

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

6

2023

В номере:

ПОРА – НЕ ПОРА, МЫ ИДЁМ СО ДВОРА:
переход из Altium в Delta Design

ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ДРОНА:
датчики MEMS контролируют положение
в пространстве

**УДАРИМ ИИ ПО БЕЗДОРОЖЬЮ
И РАЗГИЛЬДЯЙСТВУ:** как используют ИИ в России

ЗА ВРЕМЯ ПУТИ СОБАКА МОГЛА ПОДРАСТИ:
перспективы «тяжёлых» САПР в России

КУДА, КУДА ВЫ УДАЛИЛИСЬ:
что потеряно, и есть ли замена компонентов РЭА

YouTube



Telegram



ЖИДКОСТНЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ
от АО «Завод «Снежень»

СОЕДИНЯЕМ БЫСТРО И НАДЁЖНО!



реклама



WWW.SNEGET.RU

АО «Завод «Снежень»
241902, РФ, г. Брянск, Фокинский р-н,
рп. Белые Берега, ул. Транспортная, 26
тел.: +7 (4832) 78-88-33
market@sneget.ru



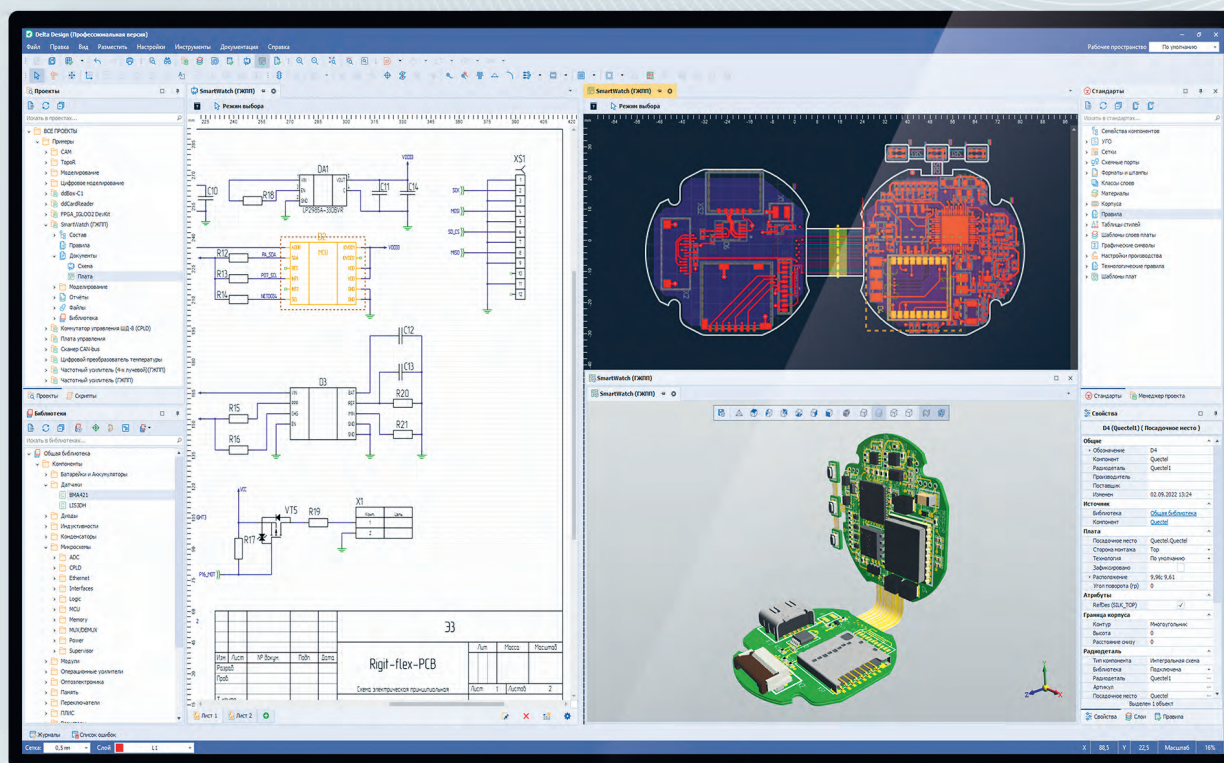
СНЕЖЕТЬ

Разработка и производство электрических соединителей



DeltaDesign 3.7

Новая версия российской САПР электроники



Импорт проектов
из САПР Altium Designer



Расширены возможности
интеграции с PLM - системами

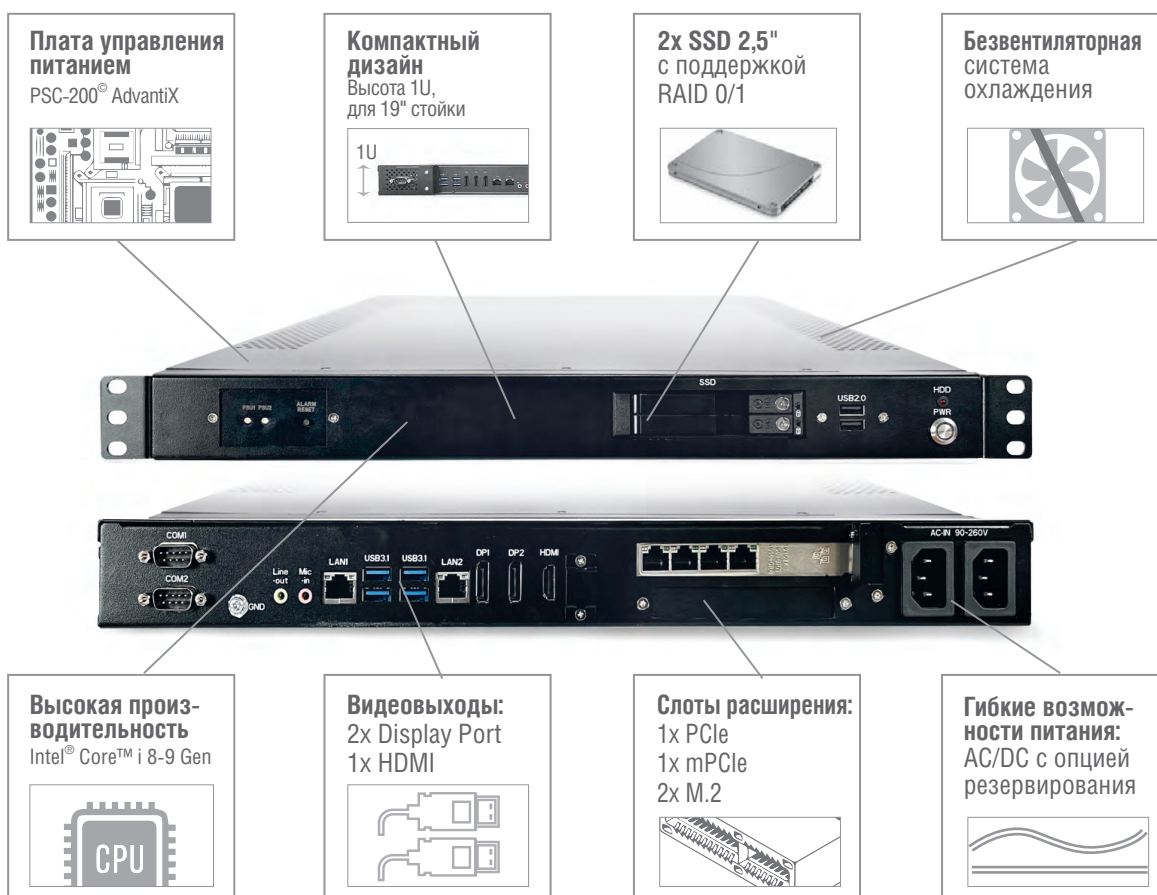


Обновлены редактор плат Right PCB, топологический трассировщик TopoR,
механизм импорта/экспорта DXF и экспорта Gerber - файлов

Чтобы получить консультацию по новой версии и внедрить САПР Delta Design
на вашем предприятии, обратитесь к специалистам Эремекс

ADVANTIX
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Безвентиляторный компьютер 1U с резервированным питанием IPC-SYS8FN2



- Чипсет Intel Q370
- Слоты расширения: 1x PCIe x16 полной высоты, половинной длины, 1x M.2 с поддержкой PCIe x4 и SATA3, 1x M.2 с поддержкой PCIe x1 и USB2.0, 1x mPCIe (Full/Half)
- Поддержка российских ОС Astra Linux, Alt Linux, РедОС

- Рабочая температура от +5°C до +40°C. Опционально доступны от -20°C до +60°C (AC-версия) или от -40°C до +60°C (DC-версия)
- Порты: 4x USB 3.1, 2x USB 2.0, 2x DP, 1x HDMI, 2x LAN (RJ-45), 2x RS-232/422/485, 2x RS-232 (опция)





Здравствуйте, уважаемые друзья!

Искусственный интеллект (ИИ) обладает потенциалом преобразования многих аспектов нашей жизни – от здравоохранения до транспорта и производительности труда. Он обещает помочь решить глобальные проблемы, но также является потенциальной угрозой существованию человечества.

ИИ сегодня внедряют повсеместно. Одно из его ключевых преимуществ раскрылось в здравоохранении, где ИИ может помочь врачам и исследователям разрабатывать новые методы лечения и улучшать их результаты. В сфере транспорта ИИ помогает повысить безопасность и эффективность. Самоуправляемые автомобили могли бы сократить количество аварий, вызванных человеческими ошибками, а также уменьшить пробки на дорогах и выбросы вредных веществ. ИИ также может помочь оптимизировать логистику и управление цепочками поставок, улучшая доставку товаров и услуг. Автоматизируя рутинные задачи, ИИ поможет предприятиям работать более эффективно и высвободить сотрудников для того, чтобы они могли сосредоточиться на более ценной и творческой работе.

Однако с развитием ИИ связаны и многие риски. Одним из самых реалистичных является глобальная безработица: по мере того как ИИ будет осваивать всё больше рутинных задач, в небытие канут множество профессий и сотни миллионов рабочих мест. При этом, конечно, будут создаваться новые рабочие места в таких областях, как разработка и обслуживание систем ИИ, но это – капля в море по сравнению с катастрофическими масштабами безработицы. Другой риск связан непосредственно с разработкой: системы ИИ хороши ровно настолько, насколько хороши модели, на основе которых они обучаются, и если эти модели предвзяты, система ИИ воспроизведёт заложенные «перекося». Это может привести к тенденциозному подходу в решении поставленных перед ИИ задач. Существуют и этические проблемы, такие как соблюдение конфиденциальности и защита данных, поскольку системы ИИ могут собирать огромные объёмы персональных данных, которые могут быть использованы не по назначению.

Глобальность проблем требует сотрудничества между правительствами, предприятиями и разработчиками, а серьёзность ситуации можно проиллюстрировать хотя бы тем, что ещё в 2021 году ЮНЕСКО опубликовала первый в истории международный стандарт по этике ИИ под названием «Рекомендации по этике ИИ» (Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence), принятый всеми 193 государствами-членами. В документе излагаются десять основных принципов подхода, основанного на соблюдении прав человека, охране и защищённости, праве на неприкосновенность частной жизни и защите данных, а также многостороннем и адаптивном управлении и сотрудничестве в разработках.

В заключение следует ещё раз отметить: важно подходить к разработке и внедрению ИИ вдумчиво, уделяя особое внимание ответственности и этичности использования этого инструмента. Поступая таким образом, мы сможем гарантировать, что эра ИИ не станет концом человечества.

Всего вам доброго!

Юрий Широков, главный редактор

P.S.

Этот текст по моей просьбе и от моего имени написал чатбот Chatsonic. Делаем выводы.

Журнал «Современная электроника»
Издаётся с 2004 года

Главный редактор Ю. В. Широков
Заместитель главного редактора А. В. Малыгин
Редакционная коллегия А. Е. Балакирев, В. К. Жданкин,
С. А. Сорокин, Д. А. Кабачник, Р. Х. Хакимов
Вёрстка А. М. Бабийчук
Обложка Д. В. Юсим
Распространение А. Б. Хамидова (info@soel.ru)
Реклама И. Е. Савина (advert@soel.ru)

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»
Генеральный директор К. В. Седов
Адрес учредителя и издателя:
117279, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108,
пом/ком/эт I/67/тех
Почтовый адрес: 117437, г. Москва,
Профсоюзная ул., 108
Тел.: (495) 232-00-87
info@soel.ru • www.soel.ru

Производственно-практический журнал
Выходит 9 раз в год. Тираж 10 000 экз.
Цена свободная

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-18792 от 28 октября 2004 г.)

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОР».
Адрес: Москва, Сигнальный проезд, 19,
бизнес-центр Вэлдан.
Тел./факс: (499) 903-69-52

Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели.
Ответственность за содержание статей несут авторы.
Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.
Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов.
Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.

© СТА-ПРЕСС, 2023

ЧИТАЙТЕ
ЖУРНАЛ



в ЭЛЕКТРОННОЙ ВЕРСИИ
на сайте soel.ru
и
в ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
по подписке

СОДЕРЖАНИЕ 6/2023

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

ADVANTIX	1
ПЛАНАР	4-я стр. обл., 4
Морион	5
Снежить	1-я стр. обл., 5
ЭЛЕКОНД	6, 23
ЭРКОН	6, 19
Фаворит-ЭК	15
Delta Electronics	27
AdvanteX	45
Raystar	55
EREMEX	2-я стр. обл.
ДОЛОМАНТ	3-я стр. обл.

Читайте в «СТА» № 3/2023:

ДОЛГО ЛИ УМЕЮЧИ:

используем возможности OPC UA по максимуму

ЧИНИТЬ НЕЛЬЗЯ, ПРОСТАИВАТЬ:

нужно ли обслуживать промышленную электронику

ИГОЛКА В СТОГЕ СЕНА:

как обрабатывают большие данные на производстве



Оформляйте подписку на журнал «СТА» и читайте печатную версию или электронную версию на www.cta.ru

РЫНОК

4 Новости российского рынка

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7 Что «делает» искусственный интеллект в России

Андрей Доезжаев

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

14 Летать? Легко! Датчики КТР для беспилотников

Александр Бекмачев

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

20 Установки плазменной НЧ обработки GN tech MPC с повышенной мощностью

Максим Богачёв, Денис Васильев, Константин Моисеев, Мария Назаренко, Иван Воробьёв

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

24 «Тройник» для интерфейса 1-WIRE

Андрей Шабронов

28 Генератор гармонических колебаний звукового диапазона на базе синтезатора частоты AD9837B, микроконтроллера EFM8SB10 и LCD Nokia-5110 с батарейным питанием

Алексей Кузьминов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

40 Что вас ждёт при переходе с Altium Designer на Delta Design

Егор Чириков

46 Новый шаг к сквозному проектированию в приборостроении

Виктор Муругов, Лев Теверовский

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

50 Поле атмосфериков и сейсмическая активность

Алексей Галахов

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

54 Кадры для отраслей промавтоматизации и электроники

Михаил Сандлерман

56 Проблематика импортозамещения в производстве РЭА и ПО

Андрей Кашкаров

Новости российского рынка

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Портативные векторные анализаторы цепей S50244, S50444 серии «Компакт» компании «ПЛАНАР» внесены в Госреестр СИ

Приказом № 667 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 марта 2023 г. в Государственный реестр средств измерений РФ внесены векторные анализаторы цепей S50244, S50444 производства компании «ПЛАНАР».

Срок действия Свидетельства об утверждении типа СИ определён до 28.03.2028. Установленный межповерочный интервал – 1 год.

Сертификат о внесении в Госреестр средств измерений подтверждает, что оборудование компании «ПЛАНАР» успешно прошло технические и метрологические испытания и допущено к применению на территории РФ для проведения ответственных измерений.

Анализаторы цепей векторные S50x4x серии Компакт

Анализаторы цепей векторные (ВАЦ) S50x4x предназначены для измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения (элементов матрицы рассеяния) многополюсников.

К серии ВАЦ S50x4x относятся модификации S50244, S50444, которые отличаются друг от друга верхней границей диапазона рабочих частот и количеством измерительных портов.

Данная серия ВАЦ обеспечивает работу в диапазоне частот до 44 ГГц и является самой высокочастотной среди всех векторных анализаторов цепей серии «Компакт». Кроме того, несмотря на ком-



пактные размеры, анализаторы серии «Компакт» S50x4x объединяют в одном корпусе высокую скорость измерений и максимальный набор функций программного обеспечения, позволяющий решать большинство измерительных задач реального производства.

Функциональные возможности ВАЦ определяются набором программно-аппаратных опций.

Расширение возможностей импульсных измерений (опция PLS)

Векторные анализаторы цепей серии S50x4x, оснащённые программной опцией PLS, обеспечивают возможность выполнения измерений в импульсных режимах.

Опция PLS включает:

- встроенные импульсные модуляторы с минимальной длительностью формируемого импульса 20 нс и 1 мкс;
- семь встроенных генераторов видеоимпульсов, используемых для настройки измерений и управления внешними устройствами;
- набор дополнительных фильтров

ПЧ: 3 МГц, 5 МГц, 7,5 МГц, 10 МГц для работы в режиме широкополосного (синхронного) детектирования.

Режимы измерений, доступные при использовании опции PLS:

- «Точка в импульсе»;
- «Профиль импульса» с минимальным временным разрешением 100 нс;
- «От импульса к импульсу»;
- «Усреднение импульса».

Автоматическое исключение оснастки (опция PR-002, англ. AFR)

Векторные анализаторы цепей серии S50x4x, оснащённые программной опцией PR-002, обеспечивают проведение измерений компонентов и устройств, не имеющих коаксиальных соединителей.

Программное обеспечение «Автоматическое исключение оснастки» предназначено для определения параметров измерительной оснастки и смещения плоскости калибровки векторного анализатора цепей (т.е. для калибровки второго уровня) к контактам измеряемого устройства, имеющего произвольные выводы или соединители, с минимальными требованиями к калибровочным мерам в плоскости подключения исследуемого устройства.

В ПО реализованы 3 алгоритма расчёта параметров оснастки, в зависимости от электрической длины и максимальной частоты. В алгоритмах использованы методы разделения S-параметров цепей, фильтрации и стробирования во временной области.

www.planarchel.ru/
vna@planarchel.ru
 +7 (351) 729-97-77



ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Усовершенствованный ультрапрецизионный термостатированный кварцевый генератор ГК336-ТС от АО «Морион»

АО «Морион» (Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты, сообщает о доработке ультрапрецизионного термостатированного кварцевого генератора ГК336-ТС. Популярное у наиболее требовательных заказчиков из

России и стран зарубежья изделие значительно доработано. Благодаря усовершенствованию технологического процесса на данный момент ГК336-ТС доступен для серийных поставок с нормой на кратковременную нестабильность частоты (КНЧ) на 1 с до 8×10^{-14} и 7×10^{-14} для ГК336R-ТС. Выходная частота генератора – 10 МГц. Температурная нестабильность до 2×10^{-11} , что вместе с реализованными в генераторе тепловым экранированием и защитой от динамических изменений внешней температуры позволяет реализовать крайне низкую КНЧ без сложной дополнительной тепло-

вой защиты. Норма на фазовые шумы (ФШ) генератора при отстройке 1 Гц – 124 дБн/Гц.

Генератор может быть использован в различном метрологическом оборудовании, в квантовых стандартах частоты, физических исследованиях, астрофизическом оборудовании и многих других применениях.

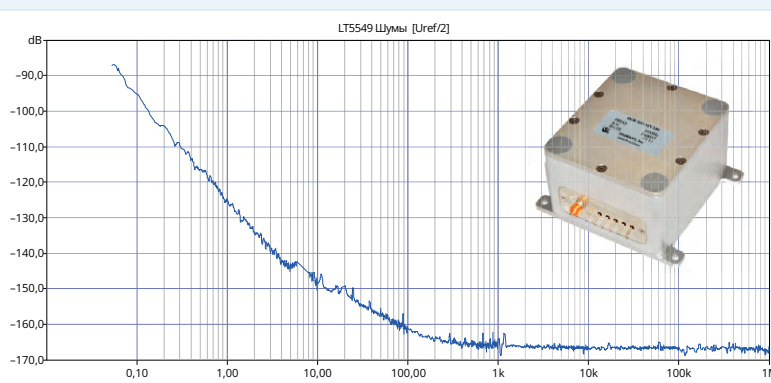
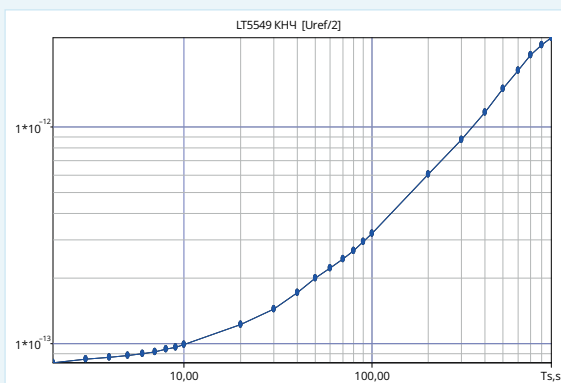
На графиках представлены типовые зависимости КНЧ и ФШ для ГК336-ТС.

Габаритные размеры: 92×80×50 мм.

Дополнительная информация об этих и других новых приборах доступна на сайте.

www.morion.com.ru

+7 (812) 775-95-65



Герметичные жидкостные соединители

Вот уже на протяжении 4 лет АО «Завод «Снежеть» серийно производит соединители жидкостные (СЖ), которые являются аналогами гидравлических разъёмов швейцарской фирмы Staubli.

Быстроразъёмное соединение – одно из самых удобных и эффективных приспособлений, используемых при соединении технических креплений оборудования и гидравлических, пневматических магистралей. Его основным назначением является оперативная сборка/разборка гидролиний, снятие и замена деталей гидравлических узлов и систем без применения специальных инструментов или устройств и без потери рабочей жидкости в системе.

Конструктивно жидкостные соединители состоят из муфты и штекера (ниппеля). Муфта состоит из корпуса, механизма фиксации, обратного клапана, эластомерных уплотнителей. Штекер имеет корпус, обратный клапан и эластомерный уплотнитель соединительного элемента.

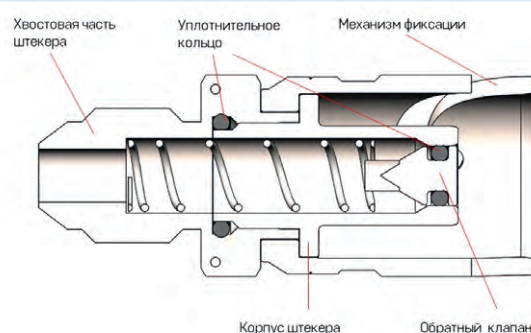
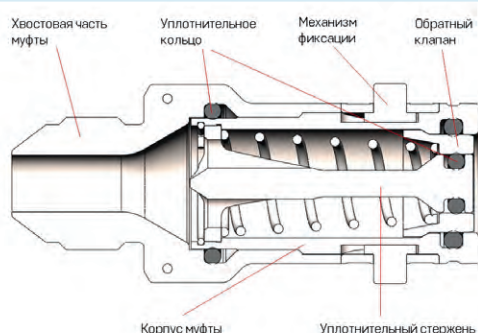
Благодаря современным технологиям разъёмы серии СЖ очень удобны, надёжны, универсальны, а потому крайне востребованы практически во всех отраслях: от транспорта и сельского хозяйства до пищевой промышленности, нефтепереработки и медицины.

АО «Завод «Снежеть» выпускает широкий ассортимент быстроразъёмных соединений, которые отличаются: материалом исполнения, видом сочленения, рабо-

чим давлением, диапазоном температур, условиями эксплуатации, видом монтажа. Поэтому мы всегда имеем возможность разработать и изготовить соединители по требованиям и характеристикам, согласованным с заказчиком.

www.sneget.ru

+7 (4832) 78-88-33



Современный отечественный электролитический конденсатор K50-104 широкого применения производства АО «Электонд»

Надёжность работы аппаратуры во многом зависит от качества комплектующих её элементов. К таким элементам можно отнести алюминиевые оксидно-электролитические конденсаторы. Учитывая современные требования, предъявляемые к аппаратуре, АО «Электонд» разработаны и серийно изготавливаются малогабаритные алюминиевые оксидно-электролитические конденсаторы с радиальными проволочными выводами K50-104 ЕВАЯ.673541.062ТУ общепромышленного назначения с ценовыми, техническими и эксплуатационными характеристиками, превосходящими зарубежные аналоги, такие как:

- серии SHG, SHF фирмы Shelcon;
- серии UPW, UCU фирмы Nichicon, Япония;
- серии SH, SE-K фирмы Yageo, Тайвань;

- серии DSC, KTA фирмы Теаро, Япония, и др.

Конденсаторы K50-104 ЕВАЯ.673541.062ТУ – полярные, постоянной ёмкости, предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов вторичных источников питания и преобразовательной техники. Особенностью данных конденсаторов является увеличенная наработка более 5000 ч при $T_{\text{раб.}} = 105^{\circ}\text{C}$, что позволяет применить данный конденсатор в ответственной аппаратуре. Конденсаторы упаковываются как для механической установки на плату, так и в blister-ленту для автоматизированного монтажа в аппаратуру. Изготавливаются конденсаторы в климатическом исполнении «УХЛ», «В» и в очехлённом корпусе, что позволяет предотвращать случаи короткого замыкания через корпус конденсатора на трассировку печатной платы и другие электронные компоненты, а также частично защищает конденсатор от воздействия внешних электромагнитных полей.

Основные характеристики:

- номинальное напряжение, $U_{\text{ном}}$, В = 16÷100;



- номинальная ёмкость, $C_{\text{ном}}$, мкФ = 10÷2200;
- допускаемое отклонение ёмкости (25°C , 50 Гц), % = ± 20 ;
- температура эксплуатации $-40...+105^{\circ}\text{C}$.

Для опробования конденсаторов в составе разрабатываемой аппаратуры АО «Электонд» готово предоставить образцы конденсаторов в необходимом ассортименте.

www.elecond.ru
elecond@elcudm.ru
 +7 (341) 474-32-48
 +7 (341) 474-27-53

Резисторы постоянные непроволочные мощные P1-152

АО «НПО «ЭРКОН» предлагает к применению постоянные непроволочные мощные резисторы P1-152 для навесного монтажа, предназначенные для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного токов, в том числе в качестве разрядного устройства конденсаторов.

Рабочий диапазон температур резисторов от -60 до $+200^{\circ}\text{C}$.

Резисторы P1-152 применяют в промышленных источниках питания, элек-

Основные электрические характеристики резисторов:

Номинальная мощность рассеяния, Вт	Диапазон значений номинального сопротивления (ряды E24, E96)	Допускаемое отклонение сопротивления, %	Предельное рабочее напряжение, В	Температурный коэффициент сопротивления, ppm/ $^{\circ}\text{C}$	
5	От 1 Ом до 20 МОм	± 1 ; ± 2 ; ± 5 ; ± 10	750	От $+20^{\circ}\text{C}$ до $+200^{\circ}\text{C}$	От -60°C до $+20^{\circ}\text{C}$
10			1000	± 50	± 150

троприводах, оборудовании в условиях воздействий внешних факторов, требующих высокой стабильности и надёжности характеристик, в том числе с целью защиты обслуживающего персонала.

Более подробная информация о новинках и серийно выпускаемой продукции представлена на сайте.

www.erkon-nn.ru
 +7 (831) 202-25-52
 +7 (831) 465-64-31

Вид резистора	L, мм	H, мм	A, мм	Ød, мм	Габаритный чертеж	Внешний вид
P1-152-5-1	38-2	25±1	22±1	5+0,3		
P1-152-10-1	55-2		32±1	5+0,3		
P1-152-5-2	38-2		22±1	5+0,3		
P1-152-10-2	55-2		32±1	5+0,3		

Что «делает» искусственный интеллект в России

Андрей Доезжаев

Российский мегаполис сложно представить без платформенных решений, их значительную часть составляют разработки с применением искусственного интеллекта (ИИ) с перспективой замены стеков импортного ПО. Таков ключевой ИТ-тренд 2023 года, он имеет шансы надолго остаться в памяти. ИТ-специалисты, эксперты в сфере технологий сходятся во мнении, что нейросети с применением ИИ заменят часть профессий, что приведёт к сокращению сотрудников. В статье предложен анализ ситуации с внедрением ИИ в разных сферах жизни.

Отечественные разработки ИИ в городском и коммунальном хозяйстве

При вводе в форму поиска словосочетания innovations in neural networks (инновации в нейросетях) выдаётся огромный массив ответов. Среди них выделяется Национальный проект «Цифровая экономика» с разделом «Информационная инфраструктура», состоящим из нескольких инициатив. ИИ для контроля за ДТП, обработки информации контакт-центров, мониторинга среды. Близкие перспективы использования ИИ демонстрируют в Сеуле, где по принципу метавселенной разработана городская приёмная. Вопрос – когда подобные технологии станут массово применяться в государственных сервисах России – остаётся открытым. Тем не менее отечественную систему «Госуслуги», постоянно совершенствуемую, позиционируют как весьма конкурентоспособную даже относительно стран, где давно развит деловой электронный документооборот. В Пекине, Сеуле, Нью-Йорке и Москве блокчейн стал частью государственных сервисов – в культуре, сохранности реестров, архивной работе, распределении мест в жеребьевках спортивных соревнований и др. Это не что иное, как свидетельство платформенных решений.

Перспективы в правовом поле

Может быть интересным знаковое определение Верховного суда РФ от 14 февраля 2023 г. № 4-КГ22-55-К1 о том, что пассажир имеет право на достоверную и полноценную информацию об автобусных рейсах, а отсутствие

извещения об изменениях в расписании является основанием для взыскания морального вреда. Разумеется, для того, чтобы решение Фемиды состоялось в вашу пользу, нужно озаботиться доказательной базой, подтвердить – зафиксировать проезд, в частности свидетельскими показаниями, время прибытия к месту и т.д. То же по аналогии касается изменения работы государственных органов, точек питания, почтовых отделений, библиотек, да и всего на свете. К примеру, в некоторых учреждениях, предназначенных для услуг гражданам, до сих пор манкируют оперативным информированием в открытом доступе об изменении режима работы, расписания, и чем дальше от столицы – тем чаще встречается такая проблема. Подобных анахронизмов повсюду ещё предостаточно.

В секторе сотовой связи, контроля Интернета и социальных сетей

В 2021 году мобильная связь по стандарту 4G/LTE стала доступна в 1201 условно малом населённом пункте, в которых проживает от 100 до 500 человек, а в 2023 году количество таких пунктов возросло вдвое. Базовые станции подключаются по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) – от этого зависит качество и высокая скорость интернет-соединения. С технической стороны так обусловлен количественный рост и качество перспективных интеллектуальных систем в области контроля информации, они пополняются новыми отечественными разработками. Главный радиочастотный центр (ГРЧЦ) как подведомственное Роскомнадзору учреждение в тестовом

режиме запустил систему «Вебрь» для выявления потенциальных точек напряжённости в сети, способных перерасти в информационные угрозы. Разработка информационной системы велась и в 2022 году [6]. «Вебрь» коррелируется с системой «Окулус», которая уже действует с февраля 2023 года и выявляет нарушения российского законодательства на фото и видео, в том числе в социальных сетях и мессенджерах [7]. Разумеется, эти разработки в умелых руках повышают контроль в условно открытом информационном пространстве (Интернете), совершенствуют уровень контроля за гражданами. Это даёт пользователям, правоохранительным и надзорным органам небывалые доселе перспективы в части установления фактов правонарушений в форме публикации несанкционированных мнений или высказываний. Особый контроль означенных систем направлен на нелояльные социальные группы, «лидеров мнений» с большим количеством подписчиков и общественных деятелей. С правовой точки зрения применение «Окулуса» и «Вебря» вполне законно и соответствует требованиям правоприменительной практики, когда в качестве доказательства противоправной деятельности необходимо подтвердить, зафиксировать и, главное, доказать время, место, способ. При совпадении трёх «параметров» доказательная база для суда считается оформленной. Таким образом, означенные интеллектуальные мониторинговые системы служат для выявления запрещённого контента, фиксации правонарушений по IP-адресу, месту и личности, и, собранные в автоматическом режиме мониторинга с помощью ИИ, сведения являются «заявкой» для возбуждения административного или уголовного производства. Дискуссионным остаётся вопрос о роли контроля за самими пользователями подобного ПО.

Рассматриваемые системы иллюстрируют новый вид метапознания в Интернете. Функционируя в автоматизированном режиме мониторинга, пока полностью не избавлены от контроля операторами: не все

риски – вызовы времени ИИ определяет однозначно, в некоторых случаях важен контекст и совокупность факторов (форма, мотивы, личность, частота – системность и др.).

Чем интересна особенность мониторинга данных в открытом доступе (куда, несомненно, включено и отслеживание по видеокамерам) в части применения правоохранителем? Тем, что система безапелляционно фиксирует нарушения. Если человек-гражданин уже совершил ошибку, нет возможности обратимого процесса; с одной стороны, может быть, это является фактором снижения коррупционных рисков, но, с другой стороны, делает фигуранта зависимым от ИИ, созданного людьми. В методике определения экстремистских проявлений, состоящей из 6 пунктов, есть даже «оправдание экстремизма», а правовой механизм привлечения к ответственности доказывається с помощью в том числе обучаемых систем с ИИ. Несмотря на наличие методических указаний для экспертного и судебного сообщества, разработки которых в научной сфере продолжаются (недавно определилась новая научная область знаний – деструктология, способная объединить специалистов разных профильных сфер), субъективных ошибок до сих пор не избежать, потому что самосознание людей в контексте субъективного выбора – динамически меняющаяся характеристика действия. Следовательно, человек, к которому будут пытаться применить обоснованное законом преследование, должен – по основанию психологической сущности и инстинкта самосохранения – находить возможности и методы для обмана системы ИИ. К примеру, используя эзопов язык и другие методы, чтобы не подпадать под условия трёх оснований, о которых сообщалось выше. Таким образом, интуитивная модель совместима с применением метапознания действий человека при совершении ценностного выбора, зафиксировав который система формирует сигнал-решение. Тем не менее использование метапознания при анализе публикаций в открытом доступе и ценностного выбора, предшествующего им, имеет ключевое значение для безопасности государственного строя. А оценивание этого не является предметом статьи. То же касается возможных решений – от смены направлений деятельности, работы до решений по

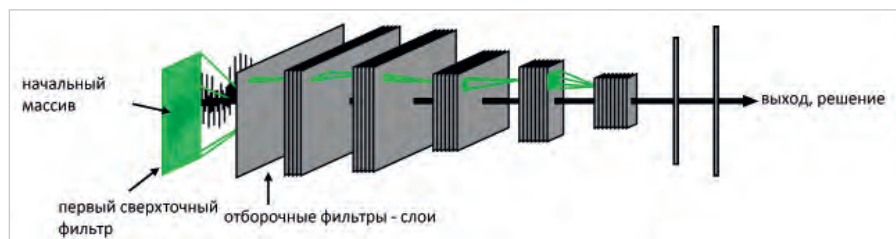


Рис. 1. Иллюстрация выбора решений с помощью нейросетей ИИ

динамично меняющейся «дорожной ситуации». За всем этим «маячат» большие перспективы использования ИИ и нейросетей.

