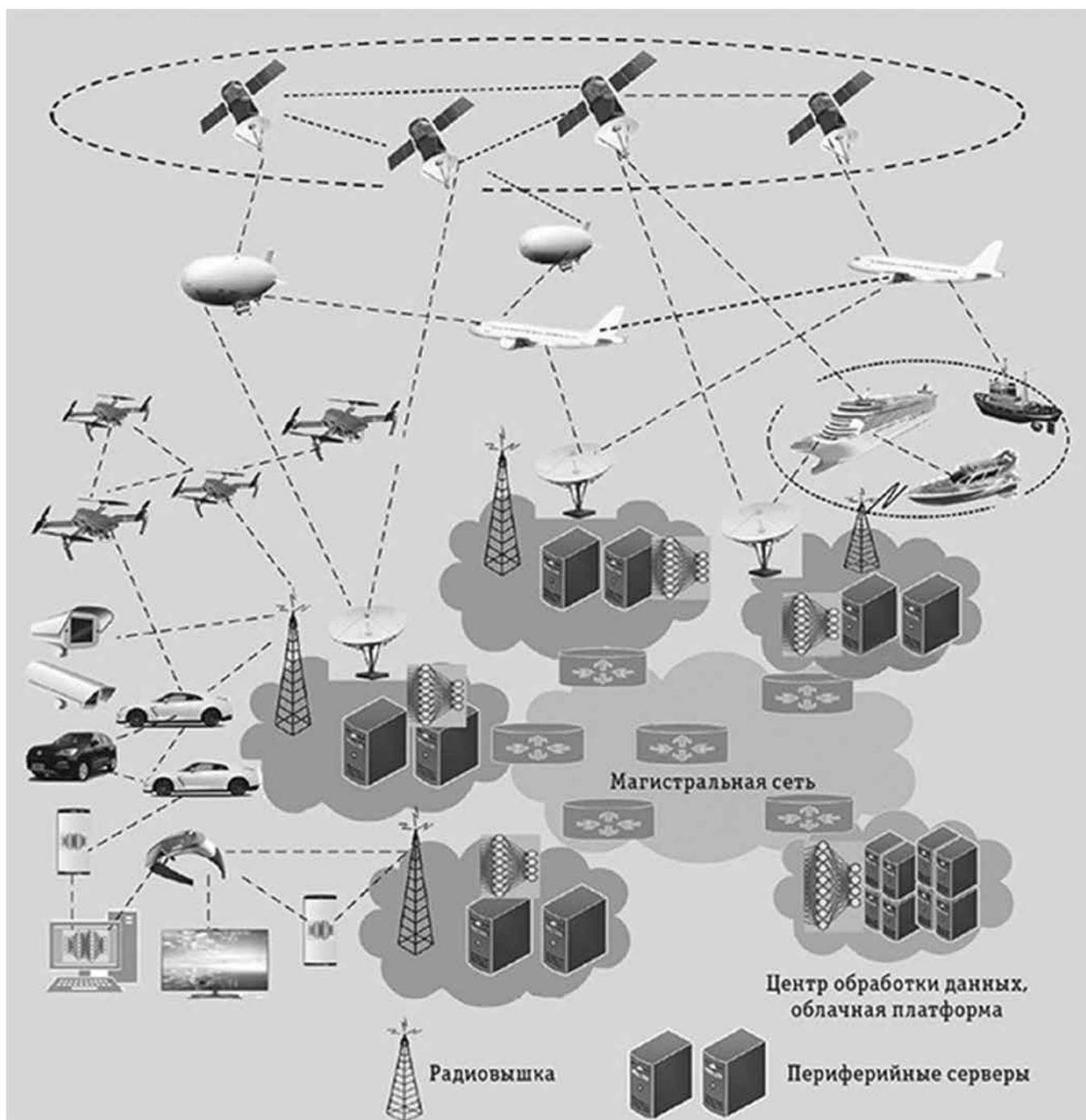


Рисунок 1 – Концепция 6G: интегрированная, повсеместная, интеллектуальная, децентрализованная сеть

### Концепция и характеристики 6G

Общемирового консенсуса по поводу 6G еще нет, но ряд возможных особенностей обсуждается весьма широко. Рассмотрим далее общую концепцию 6G (рисунок 1).

1) *Сетевое покрытие.* Существующие на сегодня сети и терминалы, основанные на специализированных стандартах, не удовлетворяют потребность в постоянной и повсеместной доступности мобильной связи. В отличие от сетей 1–5-го поколений, 6G обеспечит беспрецедентное покрытие не только на земле, но и в

воздухе, море и космосе. В эпоху 6G интегрированная сеть мобильной связи будет доступна повсеместно. Все объекты, как реальные, так и цифровые, смогут соединяться с любыми другими, что позволит создать новую распределенную экосистему IoE.

2) *Конвергенция возможностей.* По мере увеличения возможностей терминалов, роста внедрения инфраструктуры МЕС и расширения применения IoE, связь станет далеко не единственной функцией сети 6G: она должна будет обеспечить конвергенцию связи, вычислений, управления, хранения и измерения.

Соответственно, терминалы и узлы сети станут интеллектуальными автономными системами обработки информации, которые будут и создавать, и потреблять данные.

3) *Пространство взаимодействия.* Стек технологий 5G (eMBB, mMTC, uRLLC) обеспечивает возможность взаимодействий «человек – машина – вещь», охватывающих киберпространство, физическое пространство и общество. С появлением 6G области взаимодействия станут еще глубже и шире. С развитием беспроводных интерфейсов «мозг – компьютер» появятся новые технологии, основанные на связи и управлении «силой мысли». В частности, такие интерфейсы можно будет применять для взаимодействия с окружающими смарт-устройствами – очками дополненной реальности, телевизорами, колонками. В 6G к нынешней схеме взаимодействия «человек – машина – вещь» присоединится еще один элемент – «сознание». Наступит эпоха дополненной реальности, в которой физический и виртуальный миры будут сливаться друг с другом: физические и цифровые объекты смогут сосуществовать и взаимодействовать друг с другом в режиме реального времени.

4) *Искусственный интеллект.* На начальном этапе проектирования сетей 5G технологии искусственного интеллекта были еще недостаточно зрелыми, чтобы их можно было применять в основе систем нового стандарта. Но по мере развития технологий больших данных, облаков, нейронных сетей и специализированных чипов средства искусственного интеллекта начали точно применять в сетях 5G – в системах управления, смартфонах, различных приложениях. Искусственный интеллект считается одной из базовых технологий 6G, соответствующие средства будут встроены в сеть на всех уровнях, от прикладного до физического. В эпоху 6G конечные устройства с различными интеллектуальными возможностями будут постоянно взаимодействовать с периферийными и облачными ресурсами. По мере развития средств искусственного интеллекта и уменьшения стоимости соответствующего аппаратного обеспечения количество умных конечных устройств, применяемых в повседневной жизни, будет возрастать. Еще одним элементом 6G станут децентрализованные взаимодействующие друг с другом «умные» сервисы, предоставляемые конечными устройствами и сетевыми узлами.

5) *Сетевая архитектура.* По мере смены поколений технологий мобильной связи постепенно произошел переход от закрытой выделенной сети к конвергентной открытой сети, основанной на обычных ИТ. Сетевая архитектура становится все более однородной, а специализированные устройства, которые изначально применялись для реализации каждой сетевой функции, заменяются на стандартное оборудование и программные платформы. В особенности это относится к 5G, где широко применяются технологии программно-конфигурируемых сетей, виртуализа-

ции сетевых функций и сегментирования. Используя возможности последней, операторы, применяя специальное ПО на стандартных серверах, коммутаторах и системах хранения данных, могут создавать виртуальные сети, отвечающие требованиям различных приложений – например, таких, которым нужны большая пропускная способность, малая задержка или огромное количество соединений. Параллельно внедрение MEC и D2D способствует миграции вычислений и сервисов из облака на периферию сети. По мере совершенствования интеллектуального пользовательского и сетевого оборудования периферийные и «туманные» (fog) вычисления станут играть не менее важную роль, чем облака. Формируемые в автономном динамическом режиме локальные коммуникационные кластеры смогут выполнять приложения без посреднических систем. Периферия сети будет иметь высокую степень децентрализации и возьмет на себя часть функций магистральных сетей и облачных платформ. При этом периферия уже будет не просто сетью доступа, она будет состоять из многочисленных автономных локальных сетей, реализующих интегрированные функции связи, вычислений, управления, хранения и измерений. Периферия и магистральные сети будут иметь архитектуру, близкую к одноранговой, и в целом сеть станет более однородной и гибкой.

6) *Архитектура приложений.* Итак, сеть 6G будет основана на новых технологиях, станет повсеместно доступной, распределенной, децентрализованной, интеллектуальной. Нынешняя архитектура предоставления приложений строится по принципу «браузер-сервер» (browser/server, B/S) или «клиент-сервер» (client/server, C/S), оба этих варианта изначально были рассчитаны на централизованные сети. Чтобы выполнить пользовательский запрос, клиент взаимодействует с конкретными централизованными серверами приложений и баз данных. Но сеть 6G будет децентрализованной, соответственно, должна измениться архитектура предоставления приложений. Сети 6G будут преимущественно одноранговыми и самоорганизующимися, а нынешняя облачная бессерверная архитектура доставки приложений постепенно сменится децентрализованной одноранговой. Данные пользователей будут храниться в децентрализованной одноранговой сети, а обработка будет осуществляться с помощью многочисленных независимых сервисов, которые можно будет по запросу переносить и выполнять на любом сетевом узле.