Выявление гениальности и значимых факторов с помощью ИИ

Родоначальник антропологического направления в криминологии и уголовном праве, судебный психиатр Чезаре Ломброзо (1835–1909) в работе «Гениальность и помешательство» не только привёл примеры конкретных людей предшествующего и современного ему времени, включая Ампера, Свифта, Ньютона, Руссо, Шопенгауэра и многих других, но в главе 4 обозначил влияние метеорологических явлений на рождение гениальных людей. Одним из таких явлений является температура окружающей среды. Несомненно, Ломброзо предвосхитил много ожиданий, а на его (и других) идеях научный мир далеко продвинулся как в созидательном, так и в разрушительном направлении. Ко второму относят научные разработки в области вооружений. А к первому – условно полезные достижения ИИ, многие из которых принадлежат медицинской науке; так, в 2022 году с помощью ИИ в исследовании JCI учёными Орегонского университета установлено, что препарат от псориаза помогает в борьбе с алкогольной зависимостью. То, на что разуму человека-исследователя потребовалось бы ещё несколько лет или десятилетий, искусственный интеллект с помощью нейросети выявил быстрее, причём важно: это реализовано не в формате гипотез и идей, а обеспечено доказательной базой со ссылками на известные работы признанных в научном сообществе специалистов. На рис. 1 представлена иллюстрация выбора решения с помощью нейросетей ИИ.

Речь идёт о значительном повышении скорости определения перспективных решений в большом массиве данных. Ситуация по аналогии может

быть сравнима с анахронизмом эпохи – методом библиотечной абсорбции, то есть поглощением частного общим, когда человеку необходимо интеллектуально освоить и обобщить результаты многих экспериментов. Коллективы учёных мужей, изучая большие объёмы информации по теме, даже в Библиотеке Конгресса США, считающейся лучшей мировой копилкой по разным отраслям теоретических и прикладных знаний, не смогли бы быстро прийти к новым идеям, как это делают теперь ИИ и нейросети.

ИИ для совершенствования коммуникации и образования личности

Предметом длительных исследований в психологии и неврологии является определение влияния индивидуальных характеристик поведения человека и его восприятия окружающими для выработки методов совершенствования, изменения, влияния социальной коммуникации. Перспективное исследовательское направление в науке получает новый импульс, когда учёные и разработчики применяют для экспериментов современную РЭА и возможности нейросетей. С помощью обучаемых нейросетей определение персональных характеристик личности осуществляется быстрее и точнее, что очень важно в условиях больших массивов данных для вычислений [3].

Пока самосознание типичного человека разумного работает с ценностными решениями, не подразумевающими единственно правильного варианта действий. Типичный когнитивный стиль осознания смысла информации характеризуется тем, что от восприятия к ценности в один момент времени предполагается один объективно правильный ответ; это перцептивное решение. Но возможности мозга всегда были шире. Другое дело, что мозг человека не может обработать значительный массив вариантов и быстро. Это связано с функционированием и



Рис. 2. Сенсорный ортопедический протез с датчиками фирмы Scaime

«устройством» ограниченной памяти человека, субъективным влиянием стимула и мотивации деятельности. Если предположить, что стимул неочевиден или, наоборот, «слишком очевиден», вариант решения уже присутствует в условном списке, соответствующем задаче исследователя, человеческий разум подгоняет «одно к другому»; проявляется пресловутый «человеческий фактор». Психоаналитик Д.А. Олышанский, мой учитель и один из основателей лакановского психоанализа, на основе почти 20-летних исследований утверждает, что поведение человека определяется тем, что мозг принял решение заранее. Действия – это результат заранее обдуманного анализа тогда, когда ситуация не является внезапной. Так или иначе, мы постоянно прокручиваем разные варианты тех или иных решений, а те, кто делает это систематически и профессионально, становятся гроссмейстерами в шахматном спорте.

Что касается нейросетей с ИИ, существует иной стиль поиска решений, не подразумевающий одного объективно правильного ответа, а основанный на вариантах – это ценностные решения (в отличие от перцептивных). Проиллюстрируем разницу простым примером из области бихевиоризма. Увидев яблоко или апельсин на столе, человек примет перцептивное решение – хочет ли он именно теперь откусить, в то время как для принятия ценностного решения важно – хочет ли он продегустировать именно яблоко или апельсин. Выражая предпочтение через выбор, человек манифестирует

персональные качества. Интересна «схема выбора», вариативные метания внутренних предпочтений. При исследовании метапознания с помощью статистических моделей можно оценить связь между точностью – сделан ли верный выбор – и уверенностью в правоте. Но в экспериментах, посвящённых ценностному выбору, «точность» определить весьма трудно. А в стандартной и статистической модели поведения люди чувствуют себя увереннее, когда принимают относительно простые решения.

Для выявления нейронной основы процесса принятия решений, кроме прочего, исследователи применяют МРТ [10]. Во многих исследованиях субъективных решений определение ценности различных смыслов и предметов коррелировало с активностью вентромедиальной префронтальной коры мозга. Когда испытуемые были уверены в своем выборе, в этой области наблюдалась мощная активация нейронов [9]. И напротив, латеральная фронтополярная кора – область мозга, обеспечивающая метакогнитивную чувствительность, определяла уверенность в решениях, но относительно невосприимчива к ценности. Да, люди чувствуют, когда действуют в соответствии со своими ценностями, а знание о самих себе имеет схожую с метапознанием нейронную основу, задействованную при принятии решений [2]. Эксперименты показывают, в каком смысле человек действительно может «хотеть» чего-то. В некоторых случаях естественно связать поведение с физиологией и, в частности, с ограничения-



Рис. 3. Вид на датчик усилия фирмы Scaime и место его расположения в ортопедическом протезе

ми, налагаемыми сенсорной трансдукцией. К примеру, различение цветов ограничено количеством типов колбочек в сетчатке глаза, обонятельная дискриминация ограничивается классами рецепторов в носу [10]. В иных случаях поведение может быть связано со свойствами окружающей среды, отдалённых от ограничений периферической трансдукции. Так, распознавание лиц привычнее с вертикальной позиции обзора (относительно горизонтальной или диагональной) потому, что преимущественно в нашем окружении мы сталкиваемся с вертикальным форматом обзора (чаще ходим, чем лежим). Физиологические факторы и факторы окружающей среды формируют не только поведение человека, но и его двигательную активность. Это знание важно для разработки приближённых к естественным, адаптированным сенсорным протезам (протезам, оснащённым датчиками), их проектирование выигрывает с расширением возможностей программирования датчиков. На рис. 2 представлен сенсорный ортопедический протез с датчиками фирмы Scaime.

На рис. 3 представлен датчик усилия фирмы Scaime и место его расположения в ортопедическом протезе.

Это прочный и лёгкий титановый датчик. Измерение усилия на коленном протезе позволяет хорошо адаптироваться и управлять ходьбой по любой местности.

Тем не менее ограничения и прогнозирование поведенческой активности трудно определить из-за меняющихся условий окружающей среды

во время эволюции или развития, а иногда такой подход для людей этически неприемлем. Глубокие сверточные нейронные сети (ГНС) применяют в разных сферах деятельности человека. Так, моделированные представления слухового нерва размером 100 на 1000 мкм подвергали анализу в ГНС, состоящих (каждая) из ряда слоёв прямой связи. Слои иерархически организованы и реализовывали одну из операций: линейную свёртку, точечное нелинейное выпрямление, объединение средневзвешенных значений, пакетную нормализацию, линейное преобразование, регуляризацию отсева и классификацию softmax [2]. Справедлив вопрос: уместно ли использовать современные ГНС, чтобы получить нормативное представление о сложных задачах восприятия? В этой связи важен нормативный анализ, но для большинства прикладных задач получение верифицируемых оптимальных решений аналитически трудноразрешимо. Свойства сенсорной трансдукции сложны, а параметры естественных, биологических факторов и окружающей среды трудно определить математически. В этих целях архитектуру общего назначения DNN оптимизируют для сложных реальных задач. Привлекательной альтернативой также служит сбор множества аттракторов и оптимизация модели для выполнения конкретной задачи. Даже не являясь оптимальными, вычислительные модели с помощью ИИ могут выявить ограничения, дающие представление о прогнозируемом поведении человека. Это перцептивные решения с учётом персональных сенсорных входных данных и сенсорных рецепторных ответов. Пока биологические системы восприятия не достигают оптимальной производительности, люди обладают поведенческими характеристиками идеальных экспериментаторов, что также идёт на пользу развитию ИИ.

Архитектура нейронной сети и сетевая нейрофизиология

На производительность искусственной нейронной сети влияют как конкретные факторы, полученные во время её «обучения», так и параметры, определяющие архитектуру сети. Активность человеческого мозга оценивают в 100 млрд нейронов. Если по предложенной и обоснованной

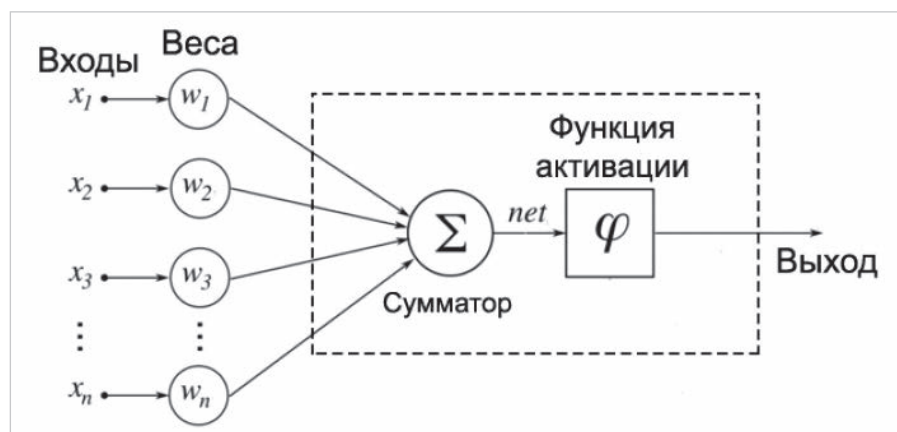


Рис. 4. Нейронная сеть по схеме последовательного соединения выходов одних нейронов со входами других

в [8] версии данное значение умножить на 200 (секундная работоспособность) и еще на 1000 (количество соединений), получим скорость работы мозга, равную 20 квадриллионам операций в секунду. Можно сказать, что мозг вырабатывает энергию, условно равную 10 Вт. Предположительная ёмкость мозга в электронных терминах составляет около 1000 терабайт [8], притом что искусственный нейрон как нелинейная функция от линейной комбинации всех входных сигналов является упрощённой моделью естественного нейрона. В обоих случаях – натуральном и искусственном – функция активации мозговой деятельности одна: результат размышления определяется на выходе. Объединённые в сеть искусственные нейроны представляют схему последовательной нейронной сети (рис. 4) [8].

Модель нейронной сети с высокой производительностью определяется случайной архитектурой, состоящей из нескольких слоёв с прямой связью, реализующих операции линейной свёртки, нелинейного выпрямления, нормализации и объединения (рис. 4). Разработчики в области высоких технологий используют архитектуру DNN для понимания поведения в нормативных терминах, где присутствуют нейронные связи. Тема, так же как создание нейросетевого инструмента для высокопроизводительной обработки информации общегосударственного применения на основе фотонной технологии, отлично раскрыта в [8]. Притом что характеристики восприятия конкретного параметра проявляются в оптимизированных DNN, изучение и сопоставление разных вариантов архитектур привели к широкому распределению обучающих задач [9].

Практические инновационные разработки против стресса

Исследователи из Корнельского университета создали прототип устройства для пассивного снятия стресса, принцип работы которого основан на поглощениях. Лучше всего оно работает на участках кожи с волосатым покровом, но нужный эффект достигается и на гладкой коже. Эксперименты на добровольцах доказали его эффективность в снижении уровня стресса без создания каких-либо затруднений для пользователя. При исследовании, описанном в [2], [5], выявлено 7 «общих стрессовых» генов, но с разными функциями: энергетический обмен веществ, управление молекулами кальция, регулирующие внутренние органеллы и реакцию на окружающую среду, а также соединение клеток друг с другом и взаимодействие. Насыщенность клетки мозга молекулами кальция и скорость движения соответствующего потока является основополагающим фактором реакции организма на окружающее воздействие, в частности, на температуру воздуха, о чём мы будем говорить далее.

Перспективные исследования генной инженерии показывают, как на состояние клетки влияют лекарства от психоневрологических расстройств. Хронический стресс – залог повышенной тревожности, депрессивных состояний, мании, психозов и др. нозологий, связанных с деформацией эмоционального состояния. При наличии средств влияния на молекулярный фундамент клетки мозга и нейронных цепей можно корректировать «общий ген» стресса [2]. С психологической точки зрения объяснимо, как методы против стресса делают для организма

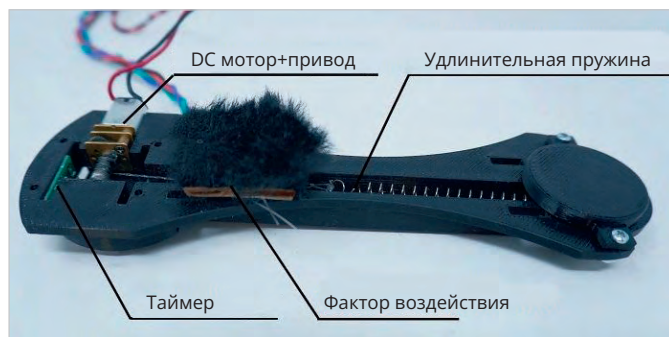


Рис. 5. Вид электронного тренажёра против стресса

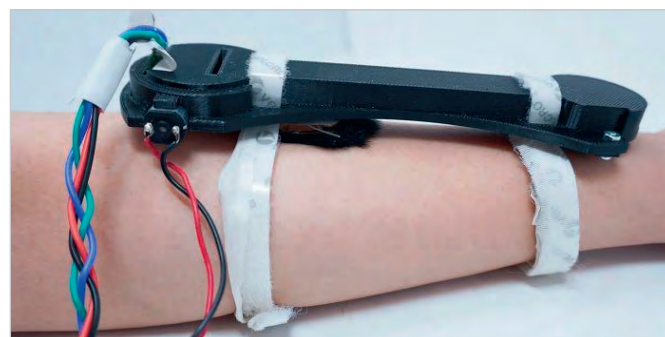


Рис. 6. Электронный тренажёр с вибрационным приводом, вид сбоку

главное – вынуждают человека что-то делать. Варианты: медитация, йога разных видов с элементами дыхательной гимнастики и даже банальная физическая активность – зарядка; при таком систематическом движении стресс уже ощущается меньше, ибо человек приобретает или восстанавливает способность влиять на события, физически чувствует «прилив силы». Есть активные и пассивные методы снятия стресса. Первые касаются коррекции изменения химического состава нейрона, в том числе методом, рассмотренным выше, вторые – связаны с внешним воздействием. Объятия, похлопывания по плечу, поглаживания по руке – аффективные прикосновения – это разновидность тактильного контакта. Они используются одной живой особью для успокоения другой – не обязательно применительно к людям, это актуально и для высокоорганизованных млекопитающих. Это свойство легло в основу устройства тактильного воздействия с элементом легкой вибрации (рис. 5). На закреплённой на предплечье пластине (рис. 6) с помощью миниатюрного электромеханического привода по руке (коже) перемещается кусочек синтетического меха, создавая приятный эффект поглаживания. Практические эксперименты показали, что отрицательного физического воздействия устройства на поверхность кожи и участки организма не заметно. При этом уровень стресса во время работы устройства снижается примерно вдвое. Таковы результаты исследований и описаний в [4]. Эффект напоминает сентенцию классика с мировым именем Н. Гоголя: «Хорошего обращения человека завсегда видно – он не ест, не пьёт, а сыт». Остальные показатели функционирования организма не меняются. При испытаниях фиксировали впечатление людей, участвующих в эксперименте: «как будто меня поглажива-

ли мягкой щеткой». При обсуждении этой новации люди нередко задавали вопросы, их волнующие: а разработаны ли версии устройства для домашних животных, а также для крупного рогатого скота?

Примеры экосистемы или ИИ на замену человеку

Технологии ИИ для расширения возможностей своей платформы при обработке информации активно используются в холдинге The Arena Group, где, в частности, научились писать статьи с помощью ИИ, и так (небесспорно пока) оптимизировать процессы подготовки контента и публикаций. Однако, если ИИ пока не может создавать выдающиеся по качеству творения эпистолярного жанра, это не означает, что так не будет в будущем. Кроме того, ИИ позволяет открывать новые способы привлечения клиентов, а это уже бесспорный факт. ИИ-технологии применяют для проверки на оригинальность текста, всех видов символьных и смысловых ошибок, включая синтаксис, для анализа новостной повестки, быстрого выбора актуальных тем и подборки сопутствующих материалов из архивов. Автоматизация обработки информации позволяет снизить нагрузку на людей и ускорить создание новых объектов интеллектуальной собственности, право и ценность которых владельцы, разумеется, закрепляют за собой. Однако из проблемного поля «вырисовывается» непроработанная пока зона и критерии юридической ответственности за нарушения в области создания объектов ИИ. К примеру, споры между правообладателями таких инновационных объектов в определённых ситуациях (при использовании однотипных лингвистических баз, словарей, составов облачных хранилищ, которые для экономии ресурсов – особенно в российской традиции – постараются делать унифицирован-

ными) вполне могут возникать. Пока ИИ работает в связке с журналистами-людьми и подконтролен им, опасаться, казалось бы, нечего, ИИ не предназначен для замены труда журналиста, корректора и редактора в человеческом обличье.

Следующий пример связан с интернет-браузером Opera, где разработчики обучили ИИ выдавать краткое содержание статей с помощью механизма и чат-бота ChatGPT, но функция только тестируется. Новый функционал связан с инструментом «Сократить», встроенным в рабочую панель окна браузера справа от адресной строки. После клика в левой части рабочего стола возникает окно ChatGPT, где сгенерировано лаконичное описание статьи или просматриваемой веб-страницы. Это позволит изучать краткое описание веб-страницы на манер изучения в школе краткого содержания крупных литературных произведений.

Выводы

Национальная стратегия развития ИИ на период до 2030 года предполагает переход от импортозамещения отдельных ИТ-продуктов к формированию стековых российских платформ, замещающих импортное ПО. В принципе, он состоялся, хоть и нуждается в совершенствовании, которому, как известно, нет пределов. В этом аспекте крайне важно, чтобы профильные специалисты в разных сферах применения ИИ (интеграторы) работали слаженно и поддерживали систему в целом. Что касается замены природных биологических организмов с помощью ИИ, то она произойдёт в будущем по тем условиям и с теми ограничениями, которые установят люди. Обучаемые нейросети и ИИ значительно опережают биологические возможности homo sapiens в области быстрого анализа, принятия не ангажированных «человеческим фактором» реше-

ний, поиска и фильтрации информации и становятся безальтернативными моделями биологического обучения и системной эволюции, оптимизированной для обучения с учётом конкретных задач. Уже есть сферы, где ИИ нет равной и эффективной замены. Это мы обсудили в статье. Да, профессионалы научились жить в режиме многозадачности. Но «много» – не значит цифры с несколькими нулями. Мозг человека, даже одарённого, с его биологической природой не способен анализировать ситуации в режиме сложных многофакторных задач одновременно по тысячам обозначенных критериев и примеров; не имеет такой физической аналитической способности. С другой стороны, ИИ пока не достиг уровня восприятия информации в контексте, когда даже тональность голоса при одном и том же выражении показывает отношение к действительности, сопереживания и «человеческого участия»; он избыточно логичен, а потому полной замены человеку обеспечить не может. Неразрешимые пока различия приводят к условной разнице поведения человека как биологической системы и оптимизированной для помощи ему нейронной сети ИИ. Поскольку архитектуры нейронных сетей с применением ИИ далеки от полного соответствия есте-

ственным биологическим процессам, пока это лишь перспективные паллиативы с приближением к функционалу нейронных сетей в мозгу человека. Он, как известно, до конца не изучен. Представления обученной нейронной сети и представления активного мозга могут не совпадать, что приводит к различиям в «поведении» ИИ по сравнению с людьми. Тем не менее относительно быстрое обучение нейросетей с ИИ даёт широкие перспективы их развития и оптимизации. Но главная проблема остаётся неразрешённой – как человек будет контролировать их, ибо такой контроль необходим.

Литература

1. *Аванти К.-А.* Почему люди злые? // URL: <https://www.shkolazhizni.ru/psychology/articles/108266/>.
2. *Демин К.А., Кротова Н.А. и др.* Эволюционно законсервированные паттерны экспрессии генов для аффективных расстройств, выявленные с помощью межвидового транскриптомного анализа мозга у людей, крыс и рыбок данио // Scientific Reports, дек. 2022. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-22688-x>.
3. *Келл А. и др.* Модели сенсорных систем с глубокими нейронными сетями // Scientific Reports. 2019. № 55. С. 121–132. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-27366-6>.
4. *Мартыненко А.* Простейшее устройство незаметно для носителя снижает уровень его стресса вдвое // URL: <https://www.techcult.ru/science/11843-ustrojstvo-snizhaet-uroven-stressa>.
5. У людей, крыс и рыб нашли общие «гены стресса» // Наука и жизнь. 2023. № 3. URL: <https://www.nkj.ru/news/47441/>.
6. Роскомнадзор запустит систему «Вепрь» для выявления угроз в Сети // URL: https://ria.ru/20230220/roskomnadzor-1853058079.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop.
7. Роскомнадзор запустил систему поиска запрещённого контента в Сети «Окулус» // URL: <https://ria.ru/20230213/okulus-1851607639.html>.
8. *Сведе-Швец В.* Разработка 3D фотон-электронной матричной нейросетевой реконфигурируемой платформы для высокопроизводительной обработки информации // Современная электроника. 2023. № 1. URL: <https://www.soel.ru/online/razrabotka-3d-foton-elektronnoy-matrichnoy-neyrosetvoy-rekonfiguriruemyy-platformy-dlya-vysokoproiz/>.
9. *Седдлер М. и др.* Модели глубоких нейронных сетей // URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-27366-6/figures/2>.
10. *Флеминг Г., Стивен М.* Метамышление. Как нейронауки помогают нам понять себя. М.: Individuum, 2023. 288 с // URL: <https://nplus1.ru/blog/2023/02/20/the-science-of-self-awareness>.



НОВОСТИ МИРА

«Росэлектроника» начала выпуск компактных станций спутниковой связи

Холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации Ростех начал поставки компактных спутниковых станций для организации широкополосной связи в полевых условиях. Оборудование способно работать при экстремальных температурах, высоких ветровых нагрузках и при этом помещается в обычный рюкзак.

Новая радиостанция, разработанная НПЦ «Вигстар» (входит в «Росэлектронику»), обеспечивает скорость передачи информации по спутниковому каналу связи от 2 до 4 Мбит/с. Общий вес изделия в зависимости от модификации составляет от 5 до 10 кг, диаметр разборной антенны – 55 см, а развёртывание радиостанции занимает не более двух минут. Оборудование способно работать при температуре от –45 до +55°C и выдерживает жёсткий шторм со скоростью ветра до 30 м/с.

Разработка отличается простотой настройки и представляет собой универсальную платформу, совместимую с широким спектром модемного оборудования. Благодаря сменным облучателям радиостанция способна работать в Ku-, Ka- и Q/Ka-диапазонах частот.



Изделие включено в состав мобильных узлов связи для работы в условиях чрезвычайных ситуаций (МУС ЧС). Комплексы на базе специализированного автомобиля КАМАЗ повышенной проходимости выпускаются Рязанским радиозаводом (входит в «Росэлектронику») и поставляются МЧС России.

Новая радиостанция – это инициативная разработка НПЦ «Вигстар» для гражданского рынка, не имеющая отечественных аналогов и не уступающая по техническим характеристикам зарубежной аппаратуре. Решение может применяться не только службами экстренного реагирования, оборудование позволяет оперативно организовать спутниковый канал, например, во время ремонтных работ на удалённых промышленных объектах, или обеспечить связь при проведении выездных мероприятий. Первые серийные изделия уже отгружены Рязанскому радиозаводу для оснащения МУС ЧС, рассказал генеральный директор НПЦ «Вигстар» Анатолий Попович.

Новая радиостанция – это инициативная разработка НПЦ «Вигстар» для гражданского рынка, не имеющая отечественных аналогов и не уступающая по техническим характеристикам зарубежной аппаратуре. Решение может применяться не только службами экстренного реагирования, оборудование позволяет оперативно организовать спутниковый канал, например, во время ремонтных работ на удалённых промышленных объектах, или обеспечить связь при проведении выездных мероприятий. Первые серийные изделия уже отгружены Рязанскому радиозаводу для оснащения МУС ЧС, рассказал генеральный директор НПЦ «Вигстар» Анатолий Попович.

industry-hunter.com

НОВОСТИ МИРА

Найден мостик перехода от электроники к фотонике

Физики из МФТИ изучили оптические свойства нитрида бора (незаменимого компонента для двумерных материалов) и обнаружили, что он обладает рекордным показателем преломления в ультрафиолетовом свете. Это значит, что материал может стать основой разработок в области нанофотоники, в частности заменить электронные компоненты в интегральных схемах компьютеров. Для демонстрации практического применения нитрида бора учёные сконструировали нанометровый волновод, показавший высокую эффективность. Работа опубликована в журнале *Materials Horizons*.

Фотонные устройства передают информацию с помощью фотонов и в скором времени могут заменить электронные, поскольку свет перемещается гораздо быстрее электронов, а при распространении сигнала в этом случае нет потерь и нагрева из-за сопротивления материала проводника. Однако минимальный размер фотонных элементов ограничен длиной волны проходящего света. Для создания нанометровых устройств необходимо использовать материалы, пропускающие ультрафиолетовые волны, длина которых менее 300 нанометров. Более того, материал должен обладать высоким показателем преломления, чтобы ещё больше сжать волну, и быть доступным: недорогим и простым в производстве. Физики из МФТИ ищут соединения, которые удовлетворяют всем указанным условиям.

– Научный сотрудник Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ Георгий Ермолаев рассказывает:

Показатель преломления очень важен в фотонике. Чем он выше у материала, тем выше эффективность устройств, сделанных из него, тем проще управлять светом. Благодаря этому сейчас активно развивается целое направление исследований – высококоррефрактивные материалы.

В последней работе учёные Физтеха исследовали оптические свойства гексагонального нитрида бора hBN и обнаружили, что он обладает рекордным показателем преломления в ультрафиолетовой области. Также физики разработали на основе нитрида бора оптические элементы: нанометровый волновод и хиральное зеркало.

Несмотря на применение материала в двумерной нанофотонике и оптоэлектронике, его оптические свойства изучались в достаточно узком диапазоне длин волн. Отчасти это связано с небольшим разме-

ром образцов нитрида бора, что затрудняло экспериментальные измерения. Физики из МФТИ смогли определить показатель преломления и анизотропии вещества в широком диапазоне от 250 до 1700 нанометров с помощью эллипсометрии и сканирующей оптической микроскопии. Максимальное значение показателя преломления в ультрафиолетовом свете на длине 250 нанометров составило 2,75, что позволяет создавать фотонные элементы порядка десятков нанометров. Столь миниатюрные устройства можно использовать в фотонных интегральных схемах компьютеров вместо электронных компонент.

Чтобы показать практические возможности нитрида бора, физики сконструировали 40-нанометровый волновод – канал, переносящий свет. Компьютерное моделирование показало, что свет в волноводе распространяется практически без оптических потерь, не затухая. Также учёные создали из нитрида бора модель хирального зеркала – устройства, которое отражает закрученный в одну сторону поляризованный свет и пропускает свет, закрученный в другую. Зеркало поможет отличать биомолекулы, имеющие одинаковый состав и строение, но несимметричные. Например, такой прибор нужен в фармакологии, поскольку описанные хиральные молекулы могут обладать различными свойствами.

Низкие оптические потери, высокий показатель анизотропии и рекордный показатель преломления в ультрафиолетовом свете делают нитрид бора перспективным материалом для создания нанофотонных устройств.

Георгий Ермолаев комментирует:

– Ультрафиолетовая нанофотоника только зарождается: нужно уменьшать длину волны света, чтобы уменьшать размеры фотонных устройств. Мы показали, что нитрид бора – отличная платформа для этого, так как, помимо высокого показателя преломления, у него еще и гигантская оптическая анизотропия, которая также увеличивает его эффективность. А низкие оптические потери позволяют передавать информацию на большие расстояния практически без затухания. Мы нашли наконец-то мостик, который бы позволил перейти от электроники к фотонике, то есть использовать преимущества фотона по сравнению с электроном. Сейчас работаем над тем, чтобы уже в реальной фотонной интегральной схеме показать это превосходство.

industry-hunter.com

Антисанкционный абсолютно весь: выпущен ПК на российском процессоре с отечественной ОС

Российская компания Mobile Inform Group (MIG) выпустила системный блок «Акинак» на базе отечественного процессора «Скиф». Чип разработан зеленоградским НПЦ «Элвис» в 2021 году. Новинка получила также материнскую плату собственной разработки.



Сам процессор основан на архитектуре ARM и использует 4 ядра Cortex A53 (архитектура ARMv8 64 bit) на частоте 1,8 ГГц. В чипе есть видеомодуль PowerVR Series8XE GE8300 с тактовой частотой до 850 МГц, поддержка спутниковых навигационных систем и доверенный контур загрузки и управления.



На плате также распаян модуль eMMC 5.1 объёмом 32 Гбайт для загрузки системы. Есть 8 Гбайт ОЗУ LPDDR4, максимум составляет 64 Гбайт. Также есть microSD до 32 Гбайт и интерфейс SATA II. На плате присутствуют два разъёма M.2, опционально можно установить в них накопители, но по умолчанию там есть модуль Wi-Fi и Bluetooth, а также модем 5G.

В качестве ОС заявлен дистрибутив Linux из числа отечественных – самым подходящим считают «Альт», но есть поддержка и других решений.

Пока не сообщается, сколько стоит такой ПК, ведь производство буксует из-за отсутствия процессоров.

industry-hunter.com

Летать? Легко! Датчики КТР для беспилотников

Александр Бекмачев

Эта статья об инерциальных датчиках КТР адресована не только энтузиастам полётов и разработчикам систем управления БПЛА. Но и тем, чья задача – создавать и модернизировать блоки контроля и управления перемещением безэкипажных морских и речных судов, автономных сухопутных транспортных средств – колёсных, гусеничных, шагающих, а также обеспечивать стабилизацию полезной нагрузки. Обзор характеристик МЭМС датчиков движения и готовых модулей на их основе призван облегчить выбор и сократить путь до внедрения в изделия.

Беспилотная техника стала привычным явлением современной жизни. В наше время отпадает необходимость в визуальной инспекции и контрольной фотосъемке трассы магистральной газовой трубы с борта самолёта или вертолёта. Обзорную панораму городских новостроек или рекламное фото курортного побережья с высоты птичьего полёта можно сделать, не вставая со скамейки. Даже для доставки посылки в труднодоступную местность по воздуху больше не нужен волшебник в голубом вертолёте. Всё это дешевле, безопаснее и экологичнее делают теперь машины, которые мы привычно называем «беспилотники».

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), беспилотные воздушные суда (БВС), дроны, коптеры – всё, что может быть объединено англоязычной аббревиатурой UAV – unmanned aerial vehicle – уже не вызывают у нас того благоговейного восхищения, которое сопровождало первые паровозы 200 лет назад. БПЛА стал привычным инструментом, который отправляется в автономный полёт по назначенной траектории или удалённо управляется оператором на избранных участках маршрута.

Для наглядности рассмотрим именно воздушные суда. Они в наибольшей степени находятся «на виду» и наиболее массовы в отличие, например, от подводных беспилотников, которые также перемещаются в трёх пространственных измерениях. Безэкипажные надводные суда (USV), беспилотные наземные колёсные, гусеничные, шагающие и прочие аппараты (UGV) порой незаменимы в своих областях применения, и к ним в равной степени мож-

но приложить большинство технических решений с БПЛА.

Основой функционирования беспилотной техники и источником информации для неё служат датчики: скорости, ускорения, наклона/поворота, давления, магнитного поля, электромагнитного излучения, включая УФ-видимый и ИК-спектры, электрической ёмкости, химического состава окружающей среды, наличия пыли, уровня влажности, акустические и другие, более специфические.

Для выполнения поставленных задач беспилотник, в первую очередь, как и человек, которого он заменяет, должен надёжно ориентироваться в пространстве: различать положения «влево-вправо», «вперёд-назад», «вверх-вниз», а также определять направление движения – курс и скорость.

Этой цели – навигации – как раз и служат инерциальные датчики, дополняемые электронными компасами и сигналами глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Вторая задача, выполняемая инерциальными датчиками на борту беспилотного средства, – это управление полезной нагрузкой: манипуляторами, камерами, другими исполнительными устройствами.

Инерциальные датчики

Базовые инерциальные датчики – это акселерометры и гироскопы. Путём их комплексирования создаются средства измерения параметров движения с расширенной функциональностью.

Акселерометр

Служит для измерения линейной скорости и ускорения. Современные

МЭМС-акселерометры представляют собой ИМС с заключённым внутри чувствительным элементом. Вместе со схемами нормирования сигнала и формирования одного из интерфейсов промышленного стандарта МЭМС-акселерометры могут помещаться в прочный корпус со встроенным электрическим соединителем, стойкий к внешним воздействиям.

Гироскоп

Предназначен для измерения угла наклона/поворота, а с системой обработки сигнала – для измерения углового ускорения и угловой скорости. Отсюда происходит и отечественный термин «датчик угловой скорости» – ДУС. Конструктивное разнообразие современных гироскопов велико – волоконно-оптические (ВОГ), кольцевые лазерные (КЛГ), твердотельные волновые (ТВГ). Мы рассмотрим наиболее бюджетный, выполненный по технологии МЭМС. Как и чувствительный элемент МЭМС-акселерометра, кристалл МЭМС-гироскопа помещается в один из стандартных корпусов ИМС, а тот, при необходимости, вместе с сопутствующими схемами предварительной обработки закрывается внешней оболочкой с разъёмом или кабельным жгутом.

Инерциальный измерительный модуль

Когда ставится задача одновременного измерения поступательного или вращательного движения в двух-трёх плоскостях, становится технически и экономически целесообразно объединять в один кластер от 2 до 6 чувствительных элементов акселерометров и гироскопов. Такой инерциальный измерительный модуль может иметь вид интегральной микросхемы для монтажа на печатную плату или выглядеть как функционально законченное изделие в ударостойком пластиковом или металлическом корпусе с отверстиями, пазами для крепления и встроенным электрическим соединителем для сигнальных и силовых цепей.

Инерциальная навигационная система (ИНС)

Как следует из названия, ИНС призвана решать навигационные задачи. В дополнение к 6 осям инерциальных датчиков (акселерометров и гироскопов) ИНС содержат до 3 осей магнитометров – электронных компасов для надёжного определения курса. Модуль ИНС также может иметь встроенный барометрический датчик для определения собственной высоты над уровнем моря и расширенный набор интерфейсов для приёма информации от внешних устройств, таких как датчик воздушной скорости или одометр. Наилучшее качество навигационного решения достигается при комбинировании информации от перечисленных выше датчиков с данными от ГНСС.

Инерциально-спутниковая навигационная система (ИНС+ГНСС)

Может конструктивно состоять из двух отдельных устройств – модуля ИНС и модуля приёмника ГНСС с 1 или 2 разнесёнными антеннами, либо приёмник ГНСС может встраиваться в модуль ИНС. В этом случае на модуле

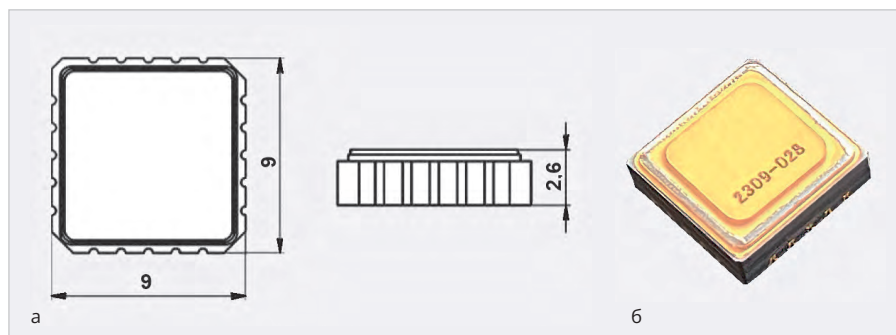


Рис. 1. ИМС акселерометров: а) габаритные размеры; б) внешний вид

ИНС+ГНСС, кроме интерфейса обмена данными и разъёма для подключения источника питания, предусмотрено и гнездо для антенного кабеля. Благодаря такому комплексированию данных от различных источников и внесению взаимных поправок достигается точность позиционирования ± 10 см. Ещё более высокая точность реализуется при взаимодействии модуля ИНС+ГНСС по радиомодему с наземной сетью трансляции навигационных данных.

Время ставит задачи – больше беспилотников

В рамках российской Национальной технологической инициативы через

утверждённые Инфраструктурные центры реализуются программы «Авто-нет» и «Аэронет», которые, среди прочих задач, интегрируют беспилотные технологии в экономику страны. Воздушные беспилотные системы ожидаемо демонстрируют более интенсивный рост как по объёму выпуска на территории РФ, так и по спектру решаемых задач. Очевидно, что высокий спрос на БПЛА – это тренд ближайшего времени. Такой взрывной рост потребности вскрыл неизбежную проблему. Отечественная МЭМС-индустрия сейчас, к сожалению, не успевает за потребностями рынка и не в состоянии быстро обеспечить заказчиков датчиками и

МЫ РАСТИМ БУДУЩЕЕ...

**ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ
Фаворит-ЭК**

ИДМ

АРЕБОС

ИНТЕГРАЛ

МЭМС ЭЛЕКТРОНИКА

ЭМИПАНД

АУСМЕД

ampli

АЕДОН

KB cистемы

TDK-Lambda

TESLA ELECTRIC

Great River Technology

ChipSTAR

АО ГИРООПТИКА

Microsemi

Maxwell

TRIVAL antene

АМИТРОН

BOVA

GSS

CYPRESS

CRANE ELECTRONICS

ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ

SAFRAN

sensoror

IOR HiRel

anadigm

ПАО «ЗАВОД АТАЛАНТ»

CviLux Group

SGX SENSORTECH

Wolfspeed

K-T-P

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭЛЕКТРОСОЕДИНИТЕЛЬ

septentrio

Лаборатория Микроприборов

СНЕЖЕТЬ

**ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ
ПРИЕМНИКИ ГНСС**

MATSUO

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Актуальный склад - смотрите онлайн

Россия, 105318, Москва, Семеновская площадь, д.7, e-mail: info@favorit-ec.ru, тел/факс: +7(495) 627 76 24, www.favorit-ec.ru

Реклама

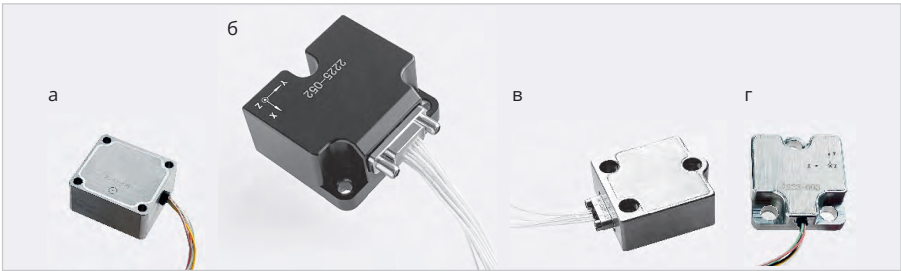


Рис. 2. Внешний вид гироскопов: а) Н111-300; б) Н301; в) Н302; г) Н303

Таблица 1. Сравнительные характеристики ИМС акселерометров

Параметр	Единица измерения	Название			
		A106	A309	A310	A311
Тип корпуса, кол-во осей	—	LCC20, 1 ось	LCC20, 3 оси	LCC20, 3 оси	LCC20, 3 оси
Диапазон измерений	g	±5; 10; 15; 30; 50; 100; 200	±50	±50	±50
Разрешающая способность	%, макс или mg	0,3 ... 10 % макс	2,5 mg	2,5 mg	2,5 mg
Интерфейс	—	Аналоговый: 0,5 ... 4,5 В при Упит. = 5,0 В	Аналоговый	Аналоговый	SPI
Дрейф нуля на температурном диапазоне	mg	< 50 ... < 1000	< 250	2,5±0,05 В	100
Температурный коэффициент смещения	mg/°C	< 0,75 ... 10	< 1	< 1	≤ 2
Температурная стабильность масштабного коэффициента (МК)	ppm/°C	100	100	100	≤ 444150
Нелинейность	% от МК	< 0,3 ... 0,5	< 0,5	< 0,5	≤ 0,3
Масштабный коэффициент	мВ/g	400±5 ... 10±1	40±1	40±1	—
Полоса пропускания (-3 дБ)	Гц	0...250 / 0...500	0...500	0...1500	400
Резонансная частота	кГц	1,7 ... 9,8	X/Y: 8,1; Z: 5,0	X/Y: 8,1; Z: 5,0	X/Y: 8,0; Z: 5,5
Диапазон рабочих температур	°C	-40 ... +85 (-55 ... +125)	-55 ... +125	-55 ... +125	-45 ... +85
Стойкость к ударам	g	20 000 (полусинус, 3 раза в каждом напр.)	10 000 (полусинус, 0,15 мс, 3 раза в каждом напр.)	10 000 (полусинус, 0,15 мс, 3 раза в каждом напр.)	10 000 (полусинус, 0,15 мс, 3 раза в каждом напр.)
Стойкость к вибрации	g	20 СКЗ, (20 ... 2000 Гц случайн., 30 минут в каждом напр.)	20 СКЗ, (20 ... 2000 Гц случайн., 30 минут в каждом напр.)	20 СКЗ, (20 ... 2000 Гц случайн., 30 минут в каждом напр.)	20 СКЗ, (20 ... 2000 Гц случайн., 30 минут в каждом напр.)
Напряжение питания	В	5,0 (3,0 ... 7,0)	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,1
Потребляемая мощность	мВт	3	—	—	125

Таблица 2. Сравнительные характеристики гироскопов

Параметр	Единица измерения	Название			
		H111-300 (1 ось)	H301	H302	H303
Размеры корпуса	мм	24×20×10,2	44,8×38,6×20	25,6×23×10	22,4×22,4×8
Диапазон измерений	°/с	±300	±450	±450 (расш. до ±3600)	±450
Разрешающая способность	°/с	0,005	0,005	0,005	—
Интерфейс	—	SPI	RS-422	RS-422	RS-422
Дрейф нуля	°/ч	10 (1σ)	≤8	≤10	20 (1σ, 10 с)
Нелинейность МК	ppm или % от МК	≤ 0,1 % от МК	≤ 20 ppm	≤ 50 ppm	≤ 50 ppm
Полоса пропускания (-3 дБ)	Гц	120	150 (10 ... 250)	150 (10 ... 250)	150 (10 ... 250)
Диапазон рабочих температур	°C	-40 ... +85	-45 ... +85	-45 ... +85	-45 ... +85
Стойкость к ударам	g	2000	≥ 2000	≥ 2000	≥ 2000
Напряжение питания	В	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,3	5,0 ± 0,3	5,0 ± 0,3
Потребляемая мощность	мВт	≤ 150	< 1500	—	150



Рис. 3. Внешний вид модулей: а) М301 (лицевая сторона); б) М302 (сторона основания); в) М303; г) М304; д) М305

системами на их основе в требуемые сроки по объёму и номенклатуре.

Тому есть объективные причины, рассмотрение которых не является предметом настоящей публикации. Но у нашей страны есть исторический опыт решения задачи «Догнать и перегнать!». Показательна, например, история создания Горьковского автозавода в начале 1930-х гг. Стране в период ускоренной индустриализации и освоения новых регионов требовался массовый, простой и дешёвый в эксплуатации грузовик, а также автобус и шасси для спецтехники. Купленный за рубежом завод позволил быстро освоить то лучшее и



Рис. 4. Комплект поставки модулей M301/M302



Рис. 5. Примеры монтажа модулей с виброопорами: а) M301/M302; б) M303; в) M304



Рис. 6. Пример экрана демонстрационного ПО

вать положительный опыт предшественников: приобрести за рубежом те компоненты и решения, которые позволяют в краткосрочной перспективе закрыть дефицит, дать собственной полупроводниковой и электронной промышленности передышку для освоения собственных компонентов требуемого качества в необходимом количестве и обеспечить в итоге технологическую безопасность страны. Наиболее реалистичным представляется сценарий заимствования у производителей КНР, чей уровень техники, её качество уже подтверждены многолетней историей применения в РФ.

Новое имя, привычная надёжность

Одним из таких брендов МЭМС инерциальных датчиков является КТР.

эффективное, что есть у других, усовершенствовать и умножить, подготовить

страну к новым испытаниям и вызовам времени. Логичным выглядит использо-

Таблица 3. Сравнительные характеристики инерциальных измерительных модулей

Параметр	Единица измерения	Название				
		M301	M302	M303	M304	M305
Размеры корпуса	мм	44,8×38,6×20	44,8×38,6 x 21,5	25,6×23×10	22,4×22,4×8	24×22,4×9
Материал корпуса	—	Алюминиевый сплав	Алюминиевый сплав	Нерж. сталь	Нерж. сталь	Нерж. сталь
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422	UART (TTL)
Частота дискретизации	отсчётов/с	1000	1000	1000	1000	200
Полоса пропускания (-3 дБ)	Гц	150 (10 ... 250)	150 (10 ... 250)	150 (10 ... 250)	150	≥ 100
Напряжение питания	В	5,0±0,3	5,0±0,3	5,0±0,3	5,0±0,3	5,0±0,3
Потребляемая мощность	Вт	≤ 1,5	≤ 1,5	—	0,15	≤ 0,25
Диапазон рабочих температур	°C	-45 ... +85	-45 ... +85	-45 ... +85	-45 ... +85	-40 ... +85
Стойкость к ударам	g	≥ 2000	≥ 2000	≥ 2000	≥ 2000	—
Несоосность чувствительных элементов	мрад	3	3	≤ 3	3	12 (макс. ошибка установки)
Гироскопы						
Диапазон измерений	°/с	±450	±450 (до ±4000)	±450 (до ±3600)	±450 (до ±3600)	±250
Дрейф нуля	°/ч	≤ 8	≤ 10 (1σ, 10 c)	≤ 10	≤ 12	≤ 15 (1σ, 10 c)
Разрешающая способность	°/с	0,005	0,005	0,005	—	—
Нелинейность МК	ppm	≤ 20	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 100
Погрешность от линейного ускорения	°/с / g	0,005	0,005	0,01	0,005 (1σ)	—
Акселерометры						
Диапазон измерений	g	±15	±50 (до ±150)	±15	±10	±4
Дрейф нуля	mg	≤ 0,2 (1σ, 10 c)	≤ 1 (1σ, 10 c)	≤ 0,2 (1σ, 10 c)	≤ 0,3 (1σ, 10 c)	≤ 0,3 (1σ, 10 c)
Разрешающая способность	mg	1	1	≤ 0,1	—	—
Нелинейность МК	ppm	≤ 100	≤ 3000	≤ 200	≤ 200	≤ 300
Несоосность чувствительных элементов	мрад	3	3	3	3	12 (макс. ошибка установки)



Рис. 7. Внешний вид модулей: а) M701; б) M702; в) M703

Таблица 4. Эксплуатационные характеристики модулей ИНС, ИНС+ГНСС

Характеристика	Параметр	Единица измерения	Название		
			M701	M702	M703
Комбинированный режим ИНС+ГНСС (точность определения)	Крен/тангаж (1σ)	°	–	≤ 0,2	< 0,05 / ≤ 0,2 (базовая линия 2 м)
	Курс (1σ)	°	–	≤ 0,2 / 0,3	< 0,1 / ≤ 0,08 ... 0,2 (базовая линия 1/2 м)
	Положение (1σ)	–	–	≤ 1,5 м по горизонтали, ≤ 2 м по вертикали	≤ 1,5 м (SPP), 2 см + 1 ppm (RTK)
	Скорость (1σ)	м/с	–	0,05	0,03
Автономное навигационное решение, только ИНС	Погрешность определения положения при потере сигнала ГНСС	–	≤ 0,2°	≤ 3 м (с одомером, 1 мин.)	0,2% (с одомером, пробег 1 км / продолж. 2 мин.)
	Погрешность определения курса при потере сигнала ГНСС	°	≤ 0,3 (динамич.) / ≤ 0,08 (статич.)	≤ 0,2 (1 мин)	0,15 (1 мин)
Гироскоп	Диапазон измерений	°/с	±450	±450	±450
	Дрейф нуля	°/ч	10	10	10
	Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	50	50	50
Акселерометр	Диапазон измерений	g	±10	±10	±10
	Дрейф нуля	mg	5	5	0,2 (стаб., 1σ)
	Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	≤ 150	≤ 150	200
Общие	Напряжение питания	В	5±0,2	5±0,2	9 ... 24
	Потребляемая мощность	Вт	≤ 2	≤ 2	≤ 6
	Габаритные размеры	мм	44,8×45,95×28	44,8×48,1×28	155×81×35 (без соед.)
	Вес	г	< 75	> 75	< 415
	Тип интерфейса	–	RS-422, 115 200 бит/с	RS-422, 115 200 бит/с	RS-422, 230 400 бит/с; CAN, 500 кбит/с
	Частота обновления данных	Гц	200 (до 500)	≤ 200	100 / 200
	Диапазон рабочих температур	°С	–45 ... +85	–45 ... +85	–45 ... +85

Дружественное отношение к потребителям, поддержка ОКР на самых ранних этапах инженерными образцами, адаптация характеристик продукции к специфическим условиям применения, техническая поддержка, высокий уровень качества – все эти факторы способствуют широкому внедрению продукции КТР в изделия российских производителей.

Рассмотрим подробнее доступную в РФ номенклатуру компонентов КТР и технические характеристики.

Акселерометры

ИМС акселерометров А106, А309, А310, А311 в металлокерамическом

корпусе LCC20 содержат один или три чувствительных элемента (рис. 1). Диапазон измеряемых ускорений: от ±5g до ±200g для разных моделей. Интерфейс – аналоговый однополярный (напряжение) или SPI. Модели отличаются также полосой пропускания, что позволяет использовать акселерометры не только в навигационных задачах, но и в виброизмерительных системах (табл. 1).

Гироскопы

Линейка ДУС представлена однокомпонентной моделью Н111-300 с высокими показателями точности и стабильности и группой трёхкомпонентных моделей Н301, Н302, Н303 в компакт-

ных стальных или алюминиевых корпусах (рис. 2). У потребителя есть возможность выбора по критерию цена/габарит/характеристики. Стандартные модели регистрируют угловые скорости в диапазонах ±300°/с или ±450°/с. По заказу диапазон измерений может быть расширен до ±3600°/с. Интерфейс: SPI или RS-422. Показатели точности, стабильности, значение полосы пропускания и прочие приведены в табл. 2.

Инерциальные измерительные модули

Конструктивно корпуса и параметры гироскопов в модулях М301, М302, М303, М304, М305 соответствуют «базо-

вым моделям» из линейки 3-осевых гироскопов (рис. 3). Грамотная ценовая политика производителя позволяет потребителю не переплачивать за избыточные эксплуатационные характеристики и получить идеально настроенный под задачу стандартный модуль. Если этого недостаточно, то существует возможность приобрести модуль М302 в заказном исполнении – с диапазоном измерений по каналам акселерометров до $\pm 150g$ и по каналам гироскопов – до $\pm 4000^\circ/\text{с}$. Большинство модулей поставляется в комплекте с крепежными винтами и кабельной сборкой, это существенно облегчает работу снабженцам (рис. 4). Кроме того, производитель комплектует некоторые модели разборными полимерными виброопорами-втулками. Примеры монтажа модулей с такими основаниями приведены на рис. 5. В линейке модулей только одна модель – М305 – имеет интерфейс UART (TTL), остальные оснащены RS-422 со скоростью обмена 115 200 или 921 600 бод. На выходе устройств – «сырые данные» – отсчеты с АЦП от каждого из датчиков. Для первичного знакомства с оборудованием КТР, пробной записи данных предоставляется бесплатное демон-

страционное программное обеспечение. Получаемые данные также отображаются графически в режиме реального времени. Среди них – крен, тангаж, рыскание, измеренные значения линейных ускорений по трём осям (рис. 6). Характеристики модулей приведены в табл. 3.

ИНС и ИНС+ГНСС

Этот класс приборов в настоящий момент представлен тремя моделями. Модуль ИНС М701 выдаёт навигационное решение с учётом данных, поступающих от внешнего приёмника спутниковой навигации. Модули М702 и М703 являются полноценными ИНС+ГНСС устройствами со встроенными мультисистемными приёмниками сигналов Beidou/GPS/ГЛОНАСС. У М703 этот приёмник многочастотный, рассчитанный на работу с двумя антеннами. Дополнительно М703 способен через внешний радиомодем принимать сигналы поправок для режима RTK, а также, в дополнение к RS-422, оснащён интерфейсом CAN, что существенно расширяет область его применения (рис. 7). Эксплуатационные характеристики модулей приведены в табл. 4.

Очевидно, что продукция КТР создана не только для беспилотной техники, она востребована везде, где требуется точно контролировать параметры движения и управлять положением объекта, в таких отраслях, как:

- промышленная автоматика и робототехника, станки с ЧПУ;
- геофизические работы, управление бурением и диагностика скважин и трубопроводов;
- контроль вибраций и подвижек плотин, мостов, высотных зданий и сооружений;
- системы диагностики транспортной инфраструктуры и подвижного состава железных дорог;
- системы помощи при вождении автотранспорта;
- трекинг дорогостоящего оборудования, грузового и пассажирского транспорта, контейнеров;
- стабилизация антенн, камер, прочей полезной нагрузки;
- управление техникой на строительной площадке, в карьерах, подземных горных выработках и т.п.

Этот список может быть продолжен, но мы оставим рассказ о реализованных проектах для следующих публикаций. ☺



ЭРКОН

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

ПРОИЗВОДСТВО, РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА ПОСТОЯННЫХ РЕЗИСТОРОВ, АТТЕНУАТОРОВ И ЧИП-ИНДУКТИВНОСТЕЙ

- Современная производственная база
- Высокое качество
- Индивидуальный подход к потребителю
- Изделия по вашему ТЗ

НОВИНКИ

Эквиваленты нагрузок РР1-24 (от 50 Вт-2000 Вт)
 Атенуаторы РР1-25 (от 50 Вт - 2000 Вт)
 ТПИ - тепловые чип-перемычки
 СВЧ-резисторы Р1-160 (до 40 ГГц)
 Мощные СВЧ-резисторы Р1-170 (до 1000 Вт)
 Силовые резисторы Р1-150М (до 1500 В)

603104, Г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д.6.
 тел.: 8 (831) 202 - 24 - 34 (многоканальный)
 8 (831) 202 - 25 - 52 (отдел продаж)
 E-mail: gr@erkon-nn.ru
 www.erkon-nn.ru

Реклама

Установки плазменной НЧ-обработки GN tech MPC с повышенной мощностью

Максим Богачёв, Денис Васильев,
Константин Моисеев, Мария Назаренко, Иван Воробьёв

Плазменная обработка является часто используемой технологической операцией при изготовлении многих изделий микро- и наноэлектроники, фотоники, оптики, биомедицины и др. При различных режимах возможна очистка, активация, травление и модификация поверхности обрабатываемых материалов и изделий. В установках с повышенной мощностью (более 500 Вт) электроды должны быть водоохлаждаемыми, при этом для отработки технологических режимов желательно обеспечить стабильную температуру охлаждающей воды с помощью чиллера. В статье приведена информация о линейке установок плазменной обработки MPC от российской компании GN tech. На примере модели MPC-F1-18 с мощностью разряда 1000 Вт продемонстрирован технологический диапазон, позволяющий технологам назначать базовые режимы плазменной обработки.

Введение

Плазменная обработка применяется во многих отраслях промышленности: в производстве полупроводниковых приборов (очистка подложек перед нанесением функциональных тонкоплёночных слоёв; травление поверхности в процессе изготовления микросхем) [1]; в оптических приборах (очистка поверхности линз телескопов и зеркал) [2]; в медицине (активация поверхности скальпеля для нанесения антикоррозийного слоя металла; очистка катетеров и дыхательных масок) [3] и в других областях, например, при производстве резинотехнических и пластиковых изделий [4], где требуется удалить загрязнения с поверхности, активировать поверхность, произвести травление микро-

структур или модифицировать поверхностный слой. Операции предварительной подготовки поверхности являются обязательными практически в любом технологическом процессе производства изделий микро- и наноэлектроники, оптики, фотоники и др. Требуемая чистота поверхности в ряде случаев достигается жидкостной химической очисткой [1]. Преимуществом плазменной очистки над жидкостной является отсутствие продукта реакции, который зачастую токсичен и вреден для окружающей среды и здоровья человека.

Для реализации указанных выше применений используются установки плазменной обработки. Изделия помещаются в вакуумную камеру, производится откачка воздуха, затем подаётся

требуемый процессный газ и зажигается газовый разряд. Плазменная обработка изделий происходит за счёт физического взаимодействия ионов с поверхностью объекта обработки. От рода процессного газа, энергии ионов и их количества (плотности) зависит тип воздействия, длительность обработки и температура образца [5].

Особое место среди оборудования плазменной обработки занимают установки низкочастотной плазменной обработки. Такие установки надёжны и универсальны по применению [6]. Низкочастотная плазма в основном используется для «жёсткой» быстрой очистки образцов (пластины, подложки, детали и т.д.) от загрязнений перед последующими операциями.

Оборудование для плазменной обработки

Российская компания GN tech совместно со специалистами МГТУ им. Н.Э. Баумана разработала линейку установок MPC с базовыми характеристиками и функционалом, аналогичным зарубежным. Установки представлены в настольном (рис. 1) и напольном (рис. 2) исполнениях.

В зависимости от требований установка может быть оснащена металлической или стеклянной вакуумной камерой с объёмом от 2 до 150 литров, а для питания может использоваться НЧ (низкочастотный) или ВЧ (высокочастотный) генератор. Основные



Рис. 1. Линейка настольных установок плазменной обработки MPC производства компании GN tech



Рис. 2. Линейка напольных установок плазменной обработки MPC производства компании GN tech

характеристики моделей установок представлены в табл. 1. Управление осуществляется с помощью цветного сенсорного дисплея, программное обеспечение позволяет проводить процессы в ручном или полностью автоматическом режимах, создавать и сохранять до 50 рецептов обработки.

Установки с повышенной мощностью (> 500 Вт) вне зависимости от размеров рабочей камеры выполнены в напольном типе корпуса. Это обусловлено не только большими габаритными размерами блоков питания, но и наличием систем водяного охлаждения для предотвращения перегрева обрабатываемых изделий и электродов [7].

Установка плазменной НЧ-обработки GN tech MPC-F1-18 с повышенной мощностью

Одной из установок НЧ плазменной обработки с повышенной мощностью является установка MPC-F1-18. Установка имеет цилиндрическую вакуумную камеру объёмом 18 литров, выполненную из кварцевого стекла. Внутри камеры расположены два плоских электрода, на которые подаётся НЧ-напряжение (80 кГц). Электроды имеют систему водяного охлаждения.

Газовый тлеющий разряд (плазма) пониженного давления может существовать в определённом соотношении трёх параметров: давления рабочего газа, напряжения, подаваемого блоком питания на электроды, и расстояния между электродами. Последний параметр для установок плазменной обработки, как правило, фиксирован, поэтому стабильность горения тлеющего разряда и технологические возможности установки определяются давлением рабочего газа и мощностью, вкладываемой в разряд.

Для оценки стабильности горения НЧ газового разряда MPC-F1-18 и определения технологического диапазона проведено измерение вольтамперной характеристики (ВАХ) установки (рис. 3). В качестве рабочего газа использован инертный газ – аргон, а измерения осуществлены при фиксированных значениях давления.

Из полученных графиков видно, что при большом давлении невозможно достичь больших значений мощности разряда. Это связано с тем, что из-за большого давления рабочего газа в межэлектродном пространстве воз-

Таблица 1. Характеристики моделей установок MPC

Модель	MPC-D1	MPC-D2	MPC-F1	MPC-F2
Тип корпуса	Настольный	Настольный	Напольный	Напольный
Объём камеры	2–12 л	5–24 л	5–48 л	48–150 л
Тип плазмы	Низкочастотная (НЧ) / Высокочастотная (ВЧ)			
Частота генератора	40 / 80 кГц / 13,56 мГц			
Мощность генератора	До 200 Вт	До 500 Вт	До 1000 Вт	
Материал камеры	Кварцевое стекло / нерж. сталь		Нерж. сталь	
Количество газов	1-3			

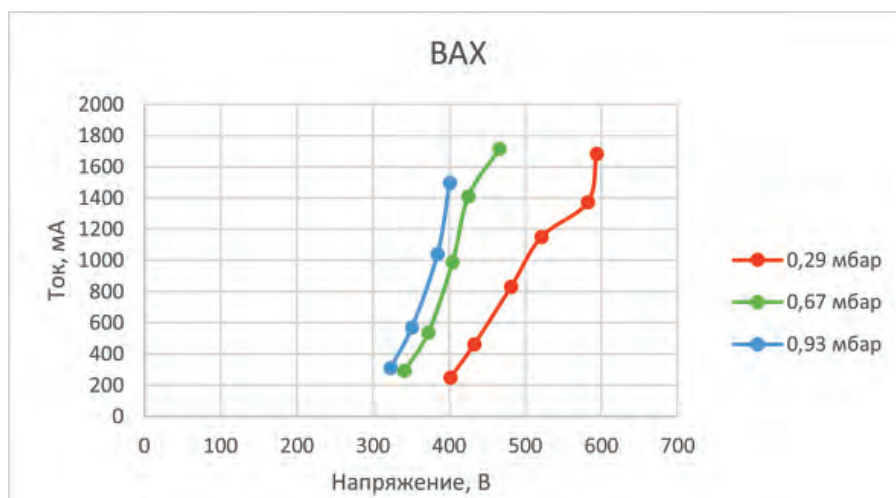


Рис. 3. ВАХ установки MPC-F1-18

никает большое количество заряженных ионов, в связи с этим срабатывает защитный механизм блока питания, и ограничивается величина прикладываемого напряжения. В результате невозможно получить требуемое значение мощности. По мере уменьшения давления значение максимальной достигаемой мощности возрастает: при давлении 0,67 мбар мощность разряда достигает 800 Вт, а при давлении 0,29 мбар – 1000 Вт. При дальнейшем снижении давления наблюдается нестабильное горение разряда из-за малой концентрации рабочего газа и, как следствие, числа ионов. На рис. 4 представлено изображение плазмы НЧ газового разряда в среде аргона при мощности 1000 Вт.

На основании полученных данных составлена зависимость мощности от давления (рис. 5). При давлении больше 1,5 мбар наблюдается переход тлеющего разряда в дуговой, поэтому не рекомендуется выходить за границу этого значения. Стабильный тлеющий разряд горит в диапазоне давлений от $9 \cdot 10^{-2}$ до 1,5 мбар.

Заключение

Плазменная обработка является востребованным методом подготов-

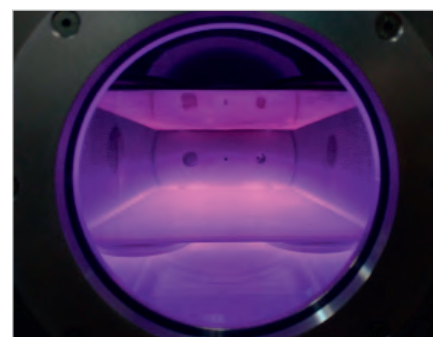


Рис. 4. Плазма НЧ-разряда в среде аргона при мощности 1000 Вт

ки поверхности перед последующей обработкой, позволяющим очищать, активировать и травить поверхность изделия без вреда для окружающей среды и здоровья человека. Серийно выпускаемые российской компанией GN tech установки плазменной обработки MPC полностью удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к оборудованию подобного класса. При выборе установок с повышенной мощностью более 500 Вт, например, модели MPC-F1-18, следует учитывать необходимость водяного охлаждения электродов. Для стабильности процесса обработки крайне желательно обеспечить стабильность параметров охлаждающей воды (температуру и поток), для

чего рекомендуется использовать чиллеры (системы замкнутого водяного охлаждения).

Измерение ВАХ установки показывает, что стабильные технологические режимы реализуются в широком диапазоне давлений от $9 \cdot 10^{-2}$ до 1,5 мбар. Эти рекомендации предназначены для технологов при отработке параметров технологического процесса и составлении рецептов обработки, а также позволяют сократить количество предварительных экспериментов.

Литература

1. Лучкин А.Г., Лучкин Г.С. Очистка поверхности подложек для нанесения покрытий вакуумно-плазменными методами // Вестник Казанского технологического университета. 2012. С. 208–210.
2. Черезова Л.А. Ионно-лучевые методы в оптической технологии: учебное пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. 151 с.
3. Palmers J. Surface modification using low-pressure plasma technology // Medical Device & Diagnostic Industry Magazine MDDI. – January 2000 SPECIAL SECTION // URL: www.mddionline.com/surface-modification-using-low-pressure-plasma-technology (дата обращения: 06.03.2022).
4. Širvaitienė A., Bekampienė P., Jankauskaitė V. et al. The Effect of Low-Pressure Plasma Treatment Parameters on the Tensile Properties of Vegetable Fiber Reinforced PLA Composites // WULFENIA Journal, Klagenfurt, Austria. Vol 22, No. 5. May 2015.
5. Васильев Д., Моисеев К. Исследование скорости травления различных плёнок в установке плазменной обработки MPC // Технологии в электронной промышленности. 2021. № 6 (130). С. 60–61.
6. Генерация плазмы. Выбор «правильного» решения // URL: <https://industryhunter.com/baza-znaniy/generaciya-plazmy-vybor-pravilnogo-reseniya> (дата обращения: 10.10.2022).
7. Марусин В.В., Щукин В.Г. Влияние частоты поля на особенности плазменной обработки полимеров // Прикладная физика. 2015. № 4. С. 33–38.

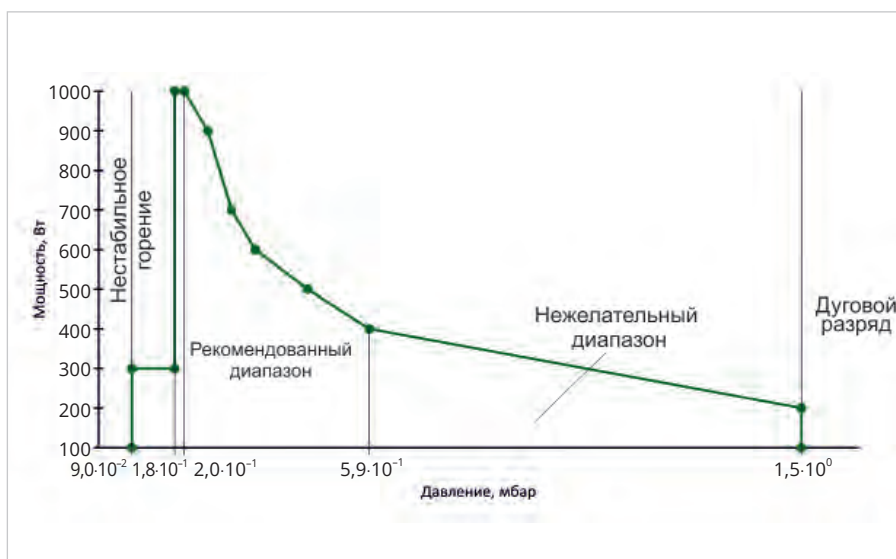


Рис. 5. Зависимость мощности разряда от давления рабочего газа

НОВОСТИ МИРА

В России готовят производство литографических материалов для выпуска микрoeлектроники

Минпромторг заказал разработку и освоение производства литографических материалов для микрoeлектронного производства, в частности фоторезистов. За эту работу ведомство заплатит 1,1 млрд руб. В числе потребителей этих материалов министерство указывает «Микрон» и «НМ-Тех».