#### **Недостатки нынешнего механизма предоставления приложений**

Учитывая существенные отличия 6G от нынешних сетей, необходимо обозначить проблемы, характерные для нынешней централизованной схемы предоставления сервисов. Несмотря на 40 лет развития, эта архитектура не отвечает требованиям приложений, которые будут работать в 6G.

**Ограничения архитектур В/S и С/S.** Большинство существующих сегодня приложений выполнены согласно этим архитектурам, изначально разработанным в эпоху тонких клиентов и мощных серверов. Приложение предоставляется в рамках взаимодействия между пользовательским устройством и облачным либо периферийным сервером. При централизованной архитектуре приложения сильно зависят от выделенных облачных серверов, которые отвечают за хранение информации и бизнес-логику. Серверная часть характеризуется большими затратами на вычисления, хранение и пропускную способность. С появлением МЕС в 5G часть соответствующих функций приложения можно перенести на периферийные серверы, для чего разрабатывается архитектура совместных вычислений «терминал + периферия + облако». Но в приложениях 5G только начинает появляться поддержка распределенных вычислений, не говоря уже о децентрализованной модели. Потребуется значительное усовершенствование оборудования и ПО, прежде чем часть задач смогут выполнять локальные пользовательские терминалы во взаимодействии с окружающими устройствами или периферийными и облачными серверами. Соответственно, существует потребность в разработке новой архитектуры самих приложений, которая будет отвечать концепции децентрализованных повсеместных вычислений.

**Недостатки централизованной модели данных.** В соответствии с нынешней централизованной архитектурой приложений данные обычно хранятся на конкретных облачных серверах или терминальных устройствах и кэшируются на периферийных серверах или в сетях доставки контента (content delivery network, CDN). При этом хранение данных и доступ к ним полностью контролируются централизованной инстанцией – Yahoo, Facebook, YouTube и т. п. В этих условиях существуют проблемы, связанные с цензурой, приватностью, возможностью утечек и правами контроля. В частности, если такая центральная инстанция взломана, под угрозой оказывается вся база данных по пользователям. К тому же есть проблема доверия. Известно, что некоторые сервис-провайдеры используют данные для собственной выгоды – продают их рекламным агентствам и т. д., то есть приватность и безопасность пользовательских данных не гарантированы.

**Сквозные протоколы прикладного уровня.** Ввиду господства централизованных механизмов хранения данных и выполнения сервисов, большинство существующих протоколов прикладного уровня основаны на двухточечной, а не одноранговой модели связи: клиентские запросы должны направляться для обработки на специализированные серверы приложений. Существующие протоколы приложений (например, HTTP) изначально были разработаны для архитектур В/S и С/S и не подходят для среды децентрализованных вычислений, где связь устанавливается динамически и по мере возможности. В эпоху 6G протоколы уровня при-

ложений должны будут обеспечивать доступ к данным и координацию работы сервисов по одноранговой схеме в обширной распределенной сети.

**Тесная привязка пользовательских данных к конкретным приложениям.** Стремительное развитие мобильного Интернета привело к тому, что большинство стало пользоваться сервисами и контентом, предлагаемыми лишь несколькими онлайн-гигантами: Yahoo, Google, Facebook, Twitter, WeChat и др. При этом стала более выраженной централизация данных. В этих условиях образуется множество «островов» информации, а пользователи лишены права контролировать свои данные. Последние тесно привязаны к конкретным приложениям, а совместное использование данных разными приложениями зачастую ограничено по коммерческим соображениям. Централизованные острова данных препятствуют свободному распространению информации.

**Недостатки централизованного искусственного интеллекта.** Благодаря активному росту возможностей облачных вычислений и больших данных применение искусственного интеллекта постоянно расширяется, но большинство реализаций основано на централизованной модели вычислений. Огромные обучающие наборы данных превратились в ценнейший актив для предприятий. Такие выборки и обучение моделей тоже подконтрольны небольшому числу крупных организаций, из-за чего растет разрыв между крупными компаниями, имеющими доступ к обширным размеченным наборам данных, и мелкими. Вместе с тем при централизованной схеме обучения необходима передача данных от конечных устройств на облачные серверы, что влечет высокие расходы на трафик и вычисления, а также потенциальные проблемы с приватностью. К тому же нынешние модели искусственного интеллекта всегда развертываются либо на облачных и периферийных серверах, либо на конечных устройствах по централизованной схеме без возможности эффективно использования узлов и других ресурсов повсеместной распределенной сети.

### **Децентрализованная архитектура предоставления приложений для 6G**

С учетом всего сказанного можно ожидать, что механизм предоставления приложений в 6G существенно изменится по сравнению с нынешним централизованным (рисунок 2). Приведем рекомендации по проектированию децентрализованного механизма предоставления приложений 6G.

**Децентрализованная архитектура бессерверных вычислений.** В сети будущего возможности связи, вычислений и хранения будут значительно усовершенствованы. Традиционная граница между клиентом и сервером исчезнет – каждый узел сети, включая терминалы, базовые станции, шлюзы, маршрутизаторы, серверы и т. д., будет выполнять роль как поставщика, так и потребителя информации. В 6G сетевая

инфраструктура станет децентрализованной, вся сеть будет средой выполнения сервисов. Получит широкое применение распределенная операционная система на основе микроядра, которая будет адаптивно развертываться на аппаратном обеспечении различных видов: смартфонах, очках AR/VR, умных дисплеях, носимых гаджетах, бортовых развлекательных системах автомобилей и других устройствах Интернета вещей. Сервисная среда постепенно расширится, охватив, помимо облачной инфраструктуры, периферию и всевозможные конечные устройства. Вся бизнес-логика будет реализована на базе многочисленных микросервисов. Они не будут работать на выделенных серверах и смогут по запросу перемещаться на любой сетевой узел. Клиентские приложения, реализующие интерфейсную часть, будут считывать файл описания приложения и напрямую вызывать необходимые сервисные компоненты.



Рисунок 2 – Переход к децентрализованной модели предоставления приложений 6G

**Децентрализованная модель данных.** В условиях широкомасштабного развертывания систем периферийных и туманных вычислений появится возможность создания повсеместно доступной децентрализованной инфраструктуры хранения, лишенной недостатков, которые свойственны нынешней облачной модели. Данные уже не нужно будет хранить на конкретных серверах – они будут распределены по одноранговой сети. Такая модель обещает большие преимущества с точки зрения эффективности масштабирования, надежности, приватности и защиты данных от изменения. Когда все данные разделены между узлами распределенной сети, она более устойчива к лавинам пользовательских запросов, поскольку нагрузка распределяется по всей сети, а не между несколькими серверами. В подобных условиях также можно эффективнее справиться с DDoS-атаками. К тому же децентрализованная модель данных позволяет уменьшить зависимость от онлайн-гигантов и способствует избавлению мобильного Интернета от посреднических систем.

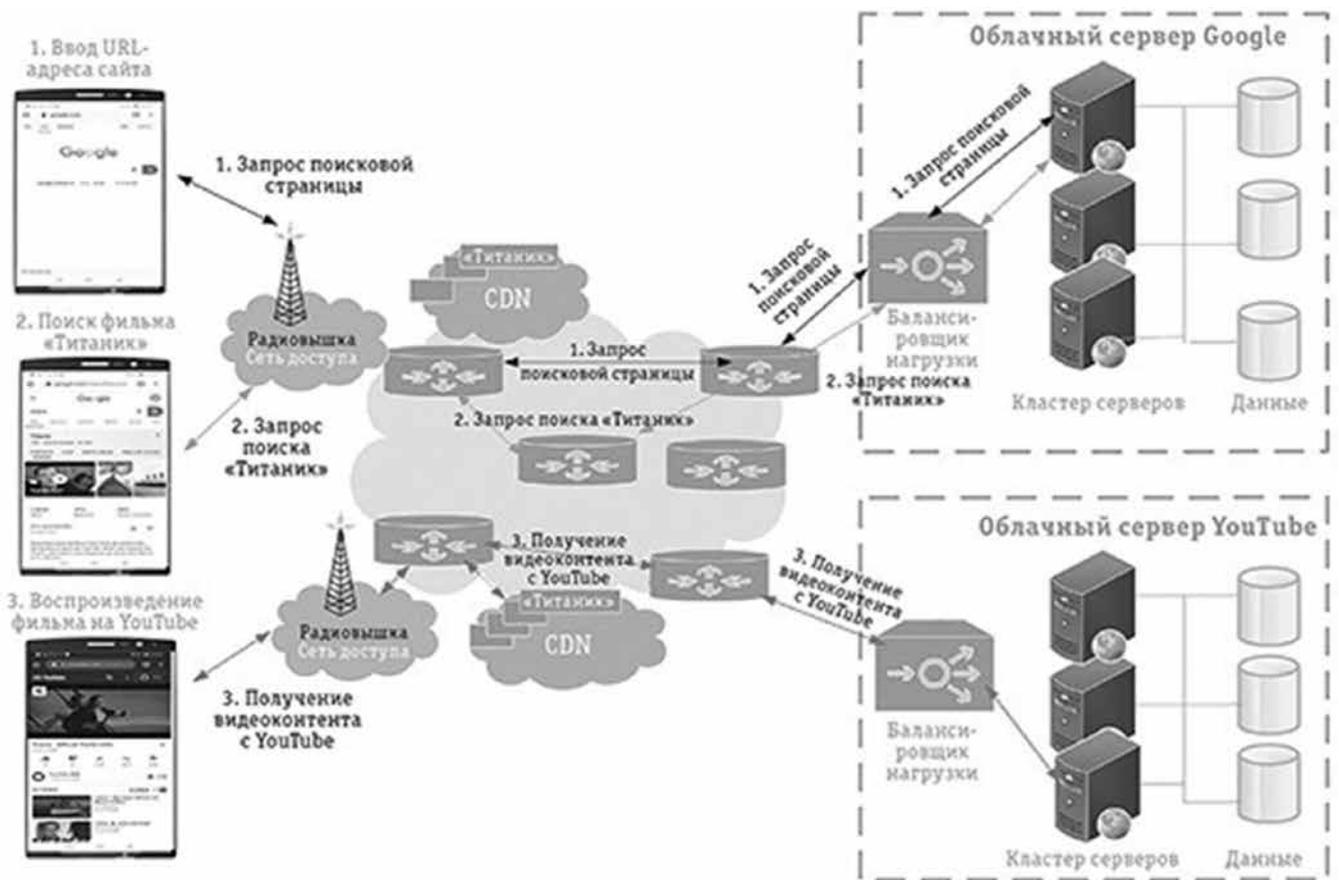
**Отделение данных от приложения.** Чтобы вернуть самим пользователям права контроля над данными, необходимо отвязать данные от индивидуальных