Научно-исследовательская работа

Как выяснил CNews, Министерство промышленности заказало научно-исследовательскую работу «Разработка и освоение производства литографических материалов для микрoeлектронного производства». На эти цели из бюджета выделено 1,1 млрд руб., следует из ЕИС «Закупки».

Работе присвоен шифр «Фотолиз». Актуальность её обусловлена прекращением поставок фоторезистов и антиотражающих покрытий иностранного производства для изготовления интегральных схем при отсутствии российских разработок и производства аналогичных материалов, отмечается в техническом задании.

Потенциальными потребителями материалов в документе указаны АО «Микрон» и ООО «НМ-Тех». Работы должны быть выполнены до 12 декабря 2025 г.

Тендер в формате открытого конкурса был опубликован 14 февраля 2023 г. Заявки принимаются до 3 марта 2023 г. Итоги будут подведены 9 марта.

Какие материалы требуются

В рамках НИР, заказанной Минпромторгом, предполагается создание фоторезистов для использования в процессе фотолитографии с длиной волны актиничного лазерного излучения 248 нм.

В рамках работ предусмотрена разработка и освоение производства фоторезистов, а именно марки ФР248-01, ФР248-02, ФР248-03, ФР248-04, ФР248-05 и двух антиотражающих покрытий, а именно марки ПА248-01 и ПА248-02.

Исполнитель должен проделать не только теоретические и экспериментальные работы, но и провести испытания опытных партий фоторезистов, а также подготовить и освоить их производство. «В процессе выполнения НИР образцы разработанных материалов должны быть переданы предприя-

тиям и получено заключение по уровню параметров и применимости», — отмечается в документах.

Фоторезисты в России

Фоторезисты представляют собой разновидность светочувствительных полимеров, которые в процессе изготовления микросхем наносятся на кремниевую пластину. Далее производится экспонирование фоторезиста литографической системой через окна фотомаски, с последующим «вытравливанием» дорожек на кремниевом кристалле.

В техпроцессах используются лазерные установки с длиной волны 248 нм или 193 нм. В сочетании со специальными фазосдвигающими фотомасками и иммерсионной технологией (погружение в жидкость) такие фоторезисты позволяют формировать узлы чипов до 14 нм.

Для работы с фоторезистами необходимо специальное оборудование. Так, в ноябре 2021 г. CNews писал о том, что в России за 5,7 миллиарда создадут фотолитографическое оборудование для печати процессоров. Работы должны быть выполнены до ноября 2026 г.

cnews.ru

НОВОСТИ МИРА

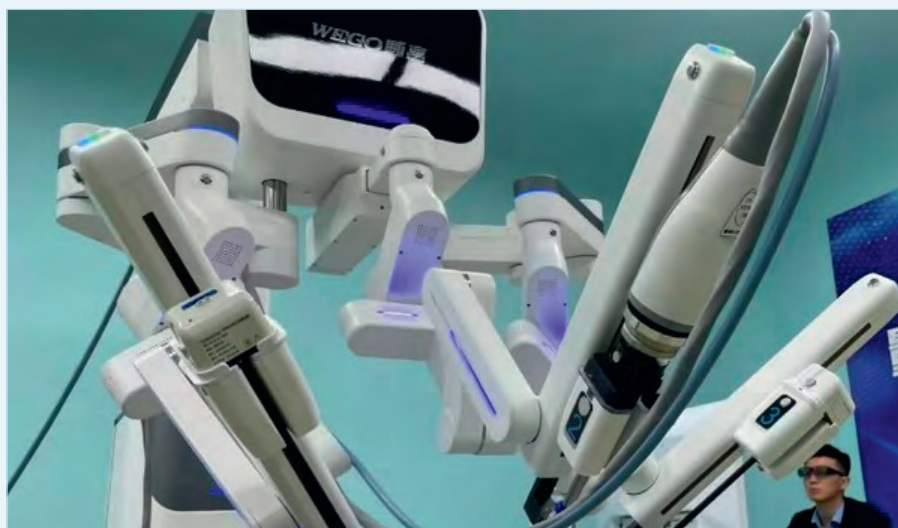
В КНР разработан аналог американского роботизированного хирургического комплекса Da Vinci

Китайская компания Weigao Group разработала и провела успешные испытания аналога американского роботизированного хирургического комплекса Da Vinci, сообщает в понедельник asia.nikkei.com.

Разработка выполнена благодаря стараниям китайских властей заместить иностранные технологии в медицине, отмечает издание.

По словам представителя Weigao Group, система компании появится в продаже для использования в общей хирургии в июне. В настоящий момент в больницах КНР идут испытания 20 хирургических помощников. Их используют в урологических операциях, в операциях на органах грудной клетки и печени.

Роботы-помощники Weigao Group применяются при лапароскопических операциях (выполняются через небольшие разрезы на теле пациента. – Ред.). Степени свободы инструментов в «руках» аппарата превышают таковые у человеческой кисти. Это значительно повышает точность хирургических манипуляций.



До 2020 года в Китае использовали 189 помощников Da Vinci, они занимали 100% местного рынка.

Китайский разработчик утверждает, что при использовании его продукта применяется не монитор, как у американской системы, а 3D-очки. В результате хирург меньше устаёт. Среди других преимуществ – высокоскоростной стандарт 5G-связи, что позволяет проводить операции дистанционно, а также более низкая цена по

сравнению с конкурентом – 1,97 миллиона долларов против 3,5 миллиона у Da Vinci.

Напомним, в 2018 году в Национальном медико-хирургическом центре им. Н.И. Пирогова впервые в России с успехом была выполнена робот-ассистированная операция с использованием Da Vinci на грудном отделе позвоночника по поводу грыжи межпозвоночного диска с компрессией спинного мозга.

industry-hunter.com

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО **ЭЛЕКОНД**

**оксидно-электролитические
алюминиевые конденсаторы**
K50-15, K50-17, K50-27, K50-29, K50-37, K50-68, K50-77,
K50-80, K50-81, K50-83, K50-84, K50-85, K50-86, K50-87,
K50-88, K50-89, K50-90, K50-91, K50-92, K50-93, K50-94,
K50-95(чип), K50-96, K50-97(чип), K50-98, K50-99, K50-100,
K50-101(чип), K50-102, K50-103, K50-104, K50-105, K50-106

объемно-пористые танталовые конденсаторы
K52-1, K52-1M, K52-1BM, K52-1Б, K52-9, K52-11,
K52-17, K52-18, K52-19, K52-20, K52-21, K52-24,
K52-26(чип), K52-27(чип), K52-28, K52-29, K52-30

**оксидно-полупроводниковые
танталовые конденсаторы**
K53-1А, K53-7, K53-65(чип), K53-66,
K53-68(чип), K53-69(чип), K53-71(чип),
K53-72(чип), K53-74(чип), K53-77(чип),
K53-78(чип), K53-79(чип), K53-80(чип), K53-82

ионисторы (суперконденсаторы)
K58-26, K58-27, K58-28, K58-29, K58-30, K58-31

**накопители электрической энергии
на основе модульной сборки суперконденсаторов**
МИК, МИЧ, ИТИ, НЭЭ

КОНДЕНСАТОРЫ

разработка и производство

Россия, 427968, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Калинина, 3
Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77, факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53
e-mail: elecond-market@elcudm.ru, www.elecond.ru

Реклама

«Тройник» для интерфейса 1-WIRE

Андрей Шабронов

В статье подробно рассматривается интерфейс 1-WIRE – его преимущества и недостатки. Особое внимание уделяется одному из главных недостатков – ограничение длины линии. Информация по одному проводу передаётся в двух направлениях, и, следовательно, нельзя простыми способами, например, с помощью усилителя сигнала, компенсировать потери в кабеле. Также в статье предлагается и метод решения – разделение одной линии 1-WIRE на 3 независимые.

Интерфейс 1-WIRE, имея множество преимуществ, обладает при этом и недостатком – ограничение длины линии. Информация по одному проводу передаётся в двух направлениях, и, следовательно, нельзя простыми способами, например, усилителем сигнала, компенсировать потери в кабеле.

Автором предлагается вариант разделения одной линии 1-WIRE на три независимые. Это продолжение метода «ветвителя» линии 1-WIRE на микросхеме DS2409, разделяющей интерфейс на два независимых направления. Однако данная микросхема уже давно снята с производства. В данной конструкции вместо неё использован микроконтроллер 16F676 с АЦП, что позволяет дополнительно проводить диагностику линии по уровню напряжения. Входной интерфейс «тройника» работает по интерфейсу RS-485 с открытым протоколом доступа на АТ-командах.

Кроме того, данная схема «тройника» имеет низкую потребляемую мощность, что позволяет использовать питание, передаваемое по соединительной линии. В качестве приме-

ра приводится схема, реализованная на элеваторе в Новосибирской области.

1. Принципиальная схема «тройника» 1-WIRE

Схема и вид основных компонентов представлены на рис. 1. Она содержит узел преобразования интерфейса RS-485 на микросхеме U1 sr485 и преобразователь интерфейса 1-WIRE, который выполнен на микроконтроллере (МК) U2 PIC16F676 [1].

Назначение элементов

Сформировано три входные линии подключения – разъёмы XP1...XP6. Это обеспечивает возможность формирования разной структуры раскладки линии RS-485: шинную и «древовидную». Однако программная структура обращения остаётся шинной [2].

Скорость обмена в 1200 bod позволяет сформировать длину линии не менее одного километра для кабелей типа UTF5 или КСПП, что в большинстве случаев достаточно. Вариант раскладки линии для объекта представлен на рис. 2.

На вход шины RS-485 подключены элементы Q1(78L05), C1 для форми-

рования напряжения питания «тройника» +5 В. Конденсаторы C1, C2 выполняют фильтрацию помех по питанию.

Элемент U1(SR485) – специальная микросхема преобразования биполярных сигналов интерфейса RS-485 в уровни ТТЛ логики и положительной полярности. Выходной сигнал U1 объединяется через схему «монтажно-го ИЛИ» с тестовой кнопкой и поступает на RA3 U2, что позволяет использовать один вывод для двух вариантов функционирования.

Передача выполняется от вывода RA0 меньшим количеством байт, поскольку сигнал для передачи DI замкнут на 0 вольт.

Вывод RA3 в МК U2(16F676) может работать только для приёма. На передачу в шину RS-485 используется вывод RA0, который и формирует требуемые длительности сигнала.

Такой метод позволяет принимать любые байты от 0 до FF, а передаются только байты с постоянным нулём: FF, FE, FC, F8, F0, E0, C0, 80, 00. Вид данных сигналов представлен на рис. 3.

Подробное описание передачи меньшим количеством байт представлено в источнике [6].

Данное распределение выводов позволяет на других выводах МК создать три независимых канала интерфейса 1-WIRE с индикацией и диагностикой состояния шин питания и данных, и каждый имеет схему «импульсной подтяжки» шины 1-WIRE [3].

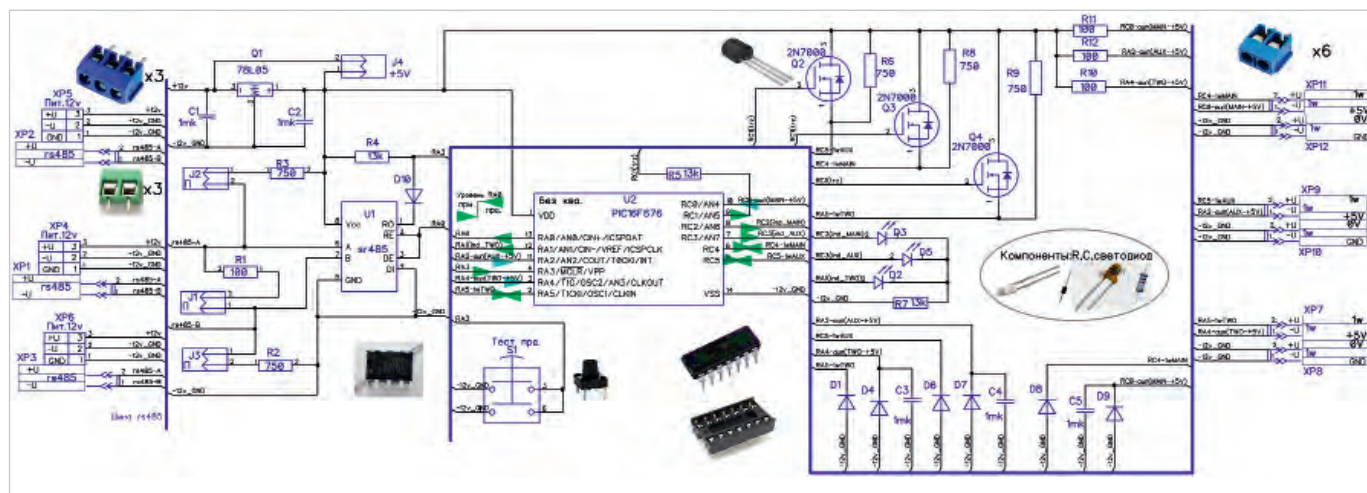


Рис. 1. Схема «тройника» 1-WIRE

Условными значками «треугольников» показано направление передачи на выводах МК. Входы в режиме АЦП выделены другим цветом.

Уменьшение количества доступных байт на передачу компенсируется увеличением числа их передачи, что равносильно меньшей скорости передачи. Однако шина 1-WIRE также относительно медленная, и, кроме того, используемые датчики температуры DS18B20 имеют время минимального получения данных в 50 миллисекунд. Эксплуатация данной схемы не создала заметных задержек в работе системы сбора данных [6].

«Импульсная подтяжка» шины 1-WIRE компенсирует потери сигнала на ёмкость линии, что позволяет увеличить длину линии и количество подключаемых датчиков без замены кабеля с лучшими характеристиками. Используется метод, приведённый в источнике [5].

Для выполнения «импульсной подтяжки» используются транзисторы Q2...4(2N7000), которые в «открытом состоянии» имеют сопротивление – десятки доли Ома. Управление их открытием выполняется программой через вывод RC1 МК. Транзисторы открываются одновременно все, но «подтягивает» сигнал только работающая шина 1-WIRE.

Режим работы «импульсной подтяжки» задаётся программой. Если не предусматриваются «длинные линии», то допускается не паять эти транзисторы и не использовать «импульсную подтяжку». Примерная оценка определяется из погонной ёмкости линии. Получаем, что без «импульсной подтяжки» возможна работа для ёмкости линии до 35...40 нанофард, с подтяжкой – работа до 60...70 нанофард.

Примерно погонная ёмкость кабеля типа UTF-5 составляет 100 пикофард (пф) на один метр. Соответственно $35\,000...40\,000\text{ пф} / 100\text{ пф} = 350...400$ метров составит доступная длина линии 1-WIRE. Однако надо помнить и о помехах, вызванных индуктивностью, для длинных линий, что сокращает примерно на 20...30% общую длину линии.

Поскольку схема имеет три независимых выхода, то и подключить можно 350...400 метров к каждому выходу и тем самым значительно увеличить количество датчиков.

Резисторы R10, R11, R12 выполняют роль защиты при коротком замыкании

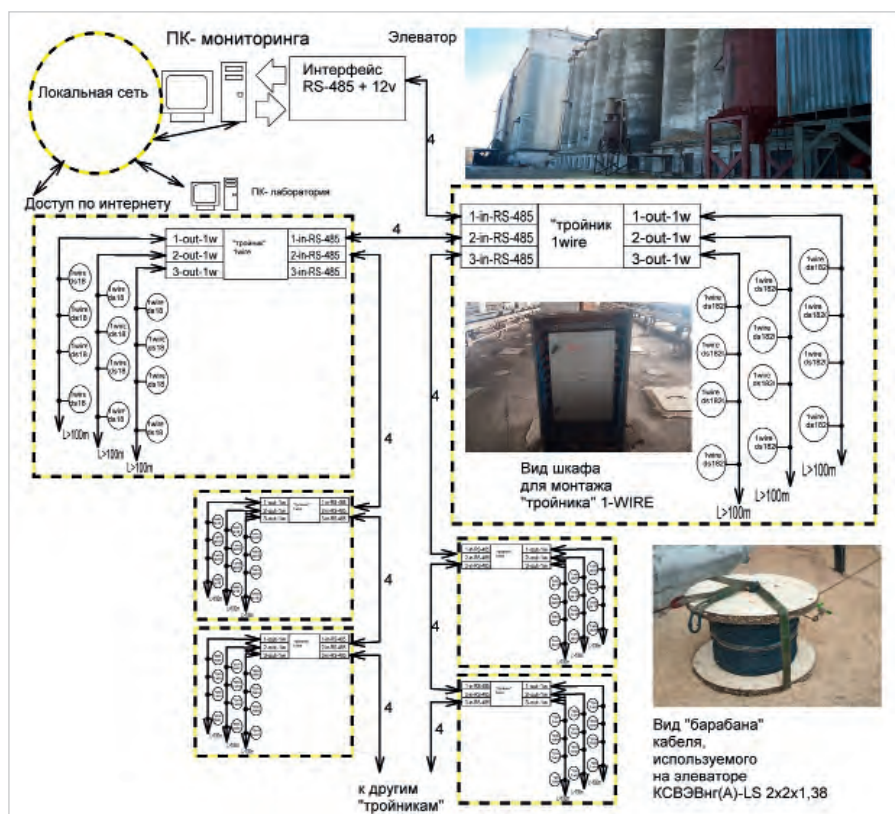


Рис. 2. Структурная схема подключения «тройника»

по шине питания. Эти резисторы соответственно подключены и к выводам МК, которые работают в режиме АЦП RC0, RA2, RA4. Поскольку потребляемый ток для датчиков DS18B20 в рабочем режиме составляет доли миллиампера и в режиме ожидания – сотые доли миллиампера, то падение напряжения на этих резисторах не превышает 0,1...0,2 В. В случае аварии ток будет ограничен и не приведёт к аварийным ситуациям. В этом случае АЦП сообщит об аварии на соответствующей шине.

Индикация выполняется светодиодами D2,3,5 индивидуально для каждой выходной шины. Если программа обнаружит замыкание или по питанию +5 В, или по шине 1-WIRE, включится соответствующий светодиод, который на плате расположен рядом с соответствующей шиной. Таким образом, поиск неисправности для персонала заключается в поиске постоянно горящих светодиодов. Если светодиод кратковременно вспыхивает, это означает, что всё исправно, и возможная неисправность находится в другом месте.

Кнопкой S1 тест проверки позволяет определить наличие подключённых датчиков без использования программы верхнего уровня. Предусматривается ситуация монтажа по шине 1-WIRE с одновременной проверкой монтиру-

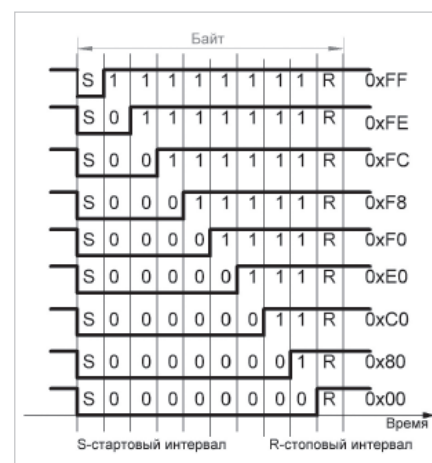


Рис. 3. Используемые байты для передачи в RS-485 «тройника»

емых датчиков с помощью сигнализации исправности в предлагаемой схеме. В случае наличия на шине 1-WIRE датчиков они отвечают на сигнал RST (сброс), что и фиксируется с помощью трёх светодиодов. Применено следующее правило – загорелся один светодиод и затем второй или третий – это означает, что тест прошел. Если горит в режиме теста только один светодиод, это означает, что на линии датчиков нет, так как нет ответа.

В связи с использованием двусторонней передачи по одному проводу 1-WIRE большое значение имеет стабильность напряжения и отсут-

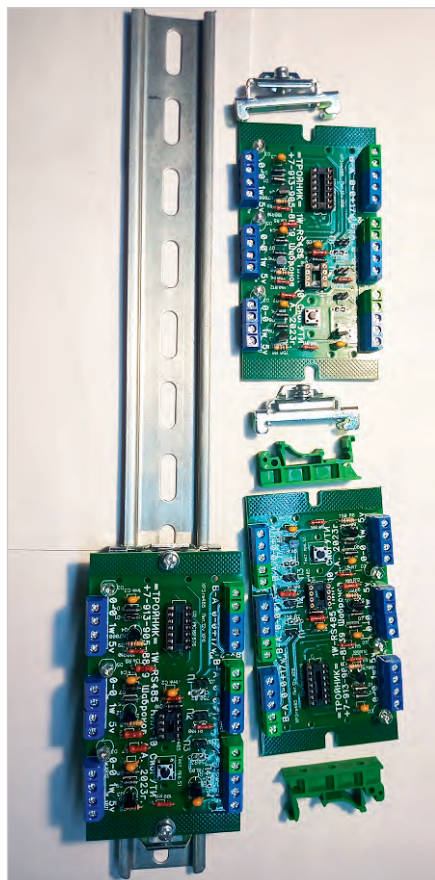


Рис. 4. Печатная плата с креплением на DIN-рейку

ствие импульсных помех. В схеме на все выходные шины 1-WIRE по питанию +5 В установлены фильтрующие конденсаторы с большой ёмкостью и защитные диоды для исключения возможных импульсных помех.

Элементы схемы допускаются заменять на любые отечественные или зарубежные аналоги.

2. Конструкция «тройника»

Все элементы расположены на печатной плате, которая имеет специальные пазы для установки на DIN-рейку.

На рис. 4 представлена фотография крепления плат на DIN-рейку.

Принципиальная схема (файл **rs_485_1w_16f676_berds_v1.dch**) и печатная плата (файл **rs_485_1w_16f676_berds_v1.dip**) подготовлены в редакторе DIP-TRACE и могут извлекаться из тела программы [7]. Способ извлечения представлен в описании аналогичной авторской программы [6]. На плате предусмотрена установка элементов в DIP или SOIP исполнении. МК подключается через переходную колодку, что позволяет редактировать программное обеспечение. U1(SR485) также подключается через переходную колодку, что обеспечивает в случае скачков напряжения на линии быструю замену при электрическом повреждении.

3. Программное обеспечение «тройника» 1-WIRE

Подготовлено программное обеспечение на языке программирования FORTH [4]. Используется авторский FORTH-АСЕМБЛЕР для семейства PIC 12/16, который находится также в теле программы [7]. Извлекается аналогично варианту, приведённому в источнике [6]. Файл **assmb_pik12f_v1.f** содержит мнемоники всех команд МК и структуры компиляции. Файл **1wire_16f676_asupport_v1.f** – это непосредственно текст программы, которая компилируется в hex-код.

При выполнении «извлечения» hex-код формируется в отдельном каталоге **1wire_16f676_asupport_v1** и может быть сразу же использован для программирования МК.

Опрос данных для датчиков температур 1-WIRE DS18B20 и соответствующие AT-команды приведены в тексте программы **silos_v3_berdsk_k4.f** и повторяют по структуре опрос в источнике [6].

Программа содержит пояснения и комментарии по каждому разделу функционирования.

Выводы

Предложенная схема «тройника» для 1-WIRE датчиков позволяет использовать стандартные преобразователи RS-485, что увеличивает надёжность при эксплуатации системы термометрии. Переход на старт-стопный интерфейс с низкой скоростью позволяет значительно увеличить длину линии и использовать распространённые кабели для сетевого подключения компьютеров.

Программное обеспечение построено по принципу «всё в исполняемом файле», что позволяет извлекать, модернизировать и улучшать работу системы, добавлять новые устройства или вводить новые возможности.

Литература

1. Описание 16F676 // URL: <https://cyberpedia.su/12x6c08.html>.
2. Интерфейс RS-485 // URL: <http://composs.ru/chto-takoe-rs-485/>.
3. Интерфейс 1-WIRE // URL: <https://aterlux.ru/article/1wire>.
4. Описание языка Форт spf4.exe // авт. версии А. Черезов // URL: <http://www.forth.org.ru/>.
5. Патент «Одновибраторный компенсатор искажений импульсных сигналов, создаваемых погонной ёмкостью линии интерфейса 1-WIRE» № 2771776 от 24 мая 2021 г. // URL: http://90.189.213.191:4422/temp/dp5_regen2_pt/.
6. Шабронов А. Термометрия элеватора по системе «Power over Ethernet» // Современная электроника. 2022. № 8. С. 50. URL: <https://www.soel.ru/rubrikator/inzhenernye-resheniya/>.
7. Программа, схема и печатные платы «тройника» // URL: http://90.189.213.191:4422/doc_sh/nsb_berdsk_2022_elivator/test/.



НОВОСТИ МИРА

Процессоры «Байкал» и «Эльбрус» подорожали практически в два раза

К примеру, известный маркет «Чип и Дип» предлагает процессоры модели BE-T1000, также известные как Baikal-T1, по цене 8900 рублей – это на 55 % выше недавнего ценника. При этом представители «Байкал Электроникс» заметили, что это достаточно давно выпущенные чипы, лежащие на складах, а на отпускные цены они повлиять не могут –

за формирование ценников полностью отвечают партнёры.

Как утверждают отраслевые аналитики, сложившаяся ситуация связана с кратно возросшим спросом на процессоры отечественной разработки со стороны компаний-производителей серверного оборудования, СХД и персональных компьютеров, а также с переносом выпуска «Байкалов» и «Эльбрусов» от тайваньского чипмейкера TSMC на другие зарубежные предприятия.

Также сообщается, что на «Байкалы» и «Эльбрусы» поднялись не только розничные цены, а само повышение коснулось фактически всех моделей чипов, разработанных в «МЦСТ» и «Байкал Электроникс». Судя по всему, в основном на ситуацию повлияла сложность производства полупроводниковой продукции за рубежом, а также удлинение логистических цепочек.

techcult.ru



Решения на DIN-рейку от Delta Electronics

- Источники питания от 7 до 960 Вт с выходными напряжениями 5, 12, 24, 48 В
- ИБП постоянного тока 24 В/24 В с током нагрузки до 40 А
- Модули резервирования N+1, 1+1
- Буферные модули со временем удержания питания от 200 мс до 8 с
- Батарейные модули
(для монтажа двух батарей 7-9 Ач)



Генератор гармонических колебаний звукового диапазона на базе синтезатора частоты AD9837B, микроконтроллера EFM8SB10 и LCD Nokia-5110 с батарейным питанием

Алексей Кузьминов

В статье описан генератор синусоидальных сигналов на основе DDS AD9837B, МК EFM8SB10, ИУ AD8231, ОУ ОРА333, стабилизаторов TPS78230, STLQ15M15R и дисплея Nokia-5110 с питанием от аккумулятора 18650-HG2 ёмкостью 3 А·ч, обеспечивающего непрерывную работу прибора до 200 часов без подзарядки. Диапазон частот генератора от 1 Гц до 100 кГц с амплитудой до 0,3 В и до 50 кГц с амплитудой до 1,4 В с дискретностью выбора частоты 1 Гц. Приведены принципиальные схемы, разводка платы и конструкция прибора, его программные средства, порядок работы с ним и результаты его работы.

Введение

При разработке и тестировании звуковой радиоаппаратуры необходимым атрибутом является генератор синусоидальных колебаний звуковых частот, имеющий достаточно низкие искажения выходного сигнала. Подобные генераторы, выпускаемые промышленностью, достаточно дороги и, кроме того, они, как правило, имеют большие габариты и вес, так как оснащены встроенным источником питания, подключаемым к сетевому напряжению 220 В. В связи с этим многие разработчики конструируют свои собственные генераторы, которые, судя по публикациям в журналах или в Интернете, также имеют много недостатков, основным из которых является низкое качество выходного синусоидального сигнала, или, другими словами, этот сигнал имеет достаточно большие искажения.

Конструкции подобных генераторов условно можно разделить на два типа.

Первый основан на применении ОУ совместно с электронными компонентами, включаемыми в его обратную связь для получения синусоидального сигнала (диоды, миниатюрные лампы накаливания и т.п.). Как правило, подобные конструкции имеют достаточно большие искажения синусоидального сигнала на низких (единицы и десятки Гц) и повышенных (десятки кГц) частотах.

Второй тип подобных устройств основан на использовании микросхем прямого цифрового синтеза (Direct Digital Synthes – DDS), одной из которых является наиболее популярная микросхема DDS AD9833 и его малопотребляющий аналог AD9837. Высокое качество выходного синусоидального сигнала и его достаточно малые искажения обеспечиваются следующими причинами. У этих микросхем есть встроенный блок памяти (lookup table), где хранится 4096 значений, которые представляют собой 1/4 периода синусоидальной волны (т.е. от 0 до $\pi/2$). Благодаря симметрии выходных сигналов можно считать объём этого блока памяти равным 4×4096 (16 384) значений. То есть когда AD9833 генерирует синусоидальный сигнал определённой частоты, то сначала проходит данную таблицу в прямом направлении, потом в обратном и т.д. Здесь, однако, следует заметить, что встроенный 10-разрядный ЦАП существенно усекает эти значения до 10 бит (т.е. до 1024 отсчетов). Таким образом, положительная и отрицательная полуволны синусоиды имеют по 1024 значений, в связи с чем по вертикали вся синусоида представляется уже 2048 значениями (т.е. 11 бит). Разрешение же по горизонтали составляет от 10 до 14 бит и существенно зависит от частоты выходного сигнала. В звуковом диапазоне и даже несколько выше (до 100 кГц) разреше-

ние по горизонтали составляет от 11–12 до 14 бит (на частотах в единицы Гц). Таким образом, вся синусоида представляет собой поле приблизительно 11×12 бит, что и определяет высокую разрешающую способность и низкие искажения выходного сигнала подобных DDS. Однако использование AD9833/AD9837 наталкивается на ряд проблем (правда, к счастью, решаемых), которые заключаются в следующем.

Во-первых, выходной сигнал DDS изменяется в диапазоне от 0,37 мВ до 0,645 В (типовое значение), т.е. «сдвинут» вверх относительно «земли» на постоянную составляющую, приблизительно равную чуть более 0,3 В, которая несколько больше самой амплитуды синусоидального сигнала. А для настройки звуковой аппаратуры требуется синусоидальный сигнал, изменяющийся относительно «земли» как в положительную, так и в отрицательную сторону. В связи с этим в подавляющем большинстве случаев для получения такого сигнала из сигнала DDS применяют разделительные (проходные) конденсаторы достаточно большой ёмкости, иногда даже электролитические, способные пропускать сигналы очень низких частот (единицы Гц), чтобы не препятствовать прохождению самых низкочастотных сигналов звукового диапазона (как правило, это 20 Гц). Однако, как известно, разделительные конденсаторы (особенно электролитические) сами по себе являются источником достаточно больших искажений сигнала, особенно на относительно высоких частотах (десятки кГц). Давняя разработка автора [1] показала, что вместо разделительных конденсаторов с успехом можно использовать инструментальный усилитель (ИУ), сдвигающий уровень сигнала DDS в «отрицательную» область относительно «земли», что позволяет отказаться от разделительных конденсаторов, так как

выходной сигнал, снятый с ИУ, может изменяться не только с самой низкой частотой (например, 1 Гц), но и вообще без искажений воспроизводить даже постоянную составляющую (0 Гц). В то же время любой ИУ, даже самый низкочастотный, легко и без искажений пропускает относительно высокие частоты звукового диапазона (20 кГц и выше).

Во-вторых, практически все без исключения разработки, связанные с получением сигналов звукового частотного диапазона от DDS, используют кварцевые резонаторы, как правило, частотой 25 МГц (обычно для DDS AD9833). Выпускаются даже готовые модули, в составе которых используется AD9833 и кварцевый резонатор частотой 25 МГц. Однако, как следует из описания (datasheet) DDS (AD9833/AD9837), их выходная частота определяется следующим выражением:

$$F_{\text{OUT}} = F_{\text{MCLK}} / 2^{28} \times \text{FREQREG}, \quad (1)$$

где F_{OUT} – частота [Гц] на выходе DDS, F_{MCLK} – частота [Гц] тактирования DDS, FREQREG – число, загружаемое в специальный регистр частоты DDS.

Из формулы (1) можно найти значение FREQREG в зависимости от частоты тактирования F_{MCLK} и требуемой частоты F_{OUT} :

$$\text{FREQREG} = (F_{\text{OUT}} \times 2^{28}) / F_{\text{MCLK}}. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что если $F_{\text{MCLK}} = 25$ МГц, или 25×10^6 Гц, и требуемая частота F_{OUT} должна быть выражена точным числом Гц, например, 500 Гц, а 500×2^{28} на 25×10^6 нацело не делится, то для получения относительно приемлемой точности следует использовать деление с плавающей запятой (ПЗ), которое, в свою очередь, требует применения в программе соответствующей библиотеки с ПЗ, а такая библиотека отнимает до 3–4 кбайт оперативной памяти МК (RAM). Для плат Arduino, Raspberry Pi и им подобных (на базе которых в подавляющем большинстве случаев и конструируются генераторы на основе DDS) с достаточно большим по меркам МК объёмом RAM это не представляет никакой проблемы. Но если использовать обычный 8-разрядный МК с объёмом программной памяти 8 Кбайт и RAM всего в сотни байт, то использование библиотеки с ПЗ становится неприемлемым.

Однако эта проблема решается относительно просто, если использовать кварцевый резонатор с частотой, равной двойке в какой-либо степени, например, $2^{24} = 16\,777\,216$, $2^{23} = 8\,388\,608$ или $2^{22} = 4\,194\,304$. Поскольку максимальная частота так-

тирования DDS AD9837B – 16 МГц, а AD9837A – 5 МГц, то имеет смысл для AD9837B использовать кварцевый резонатор на частоту 16 777 216 Гц (16,777216 МГц), а для AD9837A – 4 194 304 Гц (4,194304 МГц). Кварцевые резонаторы на такие частоты выпускаются, довольно распространены, а потому легкодоступны и недороги. В настоящей статье применен AD9837B, поэтому для него и используется тактовая частота $F_{\text{MCLK}} = 16\,777\,216$ Гц, или 2^{24} Гц. В этом случае из формулы (2) следует, что $\text{FREQREG} = (F_{\text{OUT}} \times 2^{28}) / 2^{24} = F_{\text{OUT}} \times 16$, а сама формула (2) существенно упрощается и принимает вид:

$$\text{FREQREG} = F_{\text{OUT}} \times 16. \quad (3)$$

Таким образом, для загрузки FREQREG нужно просто умножить необходимую частоту в Гц на 16, и никаких библиотек с ПЗ не потребуется. Как будет видно из дальнейшего изложения, программная загрузка FREQREG в AD9837B и его запуск занимает всего несколько строчек кода на С.