приложений. В сети 6G создаваемые пользователями данные: видео, посты в соцсетях, сведения о здоровье и геолокации и др. – будут полностью контролироваться ими самими. При этом данные будут храниться в децентрализованной одноранговой сети, пользователи которой смогут предоставлять нужным приложениям разрешения на манипуляции с их данными и самостоятельно выбирать, с кем из других пользователей ими поделиться. Эта схема будет способствовать обмену и распространению информации между различными приложениями. Например, можно будет поделиться своим профилем с несколькими приложениями, избавившись от необходимости сохранять отдельную копию тех же данных в каждом из них. Кроме того, такая модель позволяет избежать несанкционированной передачи данных сторонними поставщиками приложений.

**Децентрализованный искусственный интеллект, работающий по принципу взаимодействия.** В 6G каждый сетевой узел сможет хранить и обрабатывать данные, автономно связываясь и взаимодействуя с другими окружающими устройствами. Когда будет создана инфраструктура повсеместных вычислений, постепенно произойдет переход от нынешней централизованной модели к децентрализованной, основанной на взаимодействии. В отличие от традиционных систем искусственного интеллекта, предусматривающих загрузку всех выборок на выделенные облачные серверы, при децентрализованной схеме обучение моделей будет происходить на многочисленных периферийных устройствах или серверах с локальными выборками; при этом не будет происходить обмен данными – локальные модели будут лишь с определенной периодичностью обмениваться параметрами, чтобы сформировать глобальную модель. Такой подход позволяет эффективно избежать передачи и централизованного хранения данных и решить критические проблемы, связанные с приватностью, безопасностью, правами доступа и разнородностью данных. Кроме того, благодаря развитию облегченных моделей искусственного интеллекта, их можно будет развертывать на любых устройствах, от мобильных телефонов до всевозможных устройств Интернета вещей. В такой децентрализованной сети искусственный интеллект сможет обучаться и принимать решения, работая на локальных устройствах. При этом автономное взаимодействие всего множества сетевых узлов будет контролироваться распределенной группой интеллектуальных агентов, которые смогут выполнять сложные задачи планирования и принятия решений.

**Сравнение централизованной и децентрализованной схем**

На рисунке 3 на примере мобильного приложения для поиска показаны различия между существующей централизованной и будущей децентрализованной моделями предоставления приложений.



Централизованный механизм предоставления приложений

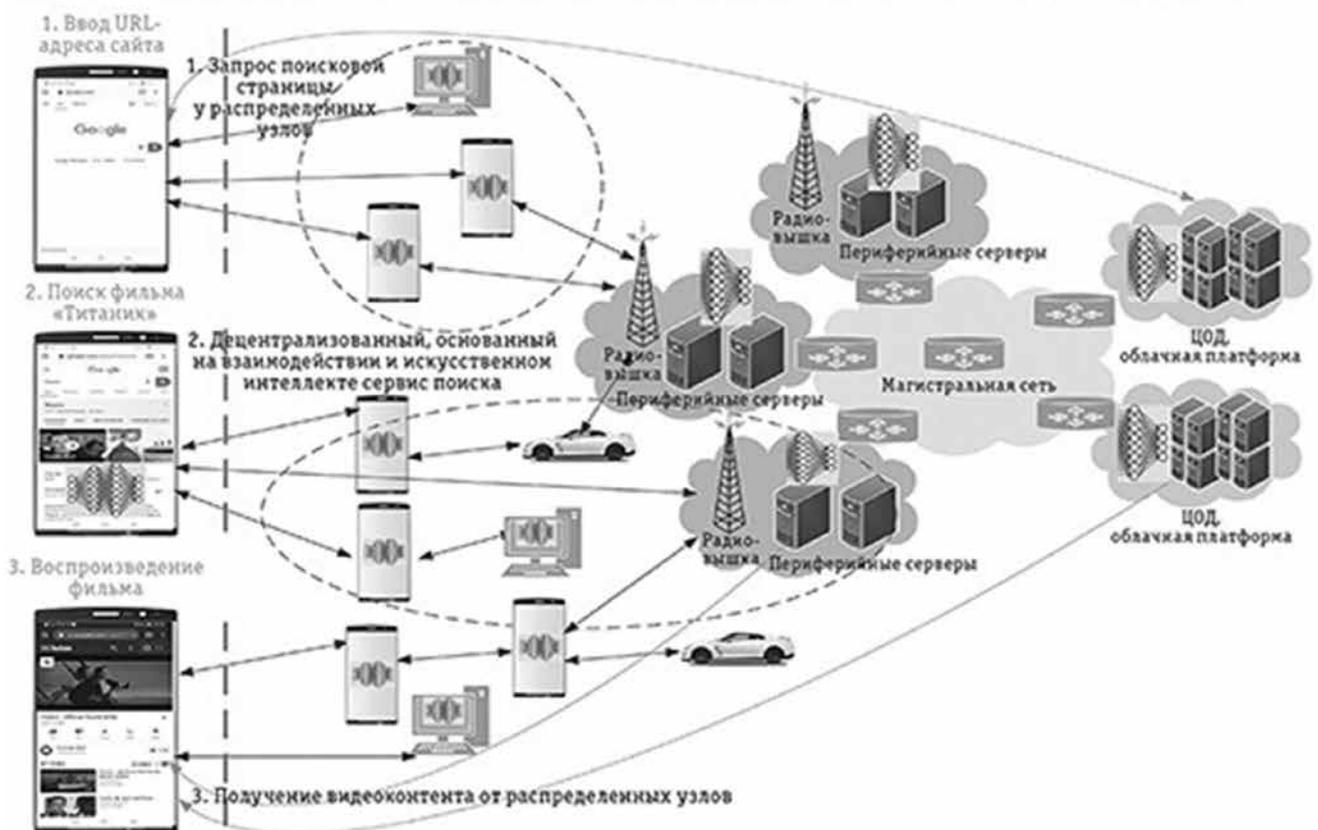


Рисунок 3 – Отличия централизованной и децентрализованной схем предоставления приложений

На рисунке 3, а показана нынешняя схема работы мобильного поиска Google. Приложение функционирует за счет взаимодействия между мобильным браузером и выделенными облачными серверами приложений, а сеть отвечает только за передачу информации. Когда пользователь вводит URL-адрес Google, мобильный браузер с помощью сервиса DNS делает запрос IP-адреса и отправляет запрос веб-страницы на выделенный облачный сервер Google, который предоставит поисковую страницу. После ввода пользователем поискового запроса браузер отправит его по HTTP на поисковый сервер Google, который формирует страницу результатов. Пользователь затем может нажать на ссылку, чтобы посмотреть фильм на сайте YouTube. После этого браузер получит контент от облачных серверов YouTube или ближайшей сети CDN.

Децентрализованный механизм будет сильно отличаться с точки зрения принципов хранения данных, серверной архитектуры и коммуникационных протоколов (рисунок 3, б). Выделенных облачных серверов приложений и баз данных нет, вся сеть действует как децентрализованная инфраструктура связи, вычислений и хранения. Браузер получает поисковую веб-страницу от распределенной файловой системы по одноранговой схеме, используя распределенную хеш-таблицу. Фрагменты веб-страницы могут находиться на находящихся рядом мобильных телефонах, ПК, периферийных системах или облачных серверных узлах. После ввода пользователем поискового запроса браузер с искусственным интеллектом может самостоятельно проанализировать запрос, используя облегченную модель искусственного интеллекта для обработки естественного языка, и во взаимодействии с окружающими устройствами сформировать страницу результатов. Когда пользователь нажмет на ссылку YouTube, мультимедиапроигрыватель загрузит сегменты нужного контента из распределенной одноранговой сети.

### Нерешенные проблемы

Децентрализация – весьма вероятный путь развития будущих сетей 6G, который потребует радикального изменения механизмов предоставления приложений. Анализ проблем нынешней централизованной инфраструктуры позволяет предложить архитектурные основы механизма доставки приложений в сетях будущего, однако до сих пор ряд вопросов остаются открытыми.

- *Децентрализованная ОС для повсеместных вычислений.* Для приложений IoE, которые будут работать в

сети 6G, предстоит разработать децентрализованную операционную систему, которая должна эффективно обеспечить одноранговую связь, децентрализованное хранение данных и доступ к ним, перемещение и развертывание сервисов по запросу и гибкую адаптацию разнообразных устройств: серверов, мобильных телефонов, телевизоров, автомобильных и других систем.