В-третьих, для ручного ввода необходимой частоты в DDS, как правило, используется какой-либо дисплей и несколько кнопок или энкодер, для управления которыми в подавляющем большинстве случаев также используются платы Arduino и им подобные. Однако, как будет видно из дальнейшего изложения, для ввода частоты достаточно дисплея и всего двух кнопок, как, например, в электронных часах. Для этого вполне подойдёт простейший 8-разрядный МК.

Здесь следует заметить, что использование плат Arduino и им подобных, имеющих довольно большие габариты, потребляющих значительную энергию, а потому требующих внешнего источника питания (ИП), наталкивается на ещё одну проблему. Если ИП построен на базе сетевого трансформатора, выпрямителя и стабилизатора, то такой ИП является источником сетевых наводок, и в выходном сигнале DDS неизбежно появляется 50-герцовый шум, лежащий в звуковом частотном диапазоне, и избавиться от этого шума достаточно проблематично. Если же ИП построен на основе ВЧ-преобразователя, как, например, ИП для зарядки телефонов, то такой ИП также является источником шума на частотах в несколько кГц, также лежащих в звуковом диапазоне частот, и полностью избавиться от этого шума также не представляется возможным.

Если используется малопотребляющий DDS, как, например, AD9837B,

малопотребляющий дисплей, например LCD, малопотребляющие стабилизаторы, малопотребляющие ОУ и ИУ и, наконец, малопотребляющий МК, например EFM8SB10 (SB – сокращение от Sleepy Bee), то для питания генератора вполне достаточно применения небольшого аккумулятора, например, 18650 размером (d/h) 18×65 мм, напряжением 3,6 В и ёмкостью более 3 А·ч. В этом случае никаких внешних источников питания не потребуется (и, естественно, все вышеперечисленные наводки и шумы будут полностью исключены). Как будет видно из дальнейшего изложения, такой аккумулятор способен обеспечивать непрерывную работу генератора в течение, как минимум, 200 часов. А если на дисплей вывести состояние заряженности аккумулятора, то за ним можно легко следить и вовремя подзаряжать аккумулятор внешним ИП от того же телефона.

Дальнейшее изложение построено следующим образом. Вначале приведены принципиальные схемы печатной платы и дополнительных устройств прибора, затем – программные средства для него, далее рассмотрены разводка и внешний вид его платы. После этого рассказано о настройке и конструкции прибора, порядке работе с ним и, наконец, показаны результаты его работы.

Принципиальные схемы

Основой схемы платы генератора (рис. 1) является МК EFM8SB10-QFN20 (DD1) в корпусе для поверхностного монтажа QFN20 размером 3×3 мм. Конденсатор C8 блокировочный и положен по штату работы МК. Сопряжение МК с DDS и дисплеем Nokia-5110 организовано по однопроводному интерфейсу SPI, или, другими словами, в эти устройства только передаётся (но не принимается) информация с помощью сигналов SCK и MOSI, а также сигналов выбора кристалла (CS). Для DDS AD9837B (DD3) используется сигнал CSAD, а для дисплея CSD. Для тактирования DD3 используется системный тактовый сигнал МК SYS_CLK частотой 16 777 216 Гц, который также подаётся на разъём X5, предназначенный для подключения к частотомеру и служащий для точной настройки частоты. Конденсаторы C4–C7 положены по штату работы DD3. Помимо сигналов интерфейса SPI, в дисплей передаются сигналы D/C и RES. Все дисплейные сигналы вместе с питанием и «землёй»

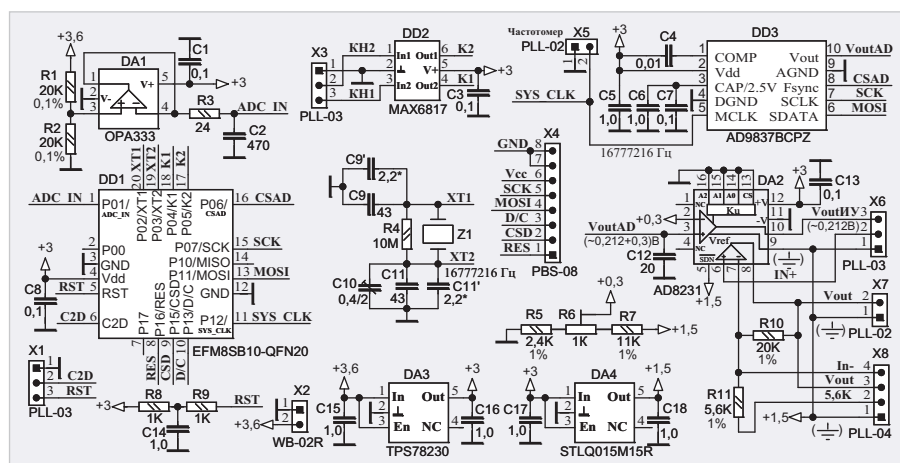


Рис. 1. Принципиальная схема платы генератора

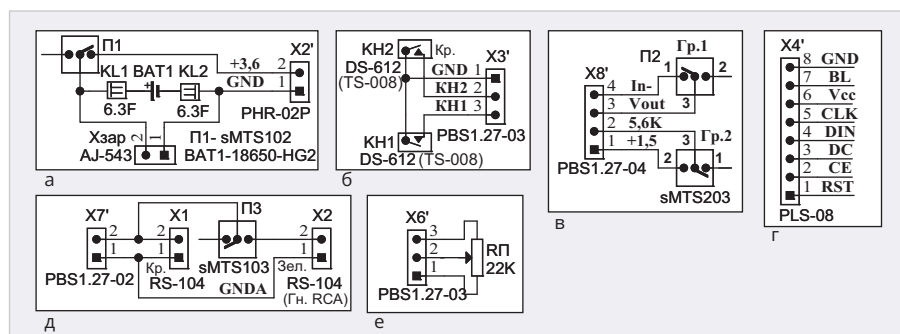


Рис. 2. Принципиальные схемы дополнительных устройств генератора:
 а – подключение аккумулятора, б – подключение кнопок, в – подключение тумблера для изменения коэффициента усиления, г – подключение LCD Nokia-5110, д – подключение тумблера для дополнительного разъёма RCA, е – подключение потенциометра для изменения амплитуды выходного сигнала генератора

выведены на разъём X4, к которому подключается плата дисплея ответным разъёмом X4' (рис. 2г). Кварцевый резонатор Z1 частотой 16 777 216 Гц вместе с резистором R4 и конденсаторами C9–C11 и C9', C11', подбираемыми при настройке (см. далее), подключается к выводам XT1 и XT2 МК.

Для устранения дребезга контактов кнопок используется специализированная микросхема MAX6817 (DD2). Сигналы (с дребезгом) непосредственно от кнопок КН1 и КН2 подключаются к его входам, а очищенные от дребезга выходные сигналы K1 и K2 подключаются к соответствующим выводам МК. Блокировочный конденсатор C3 положен по штату работы DD2. Сами сигналы от кнопок (и «земля») поступают на плату с разъёма X3, к которому ответным разъёмом X3' (рис. 2б) подключается кабель, второй конец которого соединён непосредственно с кнопками DS-612 (TS-008) – КН1 и КН2. При нажатии и отпускании кнопок слышен характерный щелчок, а также присутствует тактильная обратная связь.

RC-цепочка R8, R9, C14 предназначена как для штатной работы МК (она затягивает низкое состояние сигнала RST на время заряда конденсатора C14, требующееся при включении питания и формирующее сброс (RESET) МК – Power On Reset – POR), так и для программирования МК по интерфейсу C2 (резистор R9 позволяет легко управлять сигналом RST от этого интерфейса). Сигналы интерфейса C2 (C2D, RST) и «земля» выведены на разъём X1, к которому ответным разъёмом подключается кабель, второй конец которого соединён с соответствующим разъёмом USB DEBUG адаптера, который, в свою очередь, подключается к одному из разъёмов USB компьютера. Схема подключения подробно описана в [2].

Напряжение питания поступает на плату с разъёма X2. Это напряжение подаётся на вход микромощного стабилизатора TPS78230 (DA3), выходное стабилизированное напряжение которого (3 В) используется для питания всех микросхем платы. Микромощный стабилизатор STLQ15M15R (DA4) из входного напряжения 3 В формирует

выходное напряжение 1,5 В, которое используется как опорное (V_{REF}) для ИУ AD8231 (DA2). Блокировочные конденсаторы C15–C18 положены по штату работы стабилизаторов DA3 и DA4. К разъёму X2 ответным разъёмом (X2', рис. 2а) подключается кабель, второй конец которого через тумблер sMTS102 (П1, рис. 2а) и ножевые клеммы 6.3F (KL1 и KL2) подключается к аккумулятору 18650-HG2 (BAT1), оборудованному двумя приваренными пластинами шириной 6 мм, на которые надеваются клеммы. К этим же клеммам подключается разъём А-543 – аудиогнездо 2,5 моно (Хзар), к которому ответным разъёмом (штекер 2,5 моно) подключается кабель, второй конец которого подключается к плате зарядного устройства на базе специализированной микросхемы TC4056A (см. далее).

Для определения степени разряженности аккумулятора входное напряжение питания, условно обозначенное как «+3,6», подаётся на делитель напряжения (в 2 раза), построенный на двух прецизионных (0,1%) и равных резисторах R1 и R2. С точки соединения этих резисторов уменьшенное в 2 раза входное напряжение подаётся на вход повторителя напряжения, построенного на микропотребляющем ОУ OPA333 (DA1), а с его выхода через RC-цепочку R3, C2 – на один из входов АЦП МК (сигнал ADC_IN). МК с помощью встроенного высокоскоростного АЦП измеряет это напряжение, сравнивает его с тремя порогами (3,2 В, 3,5 В и 3,8 В) и, в зависимости от этого напряжения, выводит на дисплей рисунок аккумулятора с тремя сегментами, о степени заряженности которого можно судить по количеству включённых сегментов (см. далее). Блокировочный конденсатор C1 положен по штату работы ОУ DA1.

Выходное напряжение DDS D3 (сигнал VoutAD) с действующим значением $\sim 0,212$ В и постоянной составляющей чуть более +0,3 В подаётся на неинвертирующий вход ИУ AD8231 (3-й вывод DA2), к которому подключён конденсатор C12, сглаживающий дискретность представления выходного напряжения ЦАП DDS (как указывалось выше, эта дискретность представляется как 2048 точек по вертикали и 2048–4096 точек по горизонтали), в результате чего выходной синусоидальный сигнал с DDS становится практически гладкой функцией.

На инвертирующий вход ИУ (2-й вывод DA2) подаётся напряжение чуть

более +0,3 В, полученное с движка подстроечного резистора R6, входящего в состав делителя напряжения R5, R6, R7. Как известно, выходное напряжение ИУ определяется следующей формулой:

$$V_{out\text{ ИУ}} = (V_{in+} - V_{in-}) \times K_u + V_{ref} \quad (4)$$

где $V_{out\text{ ИУ}}$ – выходное напряжение ИУ, V_{in+} – напряжение на неинвертирующем входе, V_{in-} – напряжение на инвертирующем входе, V_{ref} – опорное напряжение, K_u – коэффициент усиления ИУ. Если $K_u = 1$, формула (4) упрощается и принимает вид:

$$V_{out\text{ ИУ}} = V_{in+} - V_{in-} + V_{ref} \quad (5)$$

Пусть постоянная составляющая выходного напряжения DDS равна, например, 0,35 В, тогда напряжение $V_{in+} = \sim 0,212 \text{ В} + 0,35 \text{ В}$. Если выходное напряжение с движка R6 делителя R5, R6, R7 настроить также на 0,35 В, то $V_{in-} = 0,35 \text{ В}$. И, наконец, если $V_{ref} = 1,5 \text{ В}$, то формула (5) ещё более упрощается: $V_{out\text{ ИУ}} = \sim 0,212 \text{ В} + 0,35 \text{ В} - 0,35 \text{ В} + 1,5 \text{ В}$ и приобретает вид:

$$V_{out\text{ ИУ}} = \sim 0,212 \text{ В} + 1,5 \text{ В} \quad (6)$$

Смысл формулы (6) состоит в том, что теперь выходное напряжение ОУ $V_{out\text{ ИУ}}$ изменяется относительно +1,5 В как в положительную, так и в отрицательную сторону с амплитудой 0,3 В. Если принять напряжение $V_{ref} = +1,5 \text{ В}$ за, например, аналоговую «землю» (перевернутая ёлочка на рис. 1 рядом с ИУ DA2), то $V_{out\text{ ИУ}}$ также будет изменяться как в положительную, так и в отрицательную сторону относительно этой аналоговой «земли» с амплитудой 0,3 В. Другими словами, мы получили чистый синусоидальный сигнал без постоянной составляющей с амплитудным значением 0,3 В относительно аналоговой «земли».

Здесь следует заметить, что если DDS находится в состоянии сброса (такая команда на DDS относительно часто подаётся в программе на МК – см. далее), то его выходное напряжение принимает среднее значение, в связи с чем выходное напряжение $V_{out\text{ ИУ}}$ относительно аналоговой «земли» будет равно нулю ($V_{out\text{ ИУ}} = 0$). Это свойство DDS полезно использовать для точной настройки напряжения с движка R6 делителя R5, R6, R7 (см. далее).

Как видно из рис. 1, сигнал $V_{out\text{ ИУ}}$ подаётся на 3-й контакт разъёма X6, сигнал с неинвертирующего входа дополнительного ОУ, встроенного в DA2 (6-й вывод DA2), подаётся на его 2-й контакт, а аналоговая «земля» – на его 1-й контакт. К этому разъёму ответным разъёмом X6' (рис. 2е) подключён трёхпроводный кабель, второй конец

которого подключён к переменному резистору RP (СП4-1). Выход этого дополнительного ОУ (8-й вывод DA2, сигнал V_{out}) подключён ко 2-му контакту разъёма X7, а его 1-й контакт соединён с аналоговой «землёй». Кроме того, сигнал V_{out} подключён к 3-му контакту разъёма X8, сигнал с инвертирующего входа дополнительного ОУ (7-й вывод DA2, сигнал $In-$) подключён к 4-му контакту X8, нижний конец резистора R11 подключён ко 2-му контакту X8, а аналоговая «земля» – к 1-му контакту. К разъёму X8 ответным разъёмом (X8', рис. 2в) подключается кабель, второй конец которого подключается к тумблеру sMTS203 (П2, рис. 2в) с двумя группами контактов.

Назначение разъёмов X6 и X8 – регулировка амплитуды выходного сигнала V_{out} и изменение коэффициента усиления дополнительного ОУ DA2.

Более подробно этот процесс схематично показан на рис. 3. С движка переменного резистора RP сигнал $In+$ попадает на неинвертирующий вход ОУ. Резисторы R10 и R11 совместно с группами контактов Гр.1 и Гр.2 тумблера включены так, что в одном положении групп контактов (как на рис. 3) выводы ОУ 6 и 8 замыкаются накоротко, а левый по схеме конец резистора R11 оказывается свободным. В этом случае ОУ представляет собой обычный повторитель напряжения, поданного на его неинвертирующий вход с движка резистора RP. В ином положении групп контактов, когда тумблер переключён в противоположную сторону, выводы 6 и 8 ОУ размыкаются, и резистор R10 включается в обратную связь ОУ (между его выходом и инвертирующим входом), а резистор R11 подключается к аналоговой «земле». В этом состоянии ОУ становится неинвертирующим усилителем с коэффициентом усиления, равным $K_u = 1 + R10/R11 = 1 + 20\text{K}/5,6\text{K} = 4,57$.

Теперь, резюмируя вышесказанное, имеем следующее. В первом положении тумблера П2 (рис. 2в), когда ОУ является повторителем с $K_u = 1$, получаем, что выходное напряжение ОУ может регулироваться переменным резистором RP от $V_{out} = 0 \text{ В}$ до $V_{out} = \sim 0,212 \text{ В}$ (действующее значение) с амплитудным значением $V_{outAMP} = 0,212 \text{ В} \times \sqrt{2} \approx 0,2998 \approx 0,3 \text{ В}$ ($\sqrt{2} \approx 1,414$). Этот режим работы генератора целесообразно использовать для настройки различного рода предварительных усилителей, когда источником

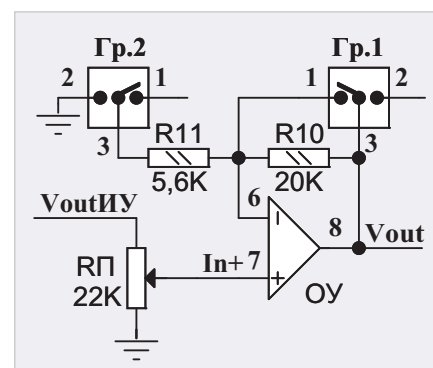


Рис. 3. Условная схема переключения коэффициента усиления ОУ

сигнала являются типовые аудиоустройства (проигрыватели CD, виниловых пластинок, аудиовыход телефона и т.п.) со стандартным для аудиосигнала выходным напряжением с амплитудным значением 0,3 В.

Во втором положении тумблера, когда $K_u = 4,57$, получаем, что выходное напряжение ОУ может регулироваться резистором RP от $V_{out} = 0 \text{ В}$ до $V_{out} = \sim 0,212 \text{ В} \times 4,57 = \sim 0,97 \text{ В}$ (действующее значение) с амплитудным значением $V_{outAMP} = 0,97 \text{ В} \times \sqrt{2} \approx 1,37 \text{ В}$. Этот режим работы генератора обычно используют для настройки различных усилителей мощности звуковой частоты (УМЗЧ), источником сигнала для которых, как правило, является синусоидальный сигнал с максимальной амплитудой около 1 В.

Здесь может возникнуть вопрос: а зачем использован дополнительный ОУ, входящий в состав AD8231, коэффициент усиления которого переключается аппаратным способом – тумблером (рис. 3)? Ведь ИУ AD8231 оборудован встроенным средством переключения коэффициента усиления с помощью логических входов A0, A1 и A2 (рис. 1), позволяющих установить коэффициент усиления от 1 до 128 (в том числе и, например, 4), состояние которых можно менять, например, программным способом, если их подключить к МК. И почему эти входы заземлены, в связи с чем коэффициент усиления ИУ постоянно установлен и равен 1? Здесь дело в том, что в формуле (4), в которой присутствует этот коэффициент усиления (K_u), скрыто некоторое лукавство. Оно заключается в том, что если K_u больше единицы (например, 2 и больше), то эта формула работает неадекватно. Эта неадекватность проявляется в том, что если $(V_{in+} - V_{in-}) \times K_u$ (см. формулу (4)) больше 0,3 В, или, другими словами, если

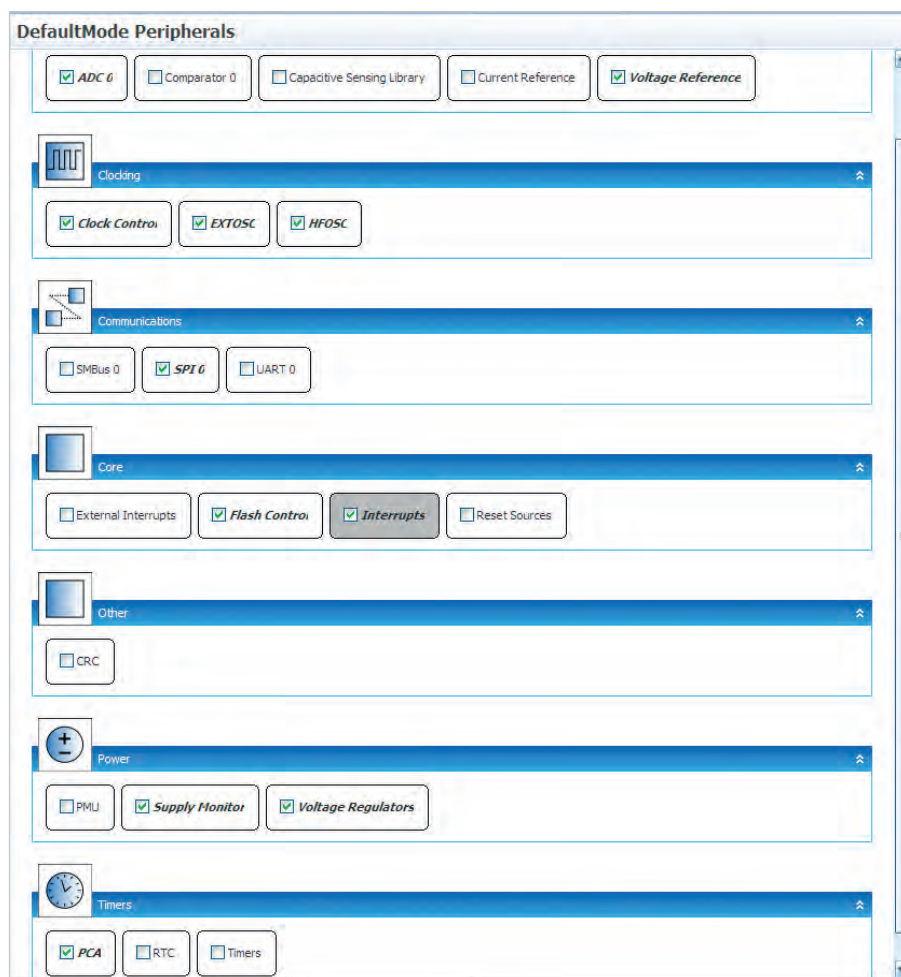


Рис. 4. Основное меню настройки устройств МК

мгновенное значение синусоидального сигнала опускается ниже $-0,3\text{ В}$ (относительно «земли»), а такое возможно, если $K_u > 1$, то нижняя часть синусоиды обрезается на уровне примерно $-0,3\text{ В}$, и сигнал становится уже несинусоидальным. Но ведь в формуле (4) есть ещё член « $+V_{\text{ref}}$ », который равен $+1,5\text{ В}$, и по формуле (4) он должен поднимать выходное напряжение на эти $1,5\text{ В}$, что намного больше, чем $0,3\text{ В}$. Хотя чисто математически это и верно, однако на практике, к сожалению, это не работает. Вот в этом и состоит лукавство формулы (4), которая (в данном случае) работает только тогда, когда $K_u = 1$.

Сигнал V_{out} и аналоговая «земля» также подаются на разъём X7 (рис. 1), к которому ответным разъёмом X7' подключён двухпроводный кабель, второй конец которого подключается к разъёму RCA красного цвета – RS-104 (X1, рис. 2д) и через тумблер sMTS103 (ПЗ, рис. 2д) – к разъёму RCA зелёного цвета – RS-104 (X2, рис. 2д). Разъём X1 служит для подключения выходного сигнала генератора к осциллографу для настройки, т.е. для получения сигнала необходимой

частоты и амплитуды, после чего тумблером ПЗ уже подключается к разъёму X2, к которому подключён кабель для тестируемого аудиоустройства.

Как видно из рис. 1, плата генератора не отличается особой сложностью, поэтому легко разводится и имеет размер всего $22 \times 40\text{ мм}$ (см. далее).

Программные средства

Программа в уже готовом загрузочном формате EFM8SB10F8G_A_QFN20_8.hex приведена в дополнительных материалах к статье на сайте журнала. Её можно запрограммировать в МК с помощью USB DEBUG адаптера (см. выше). Однако для тех, кто хочет написать свою программу, автор хотел бы поделиться некоторыми наиболее критическими её моментами.

Прежде всего, о настройках периферийных устройств МК.

В среде программирования Simplisity Studio v.4 в основном меню настройки периферийных устройств (рис. 4) галочками отмечены те устройства, которые необходимо настроить.

Вначале разрешаем встроенный внутренний ВЧ генератор (HFOSC)

частотой $24,5\text{ МГц}$ (рис. 5а), так как при включении питания он включается по умолчанию, и системная тактовая частота определяется именно им, а МК должен начать работать и выполнять команды программы, в том числе и те, которые переключают МК на внешний кварцевый резонатор частотой $16\,777\,216\text{ Гц}$ (рис. 5б) и устанавливают системную тактовую частоту SYSCLK, источником которой является внешний генератор (Clock Control, рис. 5в). Поэтому, если не разрешить внутренний генератор, то до этих команд МК просто «не дойдет», так как ему нечем будет выполнять команды программы, поскольку он не будет тактироваться. Также следует установить опцию Flash Control для работы с flash-памятью, т.е. определить, что для её чтения системная тактовая частота SYSCLK $> 14\text{ МГц}$ (рис. 5г).

В настройках интерфейса SPI (рис. 5д) необходимо выбрать частоту импульсов SCK ($2,796\text{ МГц}$) почти в 2 раза ниже максимальной частоты (4 МГц), на которой работает дисплей LCD5110 (для надёжности), поскольку DDS может работать на более высокой частоте, т.е. выбрать коэффициент деления SYSCLK Divider Coefficient, равный 2. Здесь необходимо отметить, что, хотя обмен информацией МК с DDS и дисплеем идёт по одному и тому же интерфейсу SPI, у этих устройств настройка этого интерфейса разная. В частности, если фаза (Clock Phase) у них одинаковая, т.е. данные тактируются первым же импульсом SCK (Data sample on first edge), то полярность разная. У дисплея состояние импульса SCK в отсутствие обмена (Clock Polarity) находится в низком уровне (Low in idle state), а у DDS – в высоком. Но поскольку обмен информацией МК с дисплеем происходит на порядок чаще, выбираем правильную полярность для дисплея (Low in idle state), а перед началом обмена с DDS уже программным способом придётся переключить полярность на обратную, а после окончания обмена – восстановить прежнюю (см. далее).

Далее необходимо разрешить в матрице соединений (CROSSBAR0) подключение сигналов SPI и системной тактовой частоты SYSCLK_OUT (для тактирования DDS) к портам МК, поставив галочки в квадратах Clock/Data и Clock (рис. 5е).

Для работы АЦП (при измерении напряжения аккумулятора) выбираем внутренний источник опорного напря-

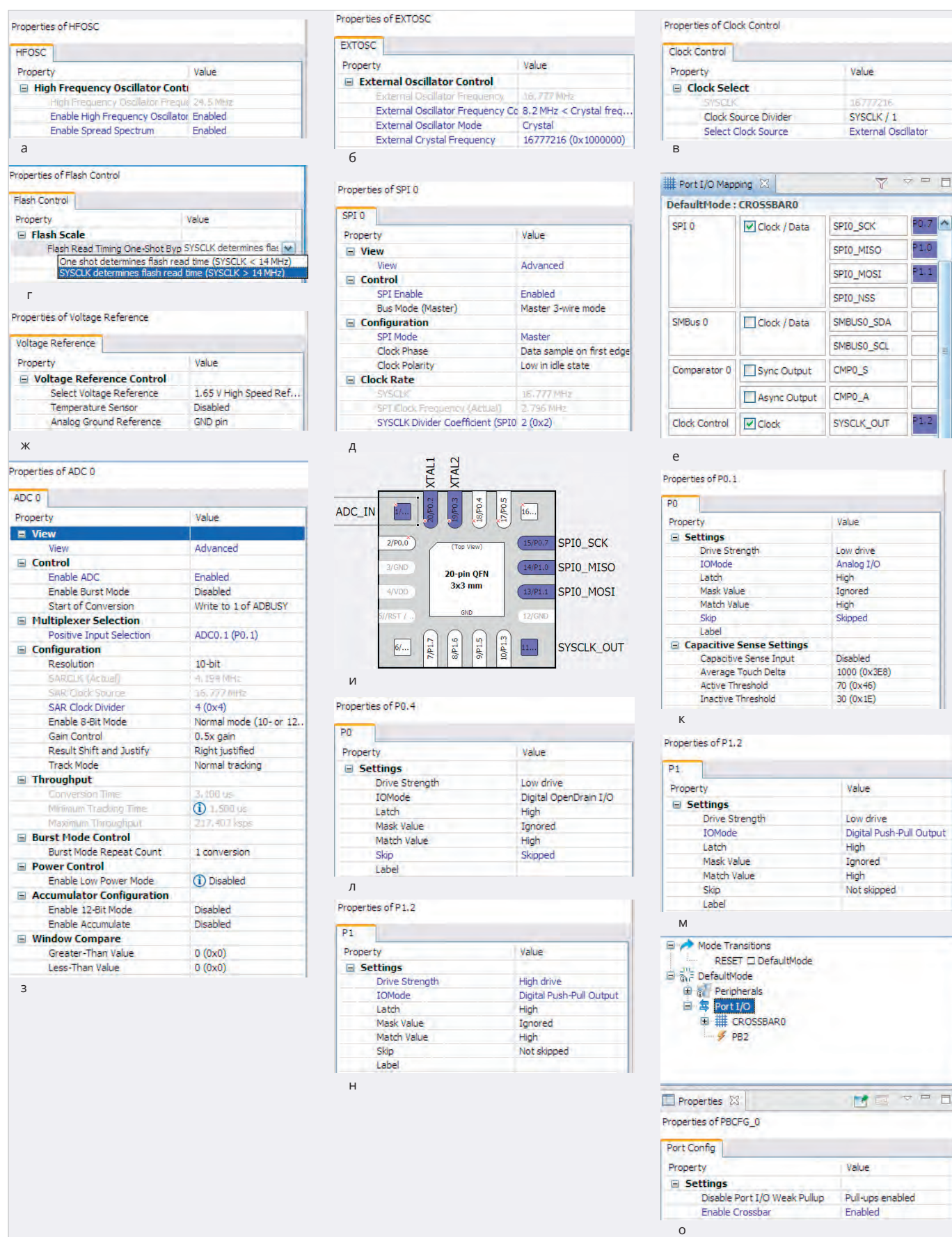


Рис. 5. Настройка устройств МК: (а-г) – генераторов, (б-е) – SPI, (ж-з) – АЦП, (и-н) – портов, о – матрицы соединений

жения (Voltage Reference, рис. 5ж) 1,65 В и настраиваем работу АЦП (рис. 5з). Здесь основными опциями являются следующие. Разрешаем работу АЦП (Enable ADC

– enable), начало преобразования определяем с помощью записи 1 в регистр ADBUSY (Start of Conversion – Write to 1 of ADBUSY), входной сигнал для АЦП

подключаем к порту P1.0, устанавливаем коэффициент усиления входного усилителя (см. далее) на 0,5 (0.5x gain). Остальные опции АЦП – согласно рис. 5з.

Далее переключаемся в опцию настройки портов, где на экран выводится корпус МК со всеми портами ввода/вывода (рис. 5и). Порты с сигналами ADC_IN (P0.1), XTAL1 (P0.2) и XTAL2(P0.3) определяем как аналоговые входы/выходы (Analog I/O). Пример для порта P0.1 – рис. 5к. Порты, к которым подключаются сигналы от кнопок (P0.4, P0.5), и порт для SPI0_MISO (P1.0) определяем как цифровые входы (Digital OpenDrain I/O). Пример для порта P0.4 – рис. 5л. Остальные порты, кроме неиспользованных P0.0 и P1.7 (которые также настраиваем как цифровые входы), определяем как цифровые слаботочные (Low drive) выходы (Digital Push-Pull Output). Пример для порта P1.2 – рис. 5м. Здесь необходимо отметить, что при настройке системной тактовой частоты, сигнал которой (SYSCLOCK_OUT) выходит с порта P1.2, тактирует DDS и подключается к частотомеру относительно длинным кабелем, во время настройки частоты можно установить «сильноточным» (High drive – рис. 5н), так как в этом случае его фронты будут существенно круче, и поэтому частота будет более точно измеряться частотомером. После настройки этот порт необходимо переключить обратно на слаботочный (Low drive), так как DDS расположен близко к МК, и для его тактирования вполне достаточен слаботочный выход.

На порты с P0.0 по P0.6 необходимо обязательно установить опцию пропуска (Skip), отмеченную красными крестиками на рис. 5и.

В конце настройки устройств необходимо разрешить работу матрицы соединений (Enable Crossbar – enabled) – рис. 5о.

Остальные опции меню рис. 4, отмеченные галочками, в связи с простотой подробно не описаны, но их необходимо также установить следующим образом. В Interrupt – запретить все прерывания, Supply Monitor – разрешить, Voltage Regulators – разрешить, в PCA – запретить Watchdog Timer.

После проделанной описанной выше настройки устройств МК созданную конфигурацию необходимо записать на диск, нажав в левом верхнем углу экрана кнопку с двумя дискетами. В этом случае средой Simplisity Studio сгенерируется программа инициализации устройств на C51 с названием InitDevice.c, которая автоматически подключится к основной программе. Текст этой программы, если её распечатать, займет 7 страниц формата A4 шрифтом размера 10. Можно, конеч-

но, написать такую программу своими силами, но на это придётся потратить несколько дней достаточно кропотливой работы, так как самостоятельное написание такой программы достаточно сложно и не гарантировано от ошибок. Автоматическая генерация такой программы средой Simplisity Studio произойдёт всего за пару-тройку секунд, и, что главное, если вышеуказанные настройки сделаны верно, такая программа гарантирована от ошибок. Вот поэтому на рис. 4 и рис. 5 так подробно и описаны все настройки устройств МК.

Теперь по поводу критически важных особенностей некоторых подпрограмм.

Основой всех подпрограмм вывода информации по интерфейсу SPI служит простейшая подпрограмма вывода байта по этому интерфейсу:

```
// Вывод байта по SPI
void outspi(uint8_t byte)
{SPI0DAT = byte; //
Вывод байта по SPI
while (!SPI0CN0_SPIF); //
Ожидание окончания вывода байта
SPI0CN0_SPIF = 0; //
Сброс флага окончания передачи
}
```

На базе этой подпрограммы основаны подпрограммы вывода команд и данных в дисплей:

```
// Вывод команды по SPI
для дисплея
void outcmd(uint8_t byte) {
DC = 0;
CSD = 0;
outspi(byte);
CSD = 1;
}
```

```
// Вывод данных по SPI
для дисплея
void outdat(uint8_t byte) {
DC = 1;
CSD = 0;
outspi(byte);
CSD = 1;
}
```

Эти подпрограммы используются для инициализации и очистки дисплея с максимальной контрастностью, которая зависит не только от самой команды, определяющей контрастность, но и от команды, определяющей температурный коэффициент (и, как ни странно, в большей степени), о чём часто забывают, а для некоторых этот факт вообще неизвестен. Подпрограмма инициализации и очистки дисплея приведена ниже.

```
// Подпрограмма инициализации
и очистки ЖКИ
void CLS(void) {
uint16_t i;
RES = 1;
DEL3MS();
}
```

```
RES = 0;
DEL3MS();
RES = 1;
DEL3MS();
outcmd(0x21); //
Режим внешних команд.
outcmd(0x04); // temperature
coefficient 0 - высокая
контрастность
outcmd(0xC0); // Set LCD
Vop(Contrast = 80h + 40h).
outcmd(0x13); //
LCD bias mode 1:48
outcmd(0x20); //
Режим стандартных (внутр.)
команд, горизонт. адресация
outcmd(0x0C); //
Нормальный режим отображения
(черным по белому)
outcmd(0x80); // x=0;
outcmd(0x40); // y=0;
for (i = 0; i < 504; i++) {
outdat(0x00); //Очистить lcd
}
outcmd(0x22); // Стандартные
команды, вертикальная адресация
}
```

О выводе символов в дисплей Nokia-5110 подробно написано в статье автора [3], и, чтобы не повторяться, на взгляд автора, описывать этот вывод здесь не имеет смысла. Для цифр использован шрифт Clarendon жирный, размер символов 14×16 точек.