- *Коллективное принятие решений с помощью децентрализованного искусственного интеллекта.* Децентрализация считается одним из самых перспективных направлений развития искусственного интеллекта. При поддержке технологий D2D и MEC децентрализованные взаимодействующие сервисы искусственного интеллекта, выполняемые на распределенных сетевых узлах, можно будет сделать основой 6G. Однако вопросы того, как именно интегрировать разбросанные между узлами функции искусственного интеллекта и как найти оптимальное сочетание сервисов для лучшего обслуживания пользователей, еще предстоит решить исследователям. Конкретно речь идет о задаче коллективного принятия решений, которая потребует координации взаимодействия многочисленных интеллектуальных агентов.

- *Радикальные изменения, обусловленные переходом на децентрализованную сеть и сервисную модель.* Внедрение децентрализованной схемы приведет к резкому изменению существующих бизнес-моделей, продуктов, сервисов и ролей в экосистемах. Влияние центральных инстанций неминуемо ослабнет, будут затронуты коммерческие интересы нынешних онлайн-гигантов. Кроме того, изменится система управления инфраструктурой операторов связи. Придется решать вопрос о том, каким образом эффективно привлекать многочисленных участников (индивидуальных пользователей и предприятия) к предоставлению сетевых ресурсов в экосистеме 6G. Соответственно, подлежит изучению потенциальное влияние перемен на эксплуатацию сетевой инфраструктуры.

### Литература

1. Z. Zhang et al. 6G wireless networks: Vision, requirements, architecture, and key technologies // IEEE Vehicular Technol. Mag. – 2019 (Sep). – Vol. 24, N. 40. – P. 28–41.
2. K. B. Letaief et al. The roadmap to 6G: AI empowered wireless networks // IEEE Commun. Mag. – 2019 (Aug). – Vol. 57, N. 8. – P. 84–90.
3. P. Zhang et al. Technology prospect of 6G mobile communications // J. Commun. – 2019. – Vol. 40, N. 1. – P. 141–148.

| НАИМЕНОВАНИЕ ТОВАРА                                                               |                                                                             | НАЗВАНИЕ КОМПАНИИ, АДРЕС, ТЕЛЕФОН                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ, ГЕНЕРАТОРЫ, ФИЛЬТРЫ, ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ И ПАВ ИЗДЕЛИЯ</b> |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.1                                                                               | Любые кварцевые резонаторы, генераторы, фильтры (отечественные и импортные) | <br>*ALNAR*<br>УП «Алнар»<br>+375 (17) 227-69-97<br>+375 (17) 227-28-10<br>+375 (17) 227-28-11<br>+375 (29) 644-44-09<br>alnar@tut.by<br>www.alnar.net |
| 1.2                                                                               | Кварцевые резонаторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж           |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.3                                                                               | Кварцевые генераторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж           |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.4                                                                               | Термокомпенсированные кварцевые генераторы                                  |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.5                                                                               | Резонаторы и фильтры на ПАВ                                                 |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.6                                                                               | Пьезокерамические резонаторы, фильтры, звонки, сирены                       |                                                                                                                                                                                                                                           |

УНП 100191870

| <b>СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1                    | Большой выбор электронных компонентов со склада и под заказ. Микросхемы производства Xilinx, Samsung, Maxim, Atmel, Altera, Infineon и пр. Термоусаживаемая трубка, диоды, резисторы, конденсаторы, паяльная паста, кварцевые резонаторы и генераторы, разъемы, коммутация и др. | <br>ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ<br><b>ЧТУП «Чип электроникс»</b><br>+375 (17) 269-92-36<br>chipelectronics@mail.ru<br>www.chipelectronics.by |
| 2.2                    | Широчайший выбор электронных компонентов (микросхемы, диоды, тиристоры, конденсаторы, резисторы, разъемы в ассортименте и др.)                                                                                                                                                   | <b>Группа компаний «Альфа-лидер»</b><br>+375 (17) 391-02-22<br>+375 (17) 391-03-33.<br>www.alider.by                                                                                                                                 |