Теперь по поводу вывода информации в DDS.

Цифровое значение частоты выводится в DDS по SPI двумя двухбайтными (16-разрядными) словами. Но поскольку интерфейс SPI однобайтный, имеет смысл сделать следующее совмещение (объединение) одного двухбайтного числа и массива из двух однобайтных:

```
//-----
union {
uint16_t US; // U.UB[0]- Ст.6.
uint8_t UB[1]; // U.UB[1]-
Мл.6.
} U; // U.US - 2-байтное
uint16_t число.
//-----
```

В этом совмещении 2-байтное число U.US и два элемента двухбайтного массива UB[1]: U.UB[0] (старший байт) и U.UB[1] (младший байт) перераспределяют одно и то же место в памяти МК. Это означает, что два однобайтных числа U.UB[0] и U.UB[1] полностью определяют двухбайтное число U.US, и наоборот, число U.US полностью определяет два числа U.UB[0] и U.UB[1]. Другими словами, если задано двухбайтное (uint16_t) число U.US, то однобайтные (uint8_t) числа U.UB[0] и U.UB[1] автоматически определяются как его старший и младший байты соответственно. Верно также и обратное.

Здесь необходимо напомнить (см. выше), что перед тем как выводить информацию по SPI в DDS, необходимо

в регистре SPI0CFG переключить бит полярности с «дисплейного» (заданного в начальной конфигурации – рис. 5д) на «DDS-й», а после окончания вывода восстановить первоначальное его (бита) значение, иначе дисплей работать не будет.

Подпрограмма вывода двухбайтного числа в DDS по SPI с учётом вышеуказанного совмещения, переключения бита полярности и вышеописанной подпрограммы вывода байта по SPI `outspi()` приведена ниже.

```
//Вывод 16-разрядного слова
в DDS
void outspi16(uint16_t wor) {
    U.US = wor;
    SPI0CFG = SPI0CFG | 0x10; //
    IDLE_HIGN для AD9837
    CSAD = 0; // CSAD=0.
    outspi(U.UB[0]); // Ст.6.
    outspi(U.UB[1]); // Мл.6.
    CSAD = 1; // CSAD=1.
    SPI0CFG = SPI0CFG & 0xef; //
    IDLE_LOW - Для дисплея
}
```

Теперь о том, как вывести в DDS само значение частоты. Как указано в справочном листке (datasheet) на AD9837, численное значение частоты представляется 28-разрядным кодом и вводится в DDS двумя двухбайтными (16-разрядными) словами. В первом слове в 14 его младших битах содержится 14 младших бит 28-разрядного кода, во втором, в его 14 младших битах, – 14 старших бит кода. А в двух старших битах обоих слов содержится управляющий код. Если, например, этот управляющий код равен 01b (01₂), то DDS будет воспринимать его следующим образом. Во-первых, будет выводиться синусоида, во-вторых, численное значение частоты будет вводиться в нулевой регистр частоты (FREQ0), а численное значение фазы (как правило, нулевое значение) – в нулевой регистр фазы (PHASE0). Есть ещё FREQ1 и PHASE1, но их использования не требуется.

Пусть задано 32-разрядное (`uint32_t`) значение частоты F. Каким образом сформировать из этого числа два двухбайтных слова с указанным управляющим кодом для ввода в DDS? Сделать это достаточно просто.

Во-первых, определим это число F как 32-разрядное:

```
uint32_t F; // частота в Гц
```

Во-вторых, сделаем ещё одно совмещение:

```
union {
    uint32_t FRL; // FR.FRS[0]– Ст.
    uint16_t слово.
    uint16_t FRS[1]; // FR.FRS[1]–
    Мл. uint16_t слово.
} FR; // FR.FRL – 4-байтное
uint32_t число.
```

В этом совмещении 4-байтное (`uint32_t`) число FR.FRL и два двухбайтных (`uint16_t`) числа FR.FRS[0] и FR.FRS[1] двухэлементного массива FRS[1] также перераспределяют одно и то же место в памяти МК и являются соответственно старшим и младшим словами числа FR.FRL.

Теперь, как указывалось выше (см. формулу (3)), заданное число F умножим на 16, а результат запишем в 4-байтное число FR.FRL вышеуказанного совмещения, т.е. $FR.FRL = F \times 16$. Если теперь сдвинуть 32-разрядное число FR.FRL влево на 2 бита, то в младшем слове FR.FRS[1] получим 14 младших бит 28-разрядного кода, только сдвинутых влево на 2 бита, а в старшем слове FR.FRS[0] – полностью 14 старших бит этого кода. Если сдвинуть младшее слово FR.FRS[1] вправо на 2 бита (т.е. восстановить сдвинутое влево значение), то в его 14 младших битах как раз и будет содержаться 14 младших бит 28-разрядного кода. Таким образом, оба слова FR.FRS[0] и FR.FRS[1] для вывода теперь подготовлены и остаётся только добавить к ним 2 старших управляющих бита 01b (или 0x4000). Эту «добавку» можно, например, просто прибавить, но проще каждое из слов логически сложить (|) с числом 0x4000.

Для вывода нулевого значения фазы в нулевой регистр фазы (PHASE0) требуется подать команду 0xC000 (см. справочный листок AD9837).

Но прежде чем выводить в регистр частоты (FREQ0) эти два двухбайтных слова и нулевое значение фазы в нулевой регистр фазы (PHASE0), DDS нужно сбросить (т.е. установить бит RESET), подав команду 0x2108 – см. справочный листок на AD9837), а после вывода частоты и фазы – запустить, т.е. обнулить бит сброса, подав команду 0x2008.

Несмотря на такое пространное объяснение, подпрограмма вывода в DDS заданной частоты занимает всего 9 строчек кода на C51:

```
//Вывод частоты в DDS
FR.FRL = F * 16;
FR.FRL = FR.FRL << 2; //
Сдвиг всего числа uint32_t влево
на 2 бита
FR.FRS[0] = (FR.FRS[0]) |
0x4000; //Добавка 2-х ст.бит 01b
к ст. слову для Freq 0
FR.FRS[1] = ((FR.FRS[1]) >> 2)
| 0x4000; //Сдвиг мл. слова
вправо на 2 бита (восст.)
//и добавка 2-х ст.бит 01b к
мл. слову
outspi16(0x2108); // Сброс DDS
(стоп)
outspi16(FR.FRS[1]); //
вывод мл. слова частоты в FREQ_0
```

```
outspi16(FR.FRS[0]); //
вывод ст. слова частоты в FREQ_0
outspi16(0xC000); //
WRITE_TO_PHASE0_REG 0xC000
outspi16(0x2008); //
Выход из сброса (запуск)
```

Таким образом, программирование DDS примитивно просто, а приведённая выше подпрограмма занимает ничтожное место в программной памяти МК.

Подпрограмма для измерения напряжения аккумулятора и вывода на дисплей состояния его разряженности также проста. Она десятикратно измеряет напряжение, поступающее на вход ADC0.1 (P0.1) МК, осредняет его, сравнивает с порогами (3,2 В; 3,5 В и 3,8 В) и в зависимости от этого напряжения выводит на дисплей рисунок аккумулятора с тем или иным количеством сегментов. С необходимыми комментариями эта подпрограмма приведена ниже. Поскольку подпрограмма взята из одного из примеров работы АЦП, приведённых в среде Simplicity Studio, и адаптирована под настоящую задачу, некоторые комментарии оставлены в оригинальном виде. Вывод на дисплей опущен, поскольку, как указывалось выше, более подробно о таком выводе написано в [3]. Учитывая заданную конфигурацию (см. рис. 5ж и рис. 5з), её достаточно просто понять:

```
void BAT() {
    uint32_t accumulator = 0; //
    accumulator for averaging
    uint8_t measurements; // = 10;
    // measurement counter
    uint32_t result = 0;
    uint32_t mV; // measured
    voltage in mV
    for (measurements =
0; measurements < 10;
measurements++) {
        // clear ADC0 conv. complete
        flag
        ADC0CN0_ADINT = 0;
        // Start a conversion by
        setting ADBUSY
        ADC0CN0_ADBUSY = 1;
        while (!ADC0CN0_ADINT); //wait
        conversionComplete
        accumulator += ADC0; // ADC0
    }
    result = accumulator / 10;

    // Vref (mV)
    // measurement (mV) = -----
    ----- * result (bits)
    // (2^10)-1 (bits)
    mV = result * 6600 / 1023;
    //2*1650=3300 и *2 = 6600, так
    как 2 резистора
    // и повторитель на ОРА333;0.5x
    gain => 2*1650
    if (mV < 3200) {
        //вывод пустого аккумулятора
    }
    if ((mV >= 3200) & (mV <=
3500)) {
        //вывод одного сегмента
    }
    if ((mV > 3500) & (mV <= 3800))
    {
        //вывод двух сегментов
    }
    if (mV > 3800) {
        //вывод трех сегментов
    }
}
```

Теперь по поводу того, как работает подпрограмма, определяющая состояние кнопок.

Во-первых, как можно увидеть из схем рис. 1 и рис. 2, сигналы от кнопок, очищенные от дребезга, поступают на порты P0.4 и P0.5 МК, для чего в основной программе сделаны следующие назначения:

```
sbit KN1 = P0 ^ 4; //
Правая кнопка
sbit KN2 = P0 ^ 5; //
Левая кнопка
```

Отсутствие дребезга позволяет в подпрограмме, связанной с кнопками, легко определять их состояние всего двумя простыми командами, которые выполняются в бесконечном цикле (**while** (1)), выход из которого (**break**) осуществляется при нажатии и отпуске соответствующей кнопки:

```
while (1) {
    if (!KN1) { // Ждем нажатия
        кнопки KN1
        while (!KN1); // Ждем отпущения
        кнопки KN1
        ... // Вывод на дисплей цифр и
        запуск/стоп
        break;
    }
    if (!KN2) { // Ждем нажатия
        кнопки KN2
        while (!KN2); // Ждем отпущения
        кнопки KN2
        ... // Вывод на дисплей режима
        break;
    }
}
```

Вывод на дисплей, как указывалось выше, опущен.

После трансляции всей программы в среде Simplisity Studio внизу экрана появляется следующее сообщение:

```
Program Size: data=38.0 xdata=0
const=672 code=1727
LX51 RUN COMPLETE. 0
WARNING(S), 0 ERROR(S)
Finished building target:
EFM8SB10F8G-A-QFN20_8.omf
```

Из этого сообщения следует, что программа использует менее трети (всего 38 байт) внутренней оперативной памяти с прямой адресацией (data=38.0), размер которой 128 байт, внешняя дополнительная оперативная память с косвенной адресацией размером 512 байт не используется вообще (xdata=0), размер кодовой части программы составляет 1727 байт (code=1727) плюс константы 672 байта (const=672) в сумме составляют $1727 + 672 = 2399$ байт $\approx 2,34$ КБ, т.е. менее 30% от максимального размера программной памяти для этого МК, равного 8 КБ. Программа использует так называемую small – model, где все данные располагаются

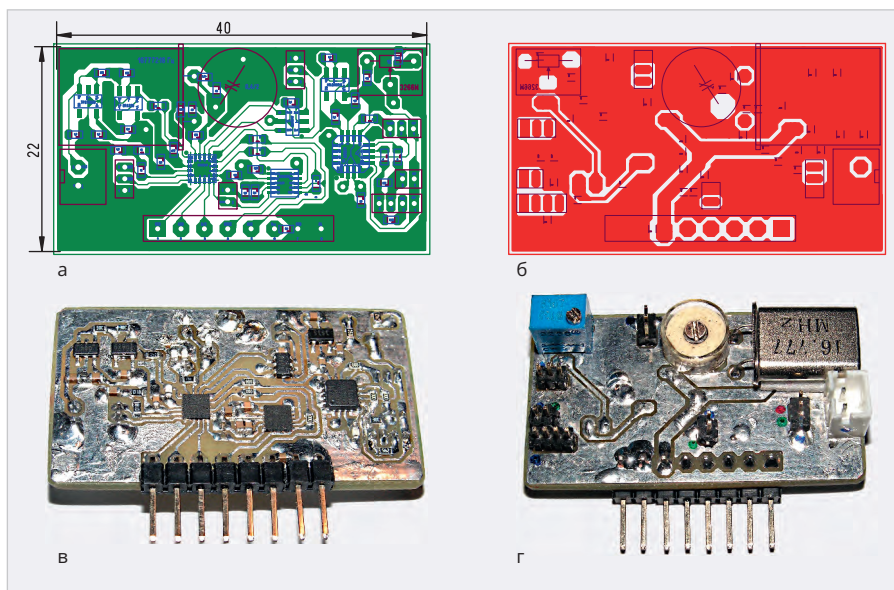


Рис. 6. Разводка и внешний вид платы прибора: а, в – вид со стороны расположения компонентов для поверхностного монтажа; б, г – вид с обратной стороны

в памяти с прямой адресацией (data), и которая работает наиболее быстро.

Разводка и внешний вид платы генератора

Разводка платы устройства сделана автором с помощью программы SprintLayout v.6. Файл разводки в формате *.lay6 приведён в дополнительных материалах к статье на сайте журнала. Из рисунков разведённой платы и её внешнего вида (рис. 6) можно заключить, что её разводка достаточно проста, а сама плата имеет размер всего 22×40 мм.

Все отверстия на разводке (кроме отверстий для подстроечного конденсатора и подстроечного резистора) – это переходные отверстия со слоя на слой. Если через них проходят штыри разъёмов и выводы кварцевого резонатора, то их следует пропаять с двух сторон платы. Во все остальные переходные отверстия следует вставить тонкий лужёный медный провод и также пропаять его с двух сторон платы. Эта процедура позволяет не использовать металлизацию отверстий, технология которой в домашних условиях весьма проблематична, а потому неприемлема.

Конструкция прибора

Генератор расположен в корпусе от распределительной коробки для электрики размером 75×75×30 мм (рис. 7). В верхней части корпуса (рис. 7г) для дисплея прорезано окно, а сама плата дисплея приклеена к внутренней поверхности корпуса пористой лентой с двусторонним липким слоем. Плата прибора с одной стороны вставлена в

ответный разъём платы дисплея, а с другой – приклеена к ней пористой лентой с двусторонним липким слоем. Такой же лентой к внутренней поверхности корпуса приклеен аккумулятор. В верхней части корпуса просверлены отверстия, через которые тумблеры, переменный резистор и кнопки укреплены соответствующими гайками, а ручки управления выведены на лицевую поверхность корпуса (рис. 7в, рис. 7г). Два разъёма RCA красного и зелёного цвета и гнездо 2,5 моно через отверстия на боковых стенках корпуса прикручены к нему соответствующими гайками (рис. 7а, рис. 7в). К внутренней поверхности стенок корпуса дихлорметаном приклеены Г-образные пластиковые уголки, в которых просверлены отверстия и нарезана резьба М2. К этим уголкам винтами М2 с головками впотай прикручена крышка корпуса, в которой в соответствующих местах просверлены и раззенкованы отверстия диаметром 2 мм (рис. 7б). Чтобы корпус не скользил, к внешней поверхности крышки пористой лентой с двусторонним липким слоем приклеены 4 резиновые самоклеящиеся ножки. Под две передние ножки подложены пластиковые шайбы (они красного цвета на рис. 7б, рис. 7в). Это сделано для того, чтобы плоскость дисплея отклонить на небольшой угол в сторону пользователя, поскольку в этом случае контраст изображения на дисплее максимален, а потому само изображение наиболее читабельно.

Левый верхний тумблер (рис. 7г) предназначен для включения питания. В его верхнем положении пита-

ние включено, в нижнем выключено. Положение левого нижнего тумблера определяет коэффициент усиления усилителя и соответственно максимально возможное напряжение синусоидального сигнала генератора, зависящее от положения ручки управления переменным резистором. В нижнем положении этого тумблера коэффициент усиления равен 1, а максимальная амплитуда выходного напряжения генератора равна чуть более 0,3 В. В верхнем положении коэффициент усиления, как указывалось выше, равен 4,57, а максимальная амплитуда около 1,4 В. Правый тумблер подключает выходное напряжение генератора к зелёному разъёму RCA (рис. 7в). В верхнем положении тумблера напряжение подключено, в нижнем отключено. Ручка потенциометра (РП) регулирует выходное напряжение генератора от нуля до максимума. При повороте ручки против часовой стрелки до упора выходное напряжение нулевое, при повороте по часовой стрелке до упора – оно максимальное. Левая кнопка предназначена для ввода цифр числа частоты генератора и для его запуска и остановки. Правая определяет режим работы: набор числа или запуск/стоп генератора (см. далее в разделе о порядке работы с генератором).

Настройка генератора

Настройка генератора состоит из двух пунктов: настройки нуля выходного напряжения генератора в режиме сброса с помощью подстроечного резистора R6 на рис. 1 и настройки тактовой частоты 16 777 216 Гц подстроечным конденсатором C10, рис. 1.

Вначале о настройке нуля выходного напряжения.

Квыходному разъёму RCA X1 на рис. 2д (разъём красного цвета на рис. 7в) необходимо подключить цифровой вольтметр или цифровой тестер. Переключить диапазон измерения постоянного напряжения (DC) в тестере на минимальное значение в милливольтках. Включить прибор, переключить левый нижний тумблер в нижнее положение (единичный коэффициент усиления) и, вращая шлиц подстроечного резистора отвёрткой, желательно с керамическим наконечником, в ту или иную сторону, добиваются нулевого показания тестера. Автор использовал тестер на милливольтном диапазоне с одним разрядом после запятой. Показания тестера при правильной настройке составили 000,0 мВ. Далее переключить тум-

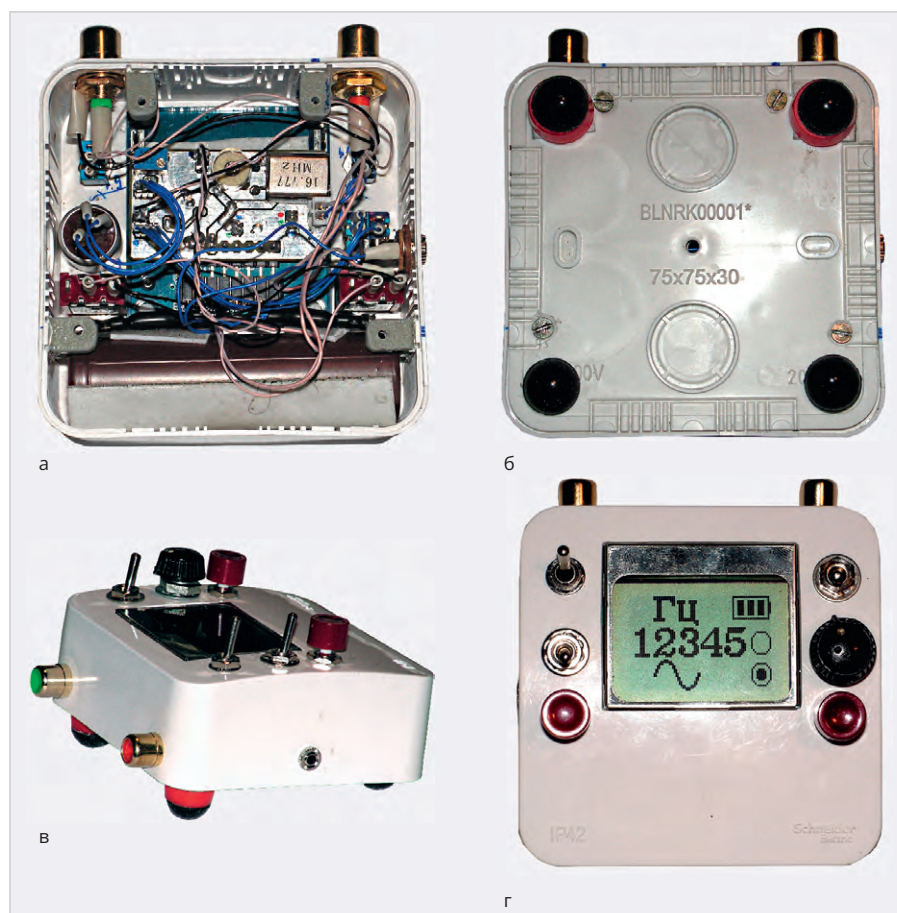


Рис. 7. Конструкция и внешний вид прибора: а – вид в открытом корпусе без крышки, б – вид снизу, в – вид сбоку, г – вид сверху

блер в верхнее положение (коэффициент усиления 4,57). Подстроить ноль, вращая шлиц подстроечного резистора до показания тестера, равного 000,0 мВ. Если после этого переключить тумблер в нижнее положение, и ноль в показаниях тестера останется, то настройка нуля считается законченной.

Теперь о настройке тактовой частоты МК, а точнее – о настройке частоты кварцевого резонатора.

Здесь следует сделать некоторое отступление относительно ёмкости конденсаторов C9 и C11 на рис. 1. Как правило, если обозначить эти ёмкости как C_g , нагрузочную ёмкость кварцевого резонатора, указанную в его справочном листке (datasheet), как C_L , а паразитную ёмкость как C_s (это обычно 3–5 пФ), то для расчёта C_g используется следующая эмпирическая формула:

$$C_g = 2 \times (C_L - C_s). \quad (7)$$

Если, например, $C_L = 25$ пФ (как в кварцевом резонаторе, применённом автором), то по формуле (7) $C_g = 2 \times (25 - 3) = 44$ пФ. В связи с этим на рис. 1 ёмкости C9 и C11 по 43 пФ, а добавочные ёмкости C9' и C11' – по 2 пФ. Кроме того, ёмкость подстро-

ечного конденсатора C10 варьируется в пределах 0,4–2 пФ.

Возвращаемся к прерванной последовательности изложения.

Подключить частотомер к прибору кабелем, один конец которого подключить ответным разъёмом к разъёму X5 на рис. 1, а второй, с разъёмом BNC, – к частотному входу частотомера. Автор использовал достаточно прецизионный частотомер ЧЗ-57. Включить прибор и, вращая шлиц подстроечного конденсатора C10 отвёрткой, желательно с керамическим наконечником, добиться показания частоты частотомера, равной 16 777 216 Гц (рис. 8). В частотомере ЧЗ-57 имеются несколько диапазонов времени T, при которых измеряется частота. В частности, есть 3 диапазона T: $T = 0,1$ с, $T = 1$ с и $T = 10$ с. На диапазоне $T = 0,1$ с показание частотомера должно равняться «16777,22» кГц (рис. 8а). На диапазоне $T = 1$ с, в связи с ограниченным количеством цифр числа частоты индикатора в данном частотомере, левая цифра (единица) исчезает (она неинтересна, поскольку её значение уже известно), зато появляется 3-я цифра после запятой, и показания частотомера становятся «6777,216» кГц



Рис. 8. Настройка кварцевого резонатора на частоту 16 777 216 Гц, а – $T = 0,1$ с; б – $T = 1$ с; в – $T = 10$ с

(рис. 8б). В принципе, на этом можно и закончить настройку, однако, потратив еще немного времени и переключив диапазон на $T = 10$ с, можно добиться показаний «777,2161» кГц (рис. 8в). Потратив ещё немного времени на этом диапазоне, можно вообще частоту настроить «в ноль», т.е. получить «777,2160» кГц (рис. 8г), хотя, конечно, такая точность совсем не обязательна. На этом настройка тактовой частоты заканчивается.

Порядок работы

При включении прибора на дисплее появляется изображение, показанное на рис. 9а. Курсор устанавливается под первой цифрой, в данном случае это «0», а справа от цифр появляется так называемая радиокнопка, которая в активном состоянии индицируется чёрным кружком внутри. Предположим, требуется набрать частоту 12 345 Гц. Нажимаем и отпускаем левую кнопку, и левая цифра становится равной «1» (рис. 9б). Далее нажимаем правую кнопку, и кур-

сор передвигается на следующую цифру. Нажимаем и отпускаем левую кнопку 2 раза, и на второй позиции появляется цифра «2» с курсором под ней (рис. 9в). Таким же способом набираем остальные цифры «12345» (рис. 9г). После того как набрана последняя цифра «5», нажимаем правую кнопку. Радиокнопка у цифр становится неактивной (чёрный кружок пропадает), и справа внизу появляется новая радиокнопка в активном состоянии, сигнализирующая, что генератор переключён в режим запуска/стопа. В данном конкретном случае он в режиме стопа, о чём сигнализирует длинная черта слева от радиокнопки (рис. 9д). Нажимаем и отпускаем левую кнопку. В этом случае генератор запускается, о чём свидетельствует значок синусоиды, появляющийся вместо длинной черты, а в верхнем правом углу дисплея появляется рисунок аккумулятора с тремя сегментами, сигнализирующими о том, что аккумулятор полностью заряжен (рис. 9е). Этот режим работы генератора является

наиболее энергопотребляющим, поэтому состояние заряженности аккумулятора проверяется именно в этом режиме. Если ещё раз нажать и отпустить левую кнопку, то генератор остановится, и на экране опять появится длинная черта (как на рис. 9д). Таким образом, нажимая и отпуская левую кнопку, можно запускать и останавливать генератор с набранным числовым значением частоты сколько угодно раз. Но если в этом режиме нажать и отпустить правую кнопку, то генератор, во-первых, остановится, а во-вторых, переключится в режим набора новой частоты (как на рис. 9а). При этом рисунок аккумулятора в правом верхнем углу останется. Как видно из вышеописанного, управление генератором достаточно просто.

Зарядка аккумулятора

Как уже упоминалось выше, для зарядки аккумулятора используется специальная плата на базе микросхемы TP4056, оборудованная разъёмом MicroUSB для подключения к ней устройства для зарядки телефона с выходным напряжением 5 В. К выходным контактам платы припаян двухпроводный кабель, а на другой его конец – аудиоразъём – штекер моно 2,5 мм (рис. 10). Провода в месте пайки кабеля к плате укреплены каплей термоклея. Иначе от частого изгибания кабеля провода в месте пайки могут отломиться. Этот штекер вставляется в ответный разъём – розетку (Хзар, рис. 2а), расположенную на боковой поверхности прибора (рис. 7в), а разъём microUSB от устройства зарядки телефона – к плате. При зарядке аккумулятора питание прибора должно быть выключено, а зарядка для телефона подключена к сети. При правильном подключении на плате включится красный светодиод, и начнется зарядка аккумулятора. По завершении (когда аккумулятор зарядится до напряжения 4,2 В) красный светодиод погаснет, и включится синий, сигнализируя о конце зарядки (рис. 10). Здесь следует заметить, что на плате с TP4056 по умолчанию установлено максимальное значение зарядного тока в 1 А. Такой ток обеспечивают далеко не все зарядные устройства для телефона. Кроме того, при токе 1 А плата с TP4056 достаточно сильно нагревается и может выйти из строя от перегрева. Поэтому, если использовать зарядку для телефона (или, например, для зарядки аккумуляторов IQOS), обеспечивающую ток 1 А (или более), то плату необходимо установить на радиатор.

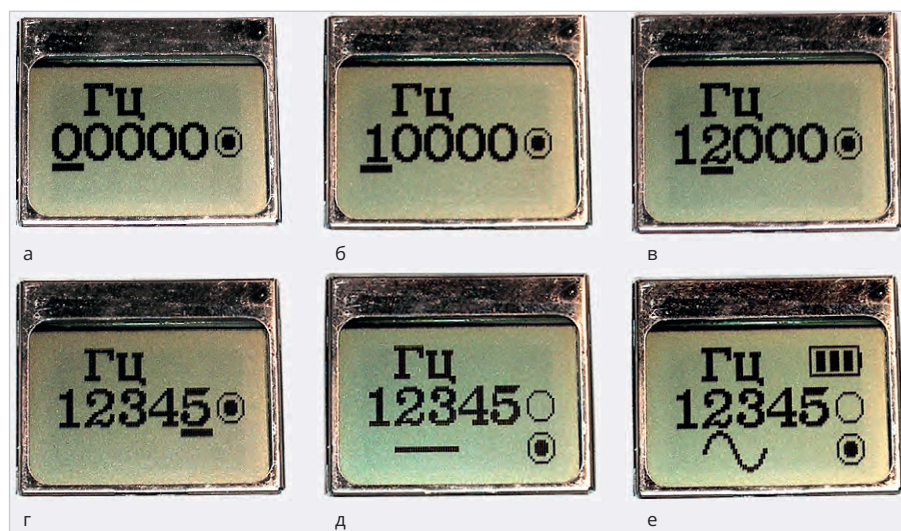


Рис. 9. Ввод частоты и запуск прибора

Автор использовал игольчатый радиатор с площадью поверхности около 70 см^2 . Плата приклеена к радиатору гибкой термопрокладкой с двусторонним липким слоем (она белого цвета на рис. 10). Если же зарядка для телефона обеспечивает ток не более $0,5 \text{ А}$, то радиатор не нужен, так как в этом случае нагрев платы небольшой; правда, время зарядки аккумулятора будет существенно больше.

Результаты работы генератора

О результатах работы генератора свидетельствует рис. 11, где приведены показания дисплея с набранной частотой и показания частотомера – с измеренной. На рис. 11б дополнительно показана осциллограмма сигнала аналогового осциллографа, к которому подключён сигнал от прибора параллельно частотомеру. О степени синусоидальности сигнала генератора также можно судить по спектрам, снятым вместе с осциллограммами цифровым осциллографом и опубликованным в [1] (поэтому, чтобы не повторяться, они не приводятся). Как следует из анализа спектров, все они представляют собой единственный пик на соответствующей частоте. Никаких дополнительных лепестков рядом с основным пиком, которые свидетельствуют о несинусоидальности сигнала, а также никаких дополнительных пиков на других частотах, кроме основной, на спектрах не обнаружено. Это свидетельствует о том, что все сигналы генератора, независимо от частоты, строго синусоидальны.

Заключение

Применение малопотребляющих (с током потребления до единиц мА) DDS AD9837B, МК EFM8SB10, ИУ AD8231, дисплея Nokia-5110 и микропотребляющих (с током до 20 мкА) ОУ ОРА333, стабилизаторов TPS78230 (3 В), STLQ15M15R ($1,5 \text{ В}$) и подавителя дребезга контактов кнопок MAX6817 позволило сконструировать недорогой генератор синусоидальных сигналов с питанием от аккумулятора 18650-HG2 с напряжением $3,6 \text{ В}$, ёмкостью 3 А·ч , обеспечивающим непрерывную работу прибора до 200 часов без подзарядки. Отсутствие сетевого источника питания гарантирует чистоту выходных сигналов генератора, свободных от сетевых или ВЧ-помех. Простота набора частоты с помощью всего двух кнопок, высокий контраст изображения на дисплее Nokia-5110 способствовали удобству работы с прибором, а его небольшой корпус ($75 \times 75 \times 30 \text{ мм}$) и вес дали возмож-

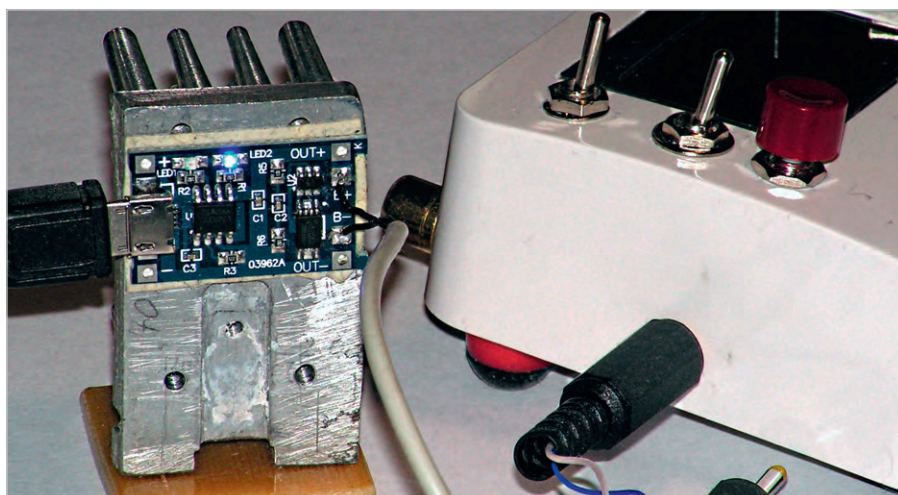


Рис. 10. Процесс зарядки аккумулятора генератора

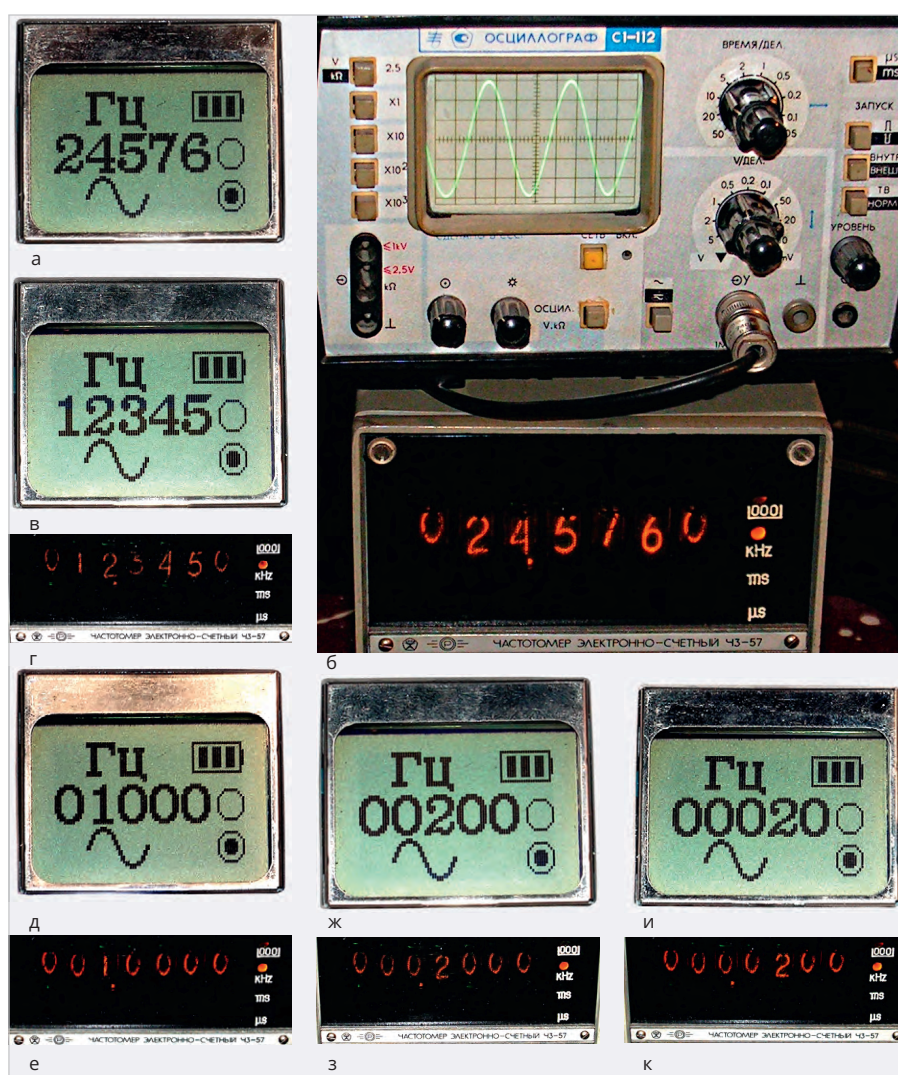


Рис. 11. Результаты работы генератора при выходных частотах: а, б – $24,576 \text{ кГц}$; в, г – $12,345 \text{ кГц}$; д, е – 1000 Гц ; ж, з – 200 Гц ; и, к – 20 Гц

ность брать его с собой для работы, как говорят, «в полевых условиях».