УНП 191142740

УНП 192321381

| <b>ЭЛЕКТРОННАЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ</b> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1                                               | Комплексная поставка электронных компонентов                                                                                      | <br>ТУП «Альфачип Лимитед»<br>+375 (17) 366-76-16<br>analog@alfa-chip.com<br>www.alfa-chip.com |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.2                                               | Датчики, сенсоры и средства автоматизации                                                                                         |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.3                                               | Светодиодные индикаторы, TFT, OLED и ЖК-дисплеи и компоненты для светодиодного освещения                                          |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.7                                               | Мощные светодиоды (EMITTER, STAR), сборки и модули мощных светодиодов, линзы ARLIGHT                                              |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.8                                               | Управление светом: RGB-контроллеры, усилители, диммеры и декодеры                                                                 |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.9                                               | Источники тока AC/DC для мощных светодиодов (350/700/ 100-1400 mA) мощностью от 1 W до 100 W ARLIGHT                              |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.10                                              | Источники тока DC/DC для мощных светодиодов (вход 12-24V) ARLIGHT                                                                 |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.11                                              | Источники напряжения AC/DC (5-12-24-48 V от 5 до 300 W) в металлическом кожухе, пластиковом, герметичном корпусе ARLIGHT, HAITAIK |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.12                                              | Светодиодные ленты, линейки открытые и герметичные, ленты бокового свечения, светодиоды выводные ARLIGHT                          |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.13                                              | Светодиодные лампы E27, E14, GU 5.3, GU 10 и др.                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 3.14                                              | Светодиодные светильники, прожекторы, алюминиевый профиль для светодиодных изделий                                                |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
|                                                   |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                    | <br><b>ООО «СветЛед решения»</b><br>+375 (17) 214-73-27<br>+375 (17) 214-73-55<br>info@belaist.by<br>www.belaist.by |

УНП 192525135

УНП 191672332

| <b>СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.15                   | Поставка со склада и под заказ: микросхемы TEXAS INSTRUMENTS, INTERSIL, EM Marin, FREESCALE, XILINX, ALTERA, CHINFА, реле GRUNER, кварцевые резонаторы KDS, MICRO KRISTAL, батарейки и аккумуляторы, держатели RENATA, XENO, PKCELL, модемы HUAWEI, QUECTEL, системы на модуле (одноплатные компьютеры) отладки, беспроводные модули SECO, INMIS, SMK, SAURIS, TORADEX, накопители на флэш-памяти INNODISK, герконы COMUS, COTO, разъемы KEYSTONE, HIROSE и др. Техническая поддержка, поставка бесплатных образцов, проектные цены. | <br><b>ООО «БелСКАНТИ»</b><br>+375 (17) 256-08-67,<br>+375 (17) 398-21-62<br>nab@scanti.ru<br>www.scanti.com |

УНП 190813939

|      |                                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.16 | Индуктивные, емкостные, оптоэлектронные, магнитные, ультразвуковые, механические датчики фирмы Balluff (Германия)                                                                                |
| 3.17 | Блоки питания, датчики давления, разъемы, промышленная идентификация RFID, комплектующие фирмы Balluff (Германия)                                                                                |
| 3.18 | Магнитострикционные, индуктивные, магнитные измерители пути, лазерные дальномеры, индуктивные сенсоры с аналоговым выходом, инклинометры фирмы Balluff (Германия)                                |
| 3.19 | Инкрементальные, абсолютные, круговые магнитные энкодеры фирмы Lika Electronic (Италия)                                                                                                          |
| 3.20 | Абсолютные и инкрементальные магнитные измерители пути, УЦИ (устройство цифровой индикации), тросиковые блоки, муфты, угловые актуаторы фирмы Lika Electronic (Италия)                           |
| 3.21 | Автоматические выключатели, УЗО, дифавтоматы, УЗИП, выключатели нагрузки фирмы Schneider Electric (Франция)                                                                                      |
| 3.22 | Контакты, промежуточные реле, тепловые реле перегрузки, реле защиты, автоматические выключатели защиты двигателя фирмы Schneider Electric (Франция)                                              |
| 3.23 | Кнопки, переключатели, сигнальные лампы, посты управления, джойстики, выключатели безопасности, источники питания, световые колонны фирмы Schneider Electric (Франция)                           |
| 3.24 | Универсальные шкафы, автоматические выключатели, устройства управления и сигнализации, УЗО и дифавтоматы, промежуточные реле, выключатели нагрузки, контакты, предохранители, реле фирмы DEKraft |

**АВТОМАТИКА**  
Ц · Е · Н · Т · Р  
ООО «Автоматика центр»  
+375 (17) 218-17-98  
+375 (17) 218-17-13  
sos@electric.by  
www.electric.by

УНП 191087188

**OLYMPUS TOUGH TG-6**  
**СОЗДАН ДЛЯ ЛЮБЫХ ПРИКЛЮЧЕНИИ!**

**OLYMPUS**  
**WWW.OLYMPUS.COM**

# tibo



**1-4.06.2021**

МИНСК, БЕЛАРУСЬ  
MINSK, BELARUS

# А л в ф а Ч И П Л И М И Т Е Д

*Новые возможности  
ваших идей*

- Электронные компоненты
- Средства автоматизации
- Датчики, сенсоры
- Светодиодные индикаторы, TFT, OLED и ЖКИ дисплеи
- Компоненты для светодиодного освещения

Прямые поставки  
от мировых производителей

Разработка и техническая  
поддержка новых проектов



220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж  
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16  
[www.alfa-chip.com](http://www.alfa-chip.com)  
[www.alfacomponent.com](http://www.alfacomponent.com)