Литература

1. Кузьминов А. Низкочастотный генератор на основе синтезатора частоты AD9833 // Современная электроника. 2013. № 8, № 9.
2. Кузьминов А.Ю. Связь между компьютером и микроконтроллером. Современные аппаратные и программные средства. М.: Перо, 2018.
3. Кузьминов А. Миллиомметр с графическим LCD Nokia-5110 // Современная электроника. 2021. № 4.



Что вас ждёт при переходе с Altium Designer на Delta Design.

Часть 1. Импорт библиотек

Егор Чириков (компания ЭРЕМЕКС)

В настоящее время в России одной из наиболее популярных САПР печатных плат (ПП) является Altium Designer. Однако в связи с уходом всех иностранных компаний электронных САПР ПП из России (последние поставляемые версии вышли в 2022 году) организации, проектирующие ПП, вынуждены искать замену. И логичный выбор падает в пользу отечественной САПР Delta Design.

В цикле данных статей мы рассмотрим возможности и особенности импорта проектов, выполненных в Altium Designer, в отечественную САПР Delta Design, и с какими ограничениями вы можете столкнуться.

Безболезненного процесса перехода с одной САПР на другую не бывает, и это факт. Но с уходом иностранных компаний ряд специалистов, участвующих в разработке этих САПР, остался в России, что позволяет отечественному САПР не только осуществлять быстрый рост функциональности, но и реализовывать наиболее безболезненный переход с других систем.

Процесс импорта будет рассмотрен по шагам проектирования ПП, и первый шаг – это библиотеки компонентов. В Delta Design поддерживается импорт как отдельных файлов, условно «Графических Обозначений» (УГО) в формате «.SCHLIB» и «Посадочных Мест» (ПМ) в формате «.PCBLIB», так и интегрированных библиотек в формате «.INTLIB». Прежде чем приступить к рассмотрению процесса импорта, стоит отметить, что в Delta Design поддерживается просмотр приведённых выше

библиотек. Для этого необходимо просто переместить интересующие файлы библиотек в панель «Библиотеки» или воспользоваться командой «Открыть библиотеку Altium Designer» (рис. 1).

Данный метод не импортирует библиотеки, а просто открывает их для просмотра, что позволяет находиться в той или иной библиотеке с целью дальнейшего принятия решения о необходимости её импорта.

Импорт библиотек компонентов в Delta Design реализован на основе мастера пошаговой настройки (рис. 2), который вызывается в основном меню (Файл > Импорт > Библиотека Altium Designer) или аналогичной командой в панели «Библиотеки».

В данном мастере, как говорилось ранее, осуществляется импорт как отдельно УГО и ПМ, так и в составе интегрированной библиотеки, для чего

используется переключение в верхней части окна мастера (рис. 2). Сразу стоит отметить, что если вы импортируете не интегрированные библиотеки, а отдельные файлы SchLib с прописанными в них посадочными местами PcbLib, то все связи в импортированной библиотеке также сохраняются. После указания нужных файлов «Схематехнической библиотеки» и/или «Библиотеки посадочных мест» в нижней части будет автоматически прописано имя импортированной библиотеки, которое при желании можно изменить.

К основным настройкам, которые необходимо будет выполнить, можно отнести второй шаг данного мастера «Соответствие атрибутов». На этом шаге происходит два сопоставления:

1) сопоставляются семейства импортируемых компонентов относительно их позиционных обозначений, которые в Altium Designer называются «Designator»;

2) сопоставляются атрибуты, содержащиеся внутри импортируемых компонентов.

Описываемое сопоставление происходит автоматически, если в стандартах найдено семейство с соответствующим позиционным обозначением и имеются атрибуты с такими же названиями, как в импортируемой библи-

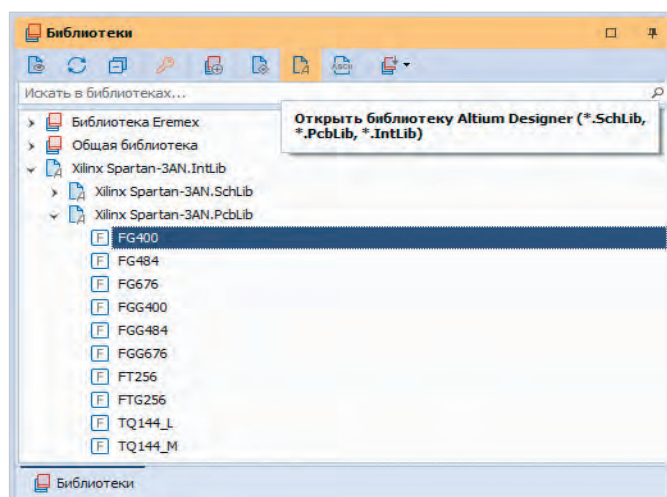


Рис. 1. Открытие библиотек Altium Designer для просмотра

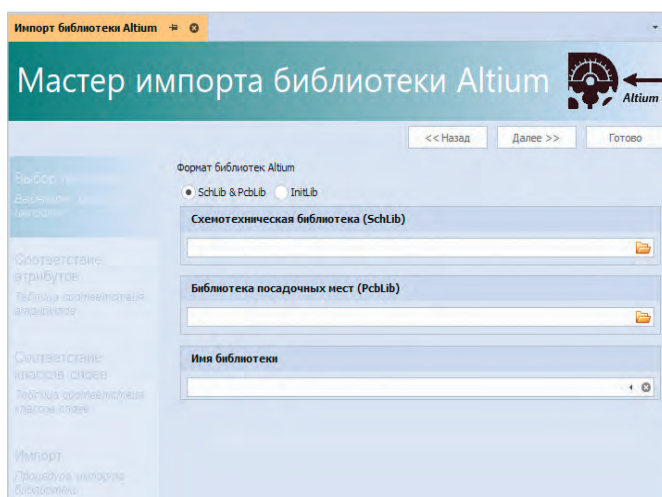


Рис. 2. Мастер импорта библиотек Altium Designer

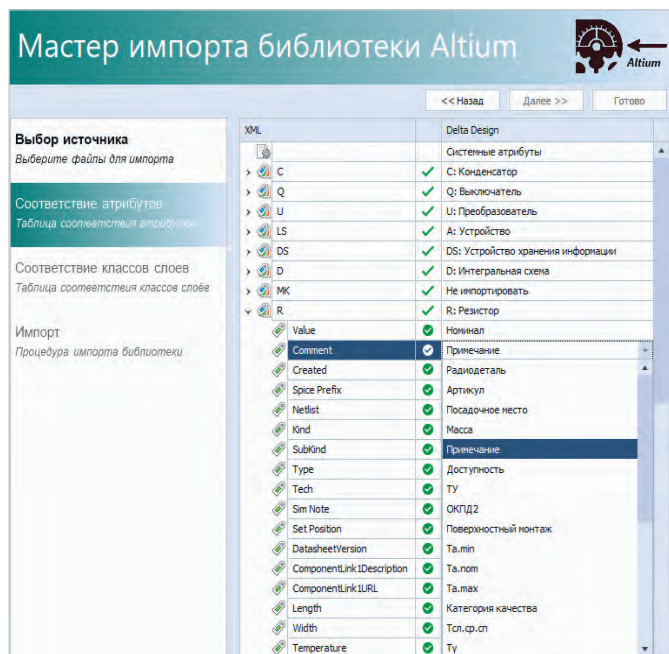


Рис. 3. Сопоставление атрибутов компонентов

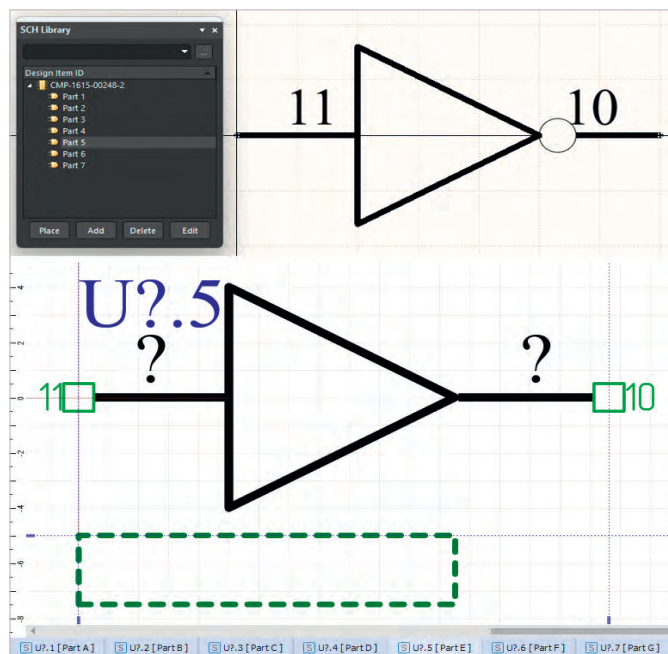


Рис. 4. Импорт многосекционных УГО

отеке (рис. 3). Если с позиционными обозначениями в большинстве случаев всё работает без дополнительных настроек, так как они уже по умолчанию прописаны в стандартах Delta Design и совпадают с наиболее часто используемыми, то с параметрами необходимо всё проверить и переименовать согласно параметрам, которые используете именно вы.

На последующих шагах мастера происходит автоматическое сопоставление слоёв для посадочных мест и запускается процедура трансляции, в которой перечисляются все импортированные компоненты и нарушения, если они присутствуют. Результатом импорта файлов библиотек является их отображение в панели «Библиотеки», где в структуре отображаются все компоненты, посадочные места и контактные площадки, из которых они созданы.

Далее рассмотрим, какие есть возможности и ограничения на импорт библиотек компонентов, и начнём с УГО.

Поддержка многосекционных УГО

Примеры: резисторы в резисторной матрице, катушка и набор контактов в реле, банки входа/выхода в большой ПЛИС, выводы в соединителе, если вы, например, хотите разместить выводы соединителя в различных местах листа вместо того, чтобы вести линии связи к единому символу. Такие компоненты называются многосекционными. Реализованные многосекционные УГО на

уровне Altium Designer импортируются полноценно и с идентичными возможностями, с одним лишь отличием, что переключение между секциями осуществляется на вкладке под отображением УГО (рис. 4).

Электрический тип выводов – Electrical Type

Тип контакта регламентирует возможные электрические подключения, которые могут осуществляться через данный вывод компонента. Этот тип используется при проверке проекта для отслеживания ошибок электрических соединений на листе схемы. Все электрические типы выводов, которые могут быть заданы на стороне Altium Designer, импортируются с таким же типом (рис. 5).

Обозначение инверсии выводов

Для обозначения инверсии выводов используется верхнее подчёркивание над текстом названия конкретного вывода. Для этого в Altium Designer применялся один из двух способов: это обратная косая черта «\» в начале текста – для подчёркивания всего текста – или обратная косая черта после каждого символа для подчёркивания только конкретно того символа, после которого она написана. Для обозначения инверсии в Delta Design используется аналогичный способ, но используется символ тильда, «~», а не обратная косая черта. При импорте эта замена происходит автоматически и учитываются оба метода, описанных выше.

Скрытые выводы

Altium Designer включает в себя функции и параметры, которые поддерживают использование скрытых выводов схемных компонентов. Эта функция полезна, когда в проекте одна цепь питания и одна цепь земли, что позволяет автоматически подсоединить все выводы питания всех компонентов к соответствующим цепям, скрыв эти выводы питания. Это было наиболее распространено для многосекционных компонентов, поскольку избавляет разработчиков от необходимости отображения выводов питания этих компонентов на схеме.

Идентичная работа со скрытыми выводами поддерживается и в Delta Design. При импорте все скрытые выводы также сохраняют свои свойства и не отображаются на УГО, а, в свою очередь, на схеме автоматически подключаются к цепям, которые прописаны в свойствах этих выводов. Но современные электронные устройства, как правило, содержат множество цепей питания и земли. И эти цепи не просто трассируются к соответствующим контактам питания: доставка питания теперь является критически важным аспектом успешного конструирования платы.

Поскольку природа проектирования цепей доставки питания изменилась, необходимость скрывать выводы компонентов и автоматически соединять их отпала – до такой степени, что большинство разработчиков выступают против этой практики. Поэтому

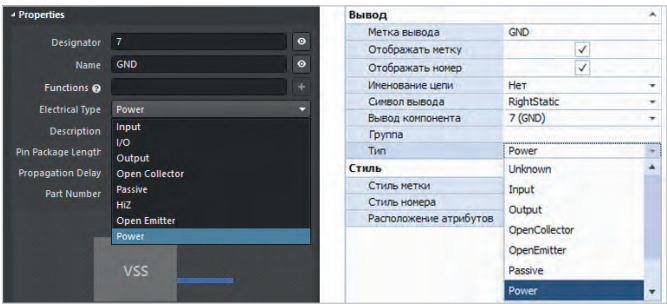


Рис. 5. Электрический тип выводов



Рис. 6. Обозначение инверсии выводов

Таблица 1. Указатель выводов компонентов

Altium Designer	ГОСТ 2.743-91	Delta Design
1 1 No Symbol		1 ? 1 DirectionStatic
3 3 Dot		3 ? 3 InverseStatic
5 5 Clock		5 ? 5 RightDynamic
6 6 Clock+Dot		6 ? 6 InverseDynamic
7 7 Active Low Input		7 ? 7 PolarIn
8 8 Active Low Output		8 ? 8 PolarOut
10 10 Not Logic Connection		10 ? 10 NotLogical

задумайтесь о необходимости скрытия выводов с предварительным назначением имён цепей для них.

Указатель выводов компонентов

Согласно ГОСТ 2.743-91 выводы компонентов подразделяют на несущие и не несущие логическую информацию. Выводы, несущие логическую информацию, подразделяют на статические и динамические, а также на прямые и инверсные и т.д. В качестве указателей на выводах применяют специальные символы. Эти символы являются чисто графическими. Истинное электрическое свойство вывода определяется параметром типа вывода, о чём рассказывалось ранее (см. электрический тип выводов – Electrical Type). ГОСТ предполагает несколько разных графических отображений для обозначения одной и той же логической информации, и именно поэтому они различа-

ются между Altium Designer и Delta Design. Но при этом сама логика при импорте не теряется, и сопоставление этих обозначений передаётся корректно (табл. 1).

Если подвести итог по импорту УГО, то можно смело сказать, что все необходимые свойства и параметры передаются при импорте без каких-либо дальнейших доработок на стороне Delta Design. Далее в статье будет рассмотрено, какие есть возможности и ограничения на импорт библиотек посадочных мест.

Контактные площадки (КП)

В Altium Designer имеется шесть форм контактных площадок (Round, Rectangular, Octagonal, Rounded Rectangle, Chamfered Rectangle), которые в сочетании с редактированием параметров дают возможность создавать практически любую форму контактных площадок. В свою очередь,

в Delta Design таких форм одиннадцать (Круг, Квадрат, Овал, Прямоугольник, Скруглённый прямоугольник, Прямоугольник с фаской, Правильный октагон, Неправильный октагон, Палец с фаской, Палец, Пользовательский).

Из-за более гибкого подхода при выборе формы контактных площадок в Delta Design некоторые КП преобразуют свою начальную форму при импорте (например: Rectangular с равными сторонами при импорте определяется как Квадрат), при этом сохраняя все размеры (рис. 7) и свойства.

Аналогичная ситуация со сквозными контактными площадками. В Delta Design поддерживаются четыре формы отверстий: Круг, Квадрат, Овал, Прямоугольник. Также поддерживаются сквозные площадки с разными формами отдельно на верхней стороне (Top), нижней стороне (Bottom) и внутренних слоях (Middle). В посадочном месте поддерживается возмож-

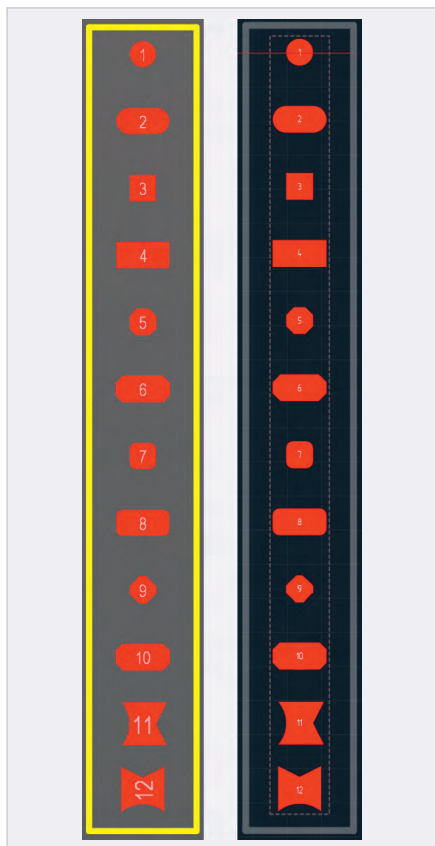


Рис. 7. Импорт контактных площадок различной формы

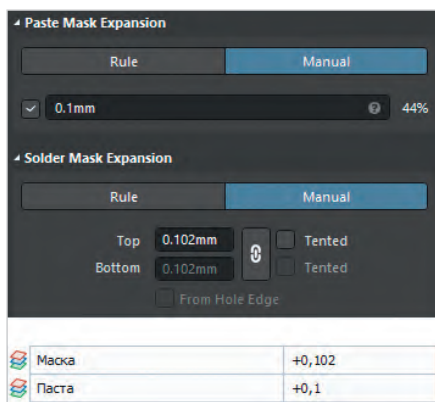


Рис. 8. Параметры паяльной пасты и маски

ность размещения переходных отверстий. Вся дополнительная графика из механических слоёв импортируется в документирующие слои. Другими словами, все стандартные примитивы импортируются без каких-либо проблем.

Паяльная маска и паста

Что касается информации со слоёв пасты и маски, то алгоритм работы с ними в Delta Design аналогичен Altium Designer. Если в контактных площадках параметры маски и пасты указаны как «Manual» и указано значение, то оно будет передано в соответствующую

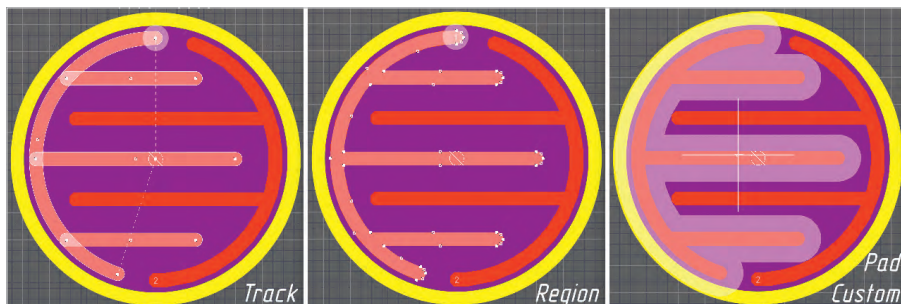


Рис. 9. Контактные площадки сложной формы

щую контактную площадку при импорте (рис. 8).

Если же в свойствах импортируемого посадочного места в разделах пасты и маски будут выбран «Rule» (это означает, что параметр будет браться из правил проектирования на плате), то подобные КП будут импортированы с пустыми значениями пасты и маски и аналогично Altium Designer будут указаны непосредственно на плате.

Контактные площадки (КП) сложной формы

В частных случаях для создания посадочного места недостаточно тех форм, которые предлагаются в стандартном наборе. И для создания таких контактных площадок на стороне Altium Designer применяется три основных метода реализации (рис. 9).

1. Треки/Арки – создание нужной формы, используя инструменты Track/Arc; внутри полученной формы необходимо разместить маленькую контактную площадку, с помощью которой и происходит назначение цепи в полученной фигуре. Полученная фигура в составе посадочного места передаётся на плату как единое целое.
 2. Регион – создание нужной формы аналогично предыдущему, но используя инструменты Region. Внутри полученной формы также устанавливается маленькая контактная площадка. Этот метод более правильный, но не все знают, как его быстро создать, поэтому и создают треками.
 3. Контактная площадка пользовательской формы – это полноценная контактная площадка, в которой выбрана форма Custom Shape и стиль редактирования, как с объектом Region.
- Каждый из описанных способов имеет свои плюсы и минусы, которые нет смысла рассматривать в рамках данной статьи. При импорте таких посадоч-

ных мест всё импортируется в таком же виде, как это было создано в Altium Designer. Но стоит отметить, что первый вариант с реализацией треками не совсем корректный и зачастую создавался пользователями, которые не знали, как реализуются два других. Также данная реализация не подходит для дальнейшей работы на стороне Delta Design из-за специфики алгоритмов работы, поэтому подобные посадочные места стоит переработать после импорта.

Зона запрета – Keepout

В самом простом понимании область Keepout выступает в роли объекта, который не позволяет проводящим объектам (Переходные отверстия, Треки, Области металлизации, Контактные площадки) размещаться в его границах. Данный объект может быть разной формы и действовать как на отдельных слоях платы, так и одновременно на все слои. Аналогичные методы построения и определения запрета на размещения объектов имеются в Delta Design у региона (рис. 10). Поэтому импорт этого объекта и всех его свойств не составляет проблем.

Ограничения по импорту библиотек посадочных мест

При импорте на момент написания статьи есть и ограничения. Большая часть из них связана с отсутствием определённых объектов на стороне Delta Design или с большим различием в алгоритмах работы программ. Одним из таких ограничений является импортирование 3D-моделей. На текущий момент компоненты не передают эту информацию из-за различий в типе её хранения. Также есть ограничения с объектом, который на стороне Altium Designer называется «Solid». Стандартное предназначение этого инструмента (Copper), как металлизация, передаётся без проблем, но этот объект в

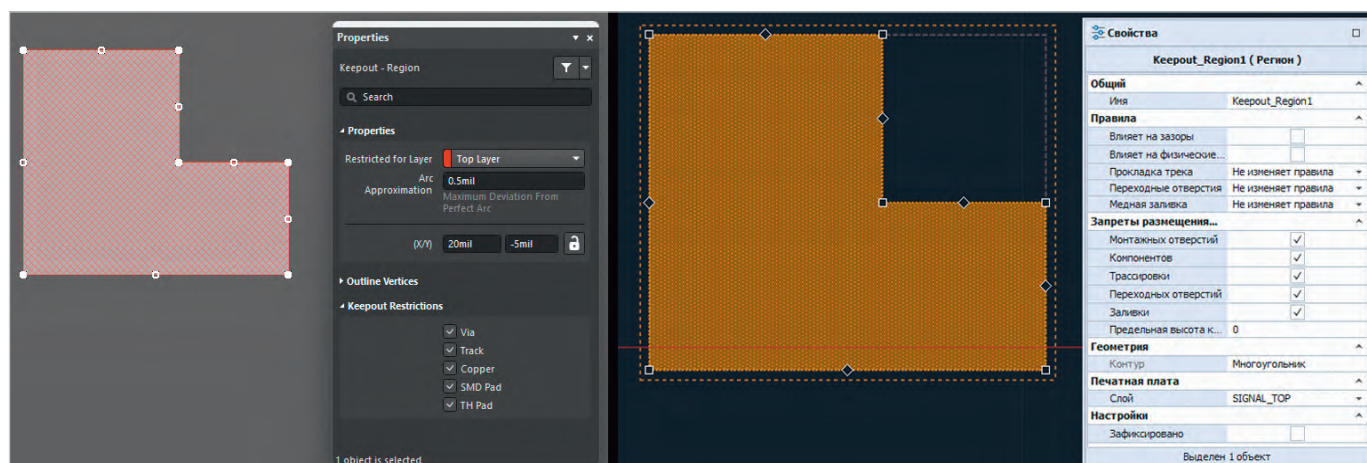


Рис. 10. Зона запрета – Keypout

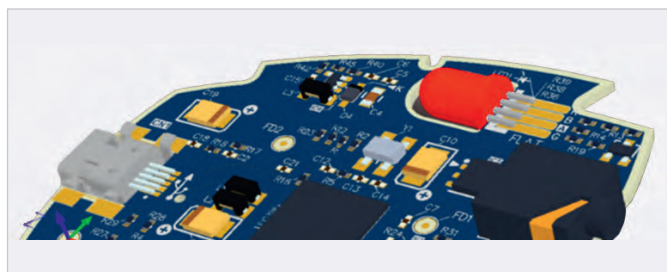


Рис. 11. Вырез в плате (Board Cutout)



Рис. 12. Встроенные компоненты (Cavity)

Altium Designer можно использовать для создания следующей информации.

Вырез в плате (Board Cutout) – на уровне посадочного места создаётся область, которая при размещении на плате формирует вырез, необходимый под установку этого компонента (рис. 11). На уровне посадочного места такого объекта нет в Delta Design, но, забегая вперед, на уровне платы такие компоненты импортируются корректно.

Вырез в полигоне (Polygon Cutout) – аналогичный принцип работы, как и с предыдущим объектом, но, как понят-

но из названия, на плате эта область формирует вырез в полигоне.

Встроенные компоненты (Cavity) – этот тип объекта используется для создания объёмного выреза внутри платы для монтажа встраиваемых компонентов (рис. 12).

В заключение стоит отметить, что уровень владения САПР Altium Designer у всех пользователей разный, один и тот же результат можно получить разными способами, не всегда правильными. Каждое предприятие имеет свою специфику работы, и все

проекты являются уникальными. Описанные возможности импорта библиотек – большой шаг при переходе на Delta Design, но при конвертировании из Altium Designer могут возникнуть и другие трудности, не рассмотренные в данной статье. Не стоит бездумно рассчитывать, что всё пройдёт без помарок. Однако в большинстве случаев описанные моменты покрывают большую часть работы. В следующей статье будут рассмотрены возможности импорта проектов Altium Designer (Схема–Плата) в Delta Design. ©

НОВОСТИ МИРА

Страны, помогающие России закупать электронику, попали под прицел США

Импорт в Россию ключевых микрочипов и электроники к началу 2023 года восстановился до уровня, который наблюдался до введения западных санкций.

Об этом заявил координатор по санкциям в Госдепартаменте США Джим О'Брайен, пишет Politico.

По его словам, такая ситуация возникла в связи с продажей европейскими компаниями чипов, процессоров и интегральных схем в третьи страны, потому что те позднее перепродают их России. О'Брайен подчеркнул, что указанные компоненты важны

при производстве современных вооружений, именно поэтому США пытаются ограничить поставки.

Помощниками России в обходе санкций в отношении импорта представитель Госдепа назвал пять стран – Турцию, Казахстан, Грузию, Объединённые Арабские Эмираты и Армению.

Издание напоминает, что 11-й пакет санкций, который в настоящее время готовит Евросоюз, в первую очередь направлен на пресечение маршрутов обхода предыдущих мер. В том числе он позволит наказывать страны, помогающие Москве получать необходимые для вооружений компоненты.

С начала года американские чиновники посетили несколько из указанных О'Брайеном стран, чтобы обсудить их помощь России. В частности, госсекретарь США Энтони Блинкен побывал в Турции, после чего Анкара изменила правила оформления грузов в Россию.

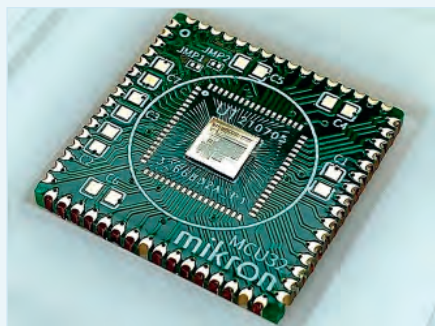
В конце апреля помощник министра финансов США Элизабет Розенберг в Астане заявила, что угроза применения вторичных санкций к компаниям и банкам Казахстана растёт. На этом фоне республика осложнила поставки по схеме параллельного импорта, а банки начали отказываться проводить платежи в рублях.

russianelectronics.ru

НОВОСТИ МИРА

Российский чипмейкер «Микрон» переходит на китайское оборудование

На фоне практически полного отсутствия у России доступа к зарубежному оборудованию производитель полупроводников «Микрон» переходит на применение в своём производстве необходимого оборудования от китайских компаний, а также из некоторых других стран, включая даже Беларусь.



Как уточняет топ-менеджер «Микрона» Сергей Ранчин, предприятие старается увеличить свои производственные мощности в плане выпуска полупроводниковой продукции по 90-нм технологическим нормам, однако в условиях установленных запретов



по закупке передовых материалов, технологий и сервисов, заводу приходится развивать производство заменой «одной лошади на другую».

Еще в прошедшем году представители «Микрона» открыто объявили о планах по увеличению к 2025 году объёмов по изготовлению кремниевых пластин под 90/180-нанометровые чипы с 3000 до 6000 единиц,

что потребует инвестиций в объёме около 10 млрд рублей.

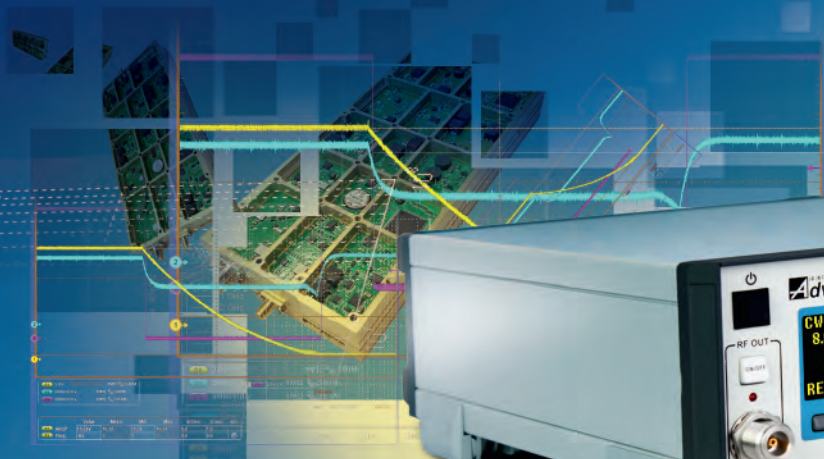
Кроме того, с 2022-го на «Микроне» отмечается серьёзная перегруженность производственных линий, а в будущем году завод должен приступить к созданию собственных чипов, необходимых для выпуска SIM-карт с отечественной криптографией.

techcult.ru

IF/RF & Microwave Design
advantex

WWW.ADVANTEX.RU

**РАЗРАБОТАНО
И ПРОИЗВЕДЕНО
В РОССИИ**



**ШИРОКОПОЛОСНЫЕ
СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТ**
с непрерывным шагом до 21 ГГц
и контрольно-измерительные приборы

ЭЛЕКТРОННЫЙ
КАТАЛОГ



+7(495) 721-4774 • info@advantex.ru
Москва, ул. Красноказарменная, д.13, стр. 1

Реклама

Новый шаг к сквозному проектированию в приборостроении

Виктор Муругов, Лев Теверовский (компания АСКОН)

Компании АСКОН и ЭРЕМЕКС, входящие в консорциум ИТ-разработчиков «РазВИТие», сделали новый шаг к сквозному проектированию изделий приборостроения и единому информационному пространству инженерных данных на промышленном предприятии, обеспечив синхронизацию баз данных электрических компонентов системы проектирования Delta Design и системы управления нормативно-справочной информацией предприятия ПОЛИНОМ:MDM

Консорциум «РазВИТие» предоставляет для отечественного приборостроения PLM-комплекс, состоящий из следующих решений:

- ЛОЦМАН:PLM – основа построения структуры изделия и управления процессов конструкторско-технологической подготовки производства;
 - КОМПАС-3D и специализированные приложения – инструментальный для разработки изделий в 2D- и 3D-представлениях, а также для оформления конструкторской документации;
 - ПОЛИНОМ:MDM – система управления нормативно-справочной информацией, необходимой для проектирования и изготовления изделий на предприятии;
 - EDA-система Delta Design – продукт компании ЭРЕМЕКС – инструмент для проектирования узлов печатного монтажа (печатных плат) для различных приборов, являющихся как конечными изделиями, так и компонентами более сложных изделий машиностроения и приборостроения.
- Все эти программные инструменты связаны единым бизнес-процессом проектирования изделий и охватывают следующие этапы:
- формирование планов и заданий конструкторским подразделениям и исполнителям в ЛОЦМАН:PLM;
 - разработка в ЛОЦМАН:PLM структуры изделия согласно плану работ и функциональным требованиям;

- разработка узлов печатного монтажа (печатных плат) в Delta Design;
- разработка моделей и чертежей прибора и его составных частей в КОМПАС-3D с использованием данных справочников ПОЛИНОМ:MDM;
- согласование и утверждение проектных данных с помощью бизнес-процессов ЛОЦМАН:PLM;
- передача конструкторских данных в технологическую подготовку производства.

Если продукты АСКОН изначально интегрированы между собой, формируя единое информационное пространство, то система Delta Design до настоящего времени имела ограниченную функциональность в плане связи с ЛОЦМАН:PLM: можно было управлять созданием проектов в Delta Design и получать состав компонентов печатной платы в электронную структуру изделия в целом. При разработке печатных плат специалисты, работающие в Delta Design, могли использовать только собственные справочные данные (библиотеки), обслуживаемые исключительно в самой системе. Этот факт противоречил модели использования единых справочных и прочих данных при сквозном проектировании изделий. Требовалось обеспечить интеграцию решений двух разработчиков.

Основными задачами при разработке интеграции были:

- повышение эффективности управления инженерными данными в производственных процессах;

- уменьшение числа ошибок пользователей и связанных с ними издержек;
- организация работы только с актуальными справочными данными;
- оптимизация процессов управления справочными данными;
- стандартизация данных и подходов работы с ними.

Исходя из данных предпосылок, был предложен вариант, который обеспечивает синхронизацию баз данных электрических компонентов системы НСИ ПОЛИНОМ:MDM и библиотек EDA системы Delta Design. Поскольку у системы Delta Design нет возможности использовать внешние базы данных напрямую, было принято решение о создании модуля, позволяющего синхронизировать данные справочников ПОЛИНОМ:MDM и библиотек системы Delta Design.

Классический подход к реализации интеграции между информационными системами подразумевает следующие возможные стратегии реализации.

Стратегия 1: Обмен файлами (File Exchange). Данные могут передаваться и синхронизироваться между системами в виде файлов. Этот метод обмена проще и может использоваться для передачи больших объёмов данных. Используемые форматы файлов могут быть оговорены между системами и включать в себя CSV, XML, JSON или любой другой формат, который заранее согласован между двумя системами.

Стратегия 2: Использование специальных программных интерфейсов и модулей. В сочетаемых системах могут быть разработаны для взаимодействия друг с другом специальные программные интерфейсы и модули. Для обеспечения определённой степени согласованности и упорядоченности в общих реализациях может быть предоставлен доступ к базам данных через API (Application Programming Interface). Если системы предоставляют доступ к приложениям и модулям через API, обмен данными между ними может быть точнее и проще.

Стратегия 3: Использование специализированных интеграционных платформ для обмена данными между системами. Эти инструменты обыч-

Консорциум «РазВИТие» объединяет российских разработчиков инженерного программного обеспечения, компании АСКОН, ТЕСИС, ЭРЕМЕКС, АДЕМ, НТЦ «АПМ» и «Сигма Технологии». Он был создан в 2015 году для разработки отечественного независимого PLM-комплекса тяжёлого класса. В основу консорциума лёг принцип эволюционного развития существующих программных продуктов, лучших в своём классе и подтверждённых опытом промышленного применения на тысячах предприятий.

но предоставляются третьими сторонами и позволяют просто подключаться к множеству различных систем и адаптироваться к их требованиям. Интеграционные платформы дают возможность настраивать различные типы подключений и трансформацию данных, что делает их полезными инструментами для обмена данными между системами, например, EDA и MDM.

Из представленных стратегий интеграции была принята третья концепция интеграции программных продуктов с использованием специализированной платформы – продукта компании АСКОН «ЛОЦМАН:PLM Интеграционная шина предприятия».

Совместно ЭРЕМЕКС и АСКОН разработали специализированный модуль «Адаптер для ЛОЦМАН:PLM Интеграционная шина предприятия», обеспечивающий двустороннюю синхронизацию баз данных. Адаптер использует функции API (программного интерфейса) систем Delta Design и ПОЛИНОМ:MDM для обращения к базам данных обеих конечных систем, а также включает в себя функции настройки правил синхронизации и времени запуска сценариев – по расписанию или принудительно (рис. 1).

Разработанное решение поддерживает несколько сценариев работы в зависимости от того, какие базы данных ЭРИ первоначально появились на предприятии.

Сценарий 1. Библиотека Delta Design – База данных ПОЛИНОМ:MDM

Если предприятие уже работало с Delta Design, но не применяло PLM-комплекс АСКОН, то библиотека ЭРИ Delta Design в процессе работы инженеров-проектировщиков уже была наполнена компонентами. Соответственно, стоит задача унаследовать наработанные в Delta Design данные в ПОЛИНОМ:MDM. Для этого администратор баз данных настраивает доступ к серверам баз данных, при необходимости редактирует правила передачи компонентов и их свойств, после чего запускает Адаптер. В процессе работы Адаптера происходит передача данных из базы данных Delta Design в «ЛОЦМАН Интеграционная шина предприятия» (ИШП), а затем из ИШП – в ПОЛИНОМ:MDM. В результате в ПОЛИНОМ:MDM появляется новый Справочник ЭРИ (ECAD), наполнение которого (группы, подгруппы, записи)

«ЛОЦМАН:PLM Интеграционная шина предприятия» – универсальный модуль интеграции, который предназначен для обмена данными между системами, построенными на базе сервера приложений ЛОЦМАН, а также любых смежных информационных систем классов PDM/PLM, ERP, MES, обладающих программными сервисами для работы с внешними данными. Одним из ключевых назначений технического решения является разработка стандартов обмена данными и унификация методик интеграции, которые позволяют применять модуль как универсальное решение в процессе слияния систем. Данное техническое решение в каждом конкретном случае интеграции систем на предприятии позволяет конфигурировать модель обмена данными и выбирать подходящую методику синхронизации.

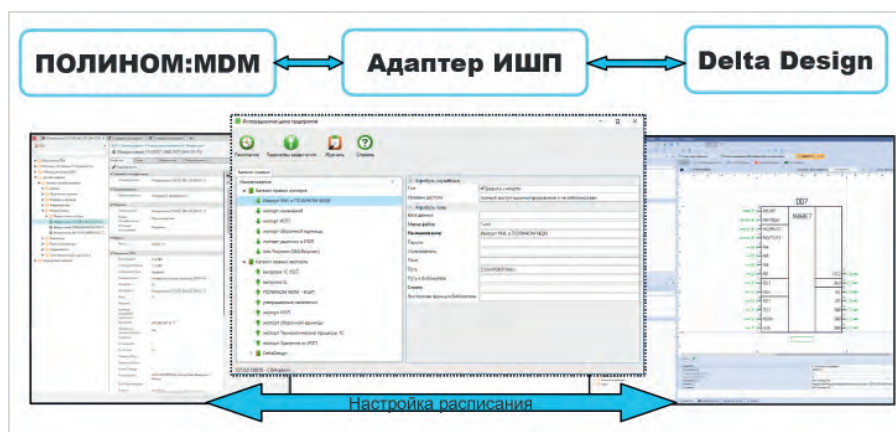


Рис. 1. Адаптер двусторонней синхронизации баз данных ЭРИ

полностью соответствует наполнению библиотеки Delta Design.

При необходимости администраторы ПОЛИНОМ:MDM могут дополнить новый справочник необходимыми свойствами, которые нужны для других систем, использующих ПОЛИНОМ:MDM, в том числе и трёхмерными представлениями.

Крайне важно, что каждая запись в Справочнике ECAD автоматически получает уникальный идентификатор ПОЛИНОМ:MDM. Этот идентификатор должен быть возвращён в базу данных Delta Design. Передача идентификатора производится в «обратном» процессе синхронизации, который описан во втором сценарии.

Сценарий 2. Справочники ПОЛИНОМ:MDM – база данных Delta Design

Этот целевой сценарий предполагается основным для установившегося процесса управления НСИ. По этому сценарию все новые ЭРИ первоначально вводятся в базу данных ПОЛИНОМ:MDM. Их занесению предшествует согласование возможности приобретать компоненты, применять их для использования в продукции предприятия и т.п. Инициатива о занесении ЭРИ в базу данных ПОЛИНОМ:MDM и о структурирова-

нии Справочника ЭРИ может исходить также из заявок специалистов разработки, причём прохождение этих заявок обеспечивается специальными бизнес-процессами предприятия.

После наполнения Справочника ЭРИ (ECAD) ПОЛИНОМ:MDM администратор производит настройку доступа к серверам баз данных, при необходимости редактирует правила передачи компонентов и их свойств, после чего запускается Адаптер. В процессе работы Адаптера данные передаются из баз данных ПОЛИНОМ:MDM в ИШП, а затем из ИШП – в библиотеку Delta Design. В результате работы в Delta Design появляется новая Библиотека, наполнение которой соответствует Справочнику ЭРИ (ECAD) (группы, подгруппы, записи) ПОЛИНОМ:MDM.

При необходимости администраторы баз данных Delta Design могут дополнить компоненты библиотеки необходимыми специфическими свойствами, которые нужны для проектирования схем и печатных плат: символами, посадочными местами, электрическими параметрами, spice-моделями и другими.

Данный сценарий, как было описано ранее, также используется для отдельного процесса передачи идентификатора ПОЛИНОМ:MDM после выполнения первого сценария. В этом случае струк-

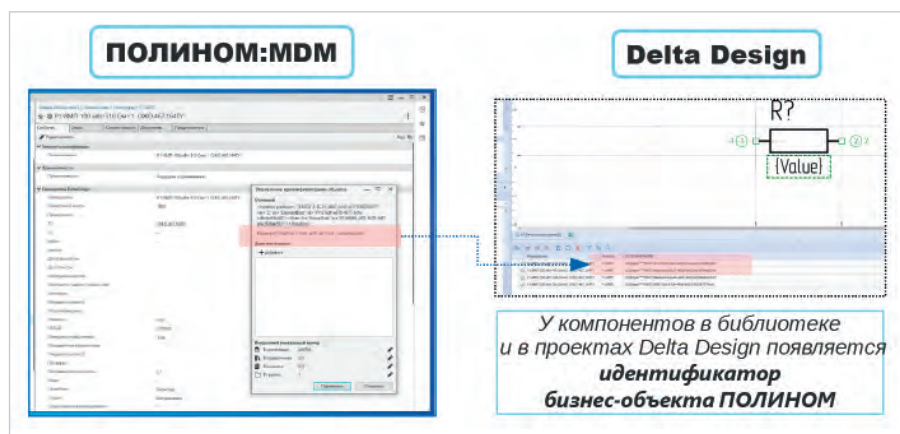


Рис. 2. Передача идентификатора ПОЛИНОМ в данные проекта Delta Design

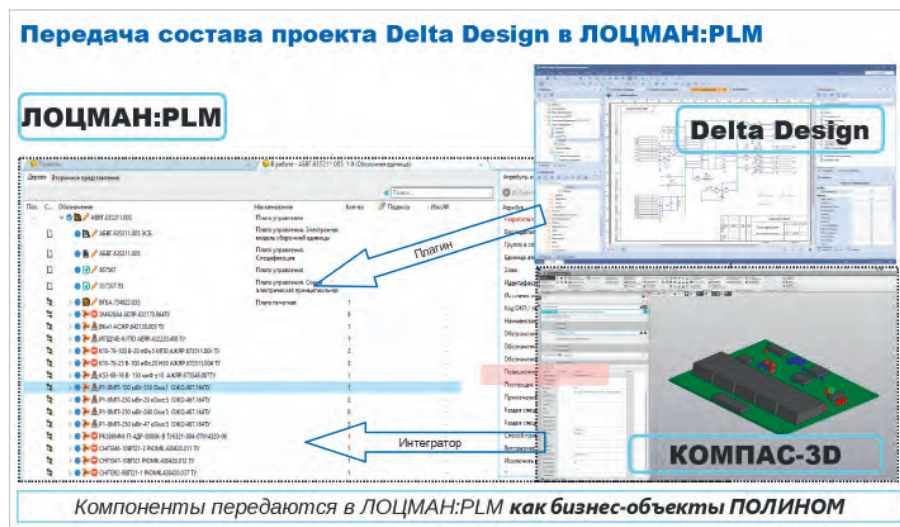


Рис. 3. Формирование бизнес-объектов ПОЛИНОМ в электронной структуре изделия

туры и наполнения баз данных ЭРИ уже соответствуют друг другу, поэтому адаптер производит фактически только обновление данных – передаёт идентификатор ПОЛИНОМ:MDM в соответствующее незаполненное свойство записи «радиодеталей» в библиотеке (рис. 2).

Ещё одной особенностью работы адаптера является то, что удаление

компонента из базы данных происходит по-разному при очередном сеансе синхронизации в зависимости от выбранного направления. Например, если администратор ПОЛИНОМ:MDM принял решение и удалил компонент из справочника, то при синхронизации компонент будет удалён и из Delta Design. Это позволяет избежать ситуа-

ции, когда специалисты проектирования печатных плат могли бы применить ЭРИ, которого уже нет в системе управления НСИ. Однако, если кто-либо удалит радиодеталь из библиотеки Delta Design, она не будет удалена из справочника ПОЛИНОМ:MDM, потому что это нарушило бы правила первичного ведения баз данных ЭРИ в системе управления НСИ. Если же компонент в библиотеке Delta Design будет удалён случайно, то после очередного сеанса синхронизации он вновь появится – будет восстановлен из ПОЛИНОМ:MDM.

Использование синхронизации систем позволит обеспечить более высокую эффективность управления инженерными данными и повысить качество инженерной документации за счёт единых, точных, актуальных справочных данных. Синхронизация систем должна наладить централизованное управление данными, исключить вторичный ввод (дублирование) и ошибочное наполнение справочников. Вместе с этим повышается эффективность создания и использования ограничительных перечней справочной номенклатуры, например, ещё на этапе проектирования изделия можно будет рассчитать приблизительную стоимость компонентов, сформировать необходимые запасы комплектующих, заранее закупить их у поставщиков.

Точность, доступность и непротиворечивость данных позволит инженерам-проектировщикам и менеджерам принимать верные решения на основе данных, а также обеспечит более эффективную работу и быстрое реагирование на изменения (рис. 3).



НОВОСТИ МИРА

Российские производители электроники жалуются на ненужность своей продукции

Об этом говорится в письме гендиректора «Бештау Электроникс» (выпускает моноблоки, мониторы, клавиатуры и другую периферию) Варкеса Галустяна замглавы Минпромторга Василию Шпаку, на которое ссылается «Коммерсантъ».

Топ-менеджер указал, что в реестр отечественной электроники, который ведёт министерство, попадают автоматизированные рабочие места (АРМ), где российскими являются только моноблоки. Из-за этого местные производители не могут в полной ме-

ре воспользоваться предлагаемыми правительством мерами поддержки и теряют средства, вложенные в инвестиции.

По мнению Галустяна, требования по определению отечественности АРМ надо ужесточать, чтобы создать спрос на выпущенную в России продукцию. Глава «Бештау Электроникс» подчеркнул, что на проблему активно жалуются в «отраслевых чатах».

Соучредитель компании Олег Осипов подтвердил, что предлагаемые изменения, на его взгляд, поспособствуют появлению в России производств своей периферии, мониторов, печатной техники бесперебойных блоков пи-

тания и многого другого. В пресс-службе Минпромторга указали, что концептуально поддерживают подход, но он требует проработки.

Источник в российском производителе электроники назвал предложение преждевременным, потому что в настоящее время в реестре почти нет российских мониторов, мышей, клавиатур и других частей АРМ. Другой собеседник издания напомнил, что в последние три года регулирование в сфере электроники радикально меняли уже три раза. Из-за этого планировать бизнес становится всё труднее, а рискованность значительных инвестиций возрастает.

russianelectronics.ru

НОВОСТИ МИРА

Intel представила Tunnel Falls – свой первый квантовый процессор с кремниевыми кубитами

Intel объявила о выпуске 12-кубитного кремниевого чипа Tunnel Falls и его доступности для квантовых исследователей. Используя Tunnel Falls, учёные могут сразу же приступить к экспериментам и расчётам, вместо того чтобы пытаться изготовить свои собственные устройства. В результате становится возможным более широкий спектр исследований, включая изучение основ кубитов и квантовых точек и разработка новых методов работы с устройствами с несколькими кубитами.

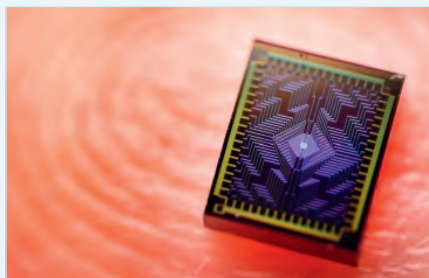
«Tunnel Falls – это самый совершенный на сегодняшний день чип Intel с кремниевыми спиновыми кубитами, созданный на основе многолетнего опыта компании в разработке и производстве транзисторов. Это следующий шаг в долгосрочной стратегии Intel по созданию полнофункциональной коммерческой системы квантовых вычислений. Несмотря на то, что на пути к устойчивому к ошибкам квантовому компьютеру необходимо решить фундаментальные вопросы и задачи, академическое сообщество теперь может изучить эту технологию и ускорить развитие исследований», – сообщил Джим Кларк (Jim Clarke), директор Quantum Hardware, Intel.

Tunnel Falls производится на 300-мм пластинах на фабрике Intel D1. 12-кубитное устройство использует самые передовые возможности промышленного производства транзисторов Intel, такие как литография в экстремальном ультрафиолете (EUV). В кремниевых спиновых кубитах каждый бит информации (0/1) закодирован спином (направлением вращения) одного электрона. Каждое кубитное устройство, по сути, представляет собой электронный транзистор, что позволяет изготавливать его по технологии, аналогичной стандартной линии на основе комплементарных оксидов металлов и полупроводников (CMOS).

Благодаря использованию этой отработанной технологии, производство Tunnel Falls обеспечивает выход годных чипов на уровне 95 % по всей пластине, позволяя получать с каждой пластины более 24 000 рабочих квантовых чипов. Эти чипы могут образовывать конфигурации от 4 до 12 кубитов, которые можно изолировать или использовать в операциях одновременно, в зависимости от потребностей исследователей.

Intel считает, что кремниевые спиновые кубиты превосходят другие технологии ку-

битов из-за их синергии с передовыми транзисторами. Будучи размером с транзистор ($\approx 50 \times 50$ нм), они в миллион раз меньше, чем другие типы кубитов, что, согласно Nature Electronics, «может быть платформой с наибольшим потенциалом для масштабирования квантовых вычислений».



Следует отметить усилия Intel, направленные на дальнейшие исследования аппаратного обеспечения – похоже, что компания не готова остановиться на одном решении. Ведь, как и большинство кубитов, спиновые кубиты на основе полупроводников могут быть реализованы разными способами. Базовая технология позволяет обнаруживать отдельные электроны в изолированных ямах и управлять их спинами, чтобы кодировать информацию в квантовом состоянии.

Существует три подхода к созданию кремниевых спиновых кубитов, включая конфигурацию Loss-DiVencenzo, конфигурацию Single-Triplet (S-T0) и Exchange-Only. «У каждого решения есть свои сильные и слабые стороны с точки зрения изготовления, с точки зрения физики и с точки зрения масштабируемости», – пояснил Кларк. По его словам, Intel изучает множество параметров, таких как разные размеры квантовых точек, разная геометрия, разная длина кубитов. Intel также встраивает в свой чип средства тестирования для определения производительности.

Intel объявила о сотрудничестве с лабораторией физических наук (LPS) университета Мэриленда, Qubit Collaboratory (LQC) в Колледж-Парке, национальным исследовательским центром квантовых информационных наук (QIS), Sandia National Laboratories, университетом Рочестера и университетом Висконсин-Мэдисон для продвижения исследований в области квантовых вычислений. Компания планирует предоставить доступ для разработчиков и исследователей к своему набору инструментов Intel Quantum Software Development Kit (SDK) версии 1.0 в этом году через Intel Developer Cloud.

«Наша цель – подключить Quantum SDK к реальному оборудованию. Это своего рода деагрегированный подход. На данный момент мы сосредоточены как на программном,

так и на аппаратном обеспечении, и в дальнейшем мы объединим их. Предстоит проделать огромный объём работы, чтобы охарактеризовать эти устройства, а затем написать много научных работ», – добавил Кларк.

LPS Qubit Collaboratory (LQC) является одним из исследовательских центров министерства обороны в области квантовых информационных наук (QIS), учреждённых в рамках Закона о национальной квантовой инициативе 2018 г. Intel сотрудничает с LQC в рамках программы Qubits for Computing Foundry (QCF) через Исследовательское управление армии США.

Intel заявляет, что сотрудничество с LQC может демократизировать кремниевые спиновые кубиты, позволив исследователям получить практический опыт работы с их масштабируемыми массивами. По словам Кларка, Intel предоставит квантовые устройства, в то время как исследовательские организации будут нести ответственность за приобретение и настройку необходимой инфраструктуры, такой как системы криоконтроля. Пока Intel не предоставляет чипы Horse Ridge II для криоконтроля, но может сделать это в будущем.

Представители научных учреждений, участвующие в программе, единодушны в том, что участие Intel является важной вехой в демократизации исследования спиновых кубитов и их перспектив для квантовой обработки информации и ведёт к объединению промышленности, научных кругов, национальных лабораторий и правительства.

По мнению учёных, устройство представляет собой гибкую платформу, позволяющую напрямую сравнивать различные кодировки кубитов и разрабатывать новые режимы работы, что позволяет внедрять новые квантовые операции и алгоритмы в многокубитном режиме и ускорять скорость обучения в квантовых системах на основе кремния.

Исследователи также высоко оценивают надёжность Tunnel Falls, а возможность работать с промышленными устройствами Intel открывает, по их мнению, перспективы для технического прогресса и обучения.

Intel планомерно работает над повышением производительности Tunnel Falls и интеграции его в свой полный квантовый стек с помощью комплекта Intel Quantum SDK. Кроме того, Intel уже разрабатывает свой квантовый чип следующего поколения на базе Tunnel Falls, ожидается, что он будет выпущен в 2024 году. В будущем Intel планирует сотрудничать с дополнительными исследовательскими институтами по всему миру для создания квантовой экосистемы.

3dnews.ru

Поле атмосфериков и сейсмическая активность

Алексей Галахов

На основе архивных экспериментальных данных АЧХ поля атмосфериков, полученных на авроральных обсерваториях ПГИ (Ловозеро и Баренцбург), и сейсмических архивных данных Kahramanmaras (Турция) в статье показано, что вариации АЧХ как для пространственных, так и для поверхностных волн поля атмосфериков при суточном усреднении совпадают с временными вариациями сейсмической активности. Следует отметить, что в данной работе были использованы только те данные, которые получены, когда исследуемая область находилась в тени Солнца, чтобы исключить её влияние на параметры волновода Земля – ионосфера. Высказано предположение, что фактор, влияющий на указанные явления, имеет одну и ту же природу – магнитное поле Земли.

Предложенная в статье тематика вызвана остротой положения в области сейсмических исследований, которое проявилось катастрофическими последствиями землетрясений [Турция, Сирия (февр. 2023)]. Печальные последствия землетрясений показали,

что в мире отсутствует надёжный прогноз и оповещение этих разрушительных природных явлений.

Введение

В популярной научной литературе же отмечалось, что одним из многих

факторов, влияющих на землетрясения, является сложная планетарная структура магнитного поля, окружающего Землю.

В 1983 г. появились научные работы [1, 2], связанные с тематикой природы естественных электромагнитных излучений КНЧ-ОНЧ диапазона ($0,3 \div 7,5$ кГц) и сейсмической активностью. Авторами [2] показана возможность экспериментального обнаружения по спутниковым данным электромагнитного низкочастотного излучения над эпицентральной областью готовящегося землетрясения. В частности, обнаружено аномальное возрастание низкочастотных излучений в верхней ионосфере за несколько часов до и после сильных землетрясений.

Цель данной работы состоит в том, чтобы дополнить имеющийся науч-

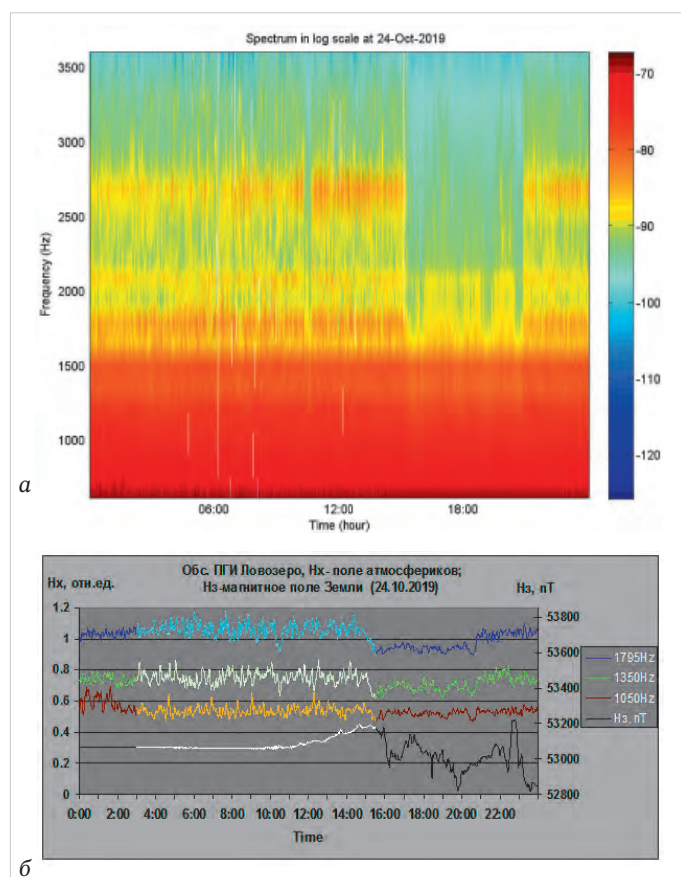


Рис. 1. Синхронная суточная запись (24.10.2019) АЧХ магнитной Нх-компоненты поля атмосфериков (обс. ПГИ Ловозеро) и магнитного поля Земли – Нз (обс. Соданкюля, Финляндия) [8]: а) сонограмма п. а.; б) АЧХ п. а. и магнитограмма Нз поля Земли

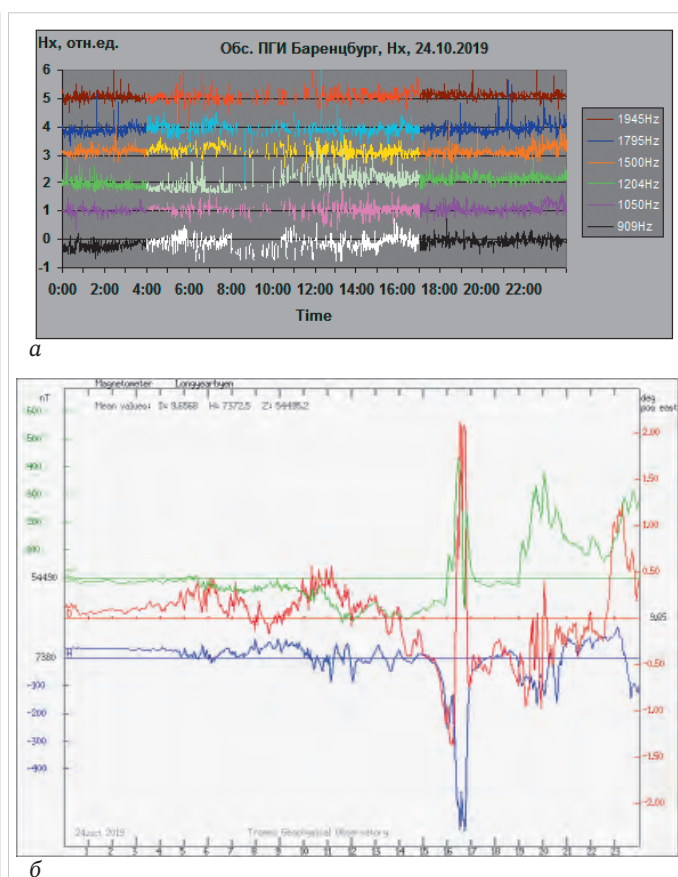


Рис. 2. Синхронная суточная запись АЧХ поля атмосфериков и магнитного поля Земли (арх. Шницберген): а) АЧХ поля атмосфериков, Нх-компонента (обс. ПГИ Баренцбург, арх. Шницберген); б) магнитограмма поля Земли (обс. Лонгьербуен, Норвегия, арх. Шницберген) [9]



Рис. 3. Синхронная запись АЧХ магнитной H_x -компоненты поля атмосфериков (обс. ПГИ Ловозеро, Мурманская обл.) и сейсмической активности «quakes» (Kahramanmaras, Turkey): а) $\Delta F1 = (0,6 \pm 1,05)$ кГц – поверхностные волны п. а., $\Delta F2 = (1,2 \pm 2,0)$ кГц – пространственные волны п. а.; б) АЧХ поверхностных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц; в) АЧХ пространственных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц

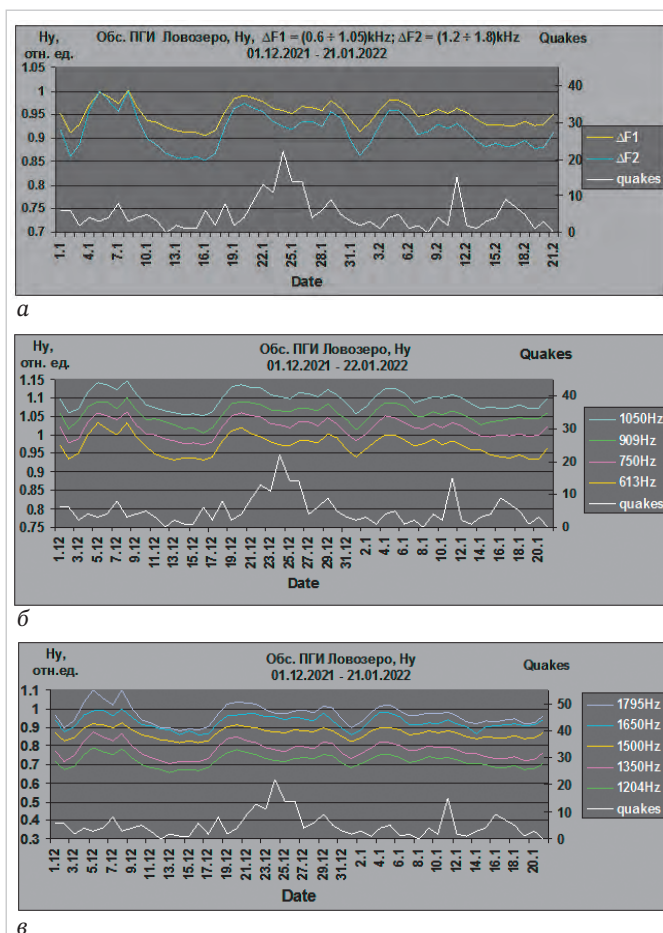


Рис. 4. Синхронная запись АЧХ магнитной H_y -компоненты поля атмосфериков (обс. ПГИ Ловозеро, Мурманская обл.) и сейсмической активности «quakes» (Kahramanmaras, Turkey): а) $\Delta F1 = (0,6 \pm 1,05)$ кГц – поверхностные волны п. а., $\Delta F2 = (1,2 \pm 2,0)$ кГц – пространственные волны п. а.; б) АЧХ поверхностных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц; в) АЧХ пространственных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц

ный материал по сейсмологии дополнены экспериментальными данными, связанными с вариациями АЧХ поля атмосфериков и сейсмической активностью Земли.

Статья построена на основе экспериментальных данных АЧХ поля атмосфериков, полученных на обсерваториях ПГИ, и архивных данных сейсмической активности (Turkey, Kahramanmaras) [3] и не претендует на их научную интерпретацию.

Поле атмосфериков – это сигнал, формируемый спектром излучаемых молнией волн, который имеет интерференционный характер, обусловленный суперпозицией прямой волны, распространяющейся вдоль поверхности Земли, и волн, отражённых от ионосферы [4]

Известно [5], что спектральные характеристики поля атмосфериков (п. а.) позволяют получать информацию как о свойствах распространения

радиоволн, входящих в их спектр, так и о свойствах среды распространения сигнала, какой является волновод Земля – ионосфера.

Основными факторами, влияющими на АЧХ поля атмосфериков, являются солнечная активность (корональные выбросы, электромагнитное излучение) и вариации магнитного поля Земли [4].

Экспериментальные результаты (рис. 1, 2), полученные на разнесённых по широте авроральных обсерваториях ПГИ Ловозеро (67,97N, 35,08E) и Баренцбург (78,08N, 14,22E), подтверждают известный факт, что геомагнитное поле существенно влияет на свойства волновода Земля – ионосфера на ночной стороне и почти не влияет на дневной [5].

В отличие от обс. Ловозеро (рис. 1 а, б), где наблюдается широкополосное поглощение сигнала п. а. в диапазоне частот $\Delta F = (1050 \div 3600)$ Гц,

на обс. Баренцбург (рис. 2а) наблюдаются вариации критической частоты волновода $F_{кр} \approx (1204 \div 1795)$ Гц.

Различная реакция АЧХ поля атмосфериков, одновременно зарегистрированного на двух обсерваториях, отражает сложную структуру магнитного поля Земли: наличие областей замкнутых силовых линий и областей разомкнутых силовых линий на широтах [6].

Светлый оттенок приведённых графиков (рис. 1а, 2а) отображает отрезок времени, когда область наблюдений п. а. была освещена Солнцем.

Экспериментальные результаты

В данной работе использованы архивные сейсмические данные Kahramanmaras (Турция, 38,06°N/36,537°E) [1] и архивные данные поля атмосфериков, зарегистрированных на обс. ПГИ Ловозеро (Мурман-



Рис. 5. Синхронная запись АЧХ магнитной H_x -компоненты поля атмосфериков (обс. ПГИ Баренцбург, арх. Шпицберген) и сейсмической активности «quakes» (Kahramanmaras, Turkey): а) $\Delta F1 = (0,6 \div 1,05)$ кГц – поверхностные волны п. а., $\Delta F2 = (1,2 \div 2,0)$ кГц – пространственные волны п. а.; б) АЧХ поверхностных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц; в) АЧХ пространственных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц

ская обл., 67,97N, 35,08E) и Баренцбург (арх. Шпицберген, 78,08N, 14,22E).

В связи с тем, что землетрясения происходят достаточно редко и часто повторений лежит в широких пределах (сутки, месяцы, годы), для анализа данных п. а. были выбраны два двухмесячных временных интервала при суточном времени усреднения:

- а) [01.12.2021 ÷ 21.01.2022];
- б) [08.01.2023 ÷ 22.02.2023].

При данном суточном усреднении учитывались только те экспериментальные данные, когда исследуемая область D-слоя ионосферы находилась в тени Солнца, чтобы исключить влияние светила на АЧХ п. а.

Сейсмическая временная зависимость («quakes») была построена на основе данных землетрясений мощностью 4+ баллов [3].

Для того чтобы оценить пространственную избирательность источни-

ков, сопутствующих землетрясению и вариациям п. а., в данной работе представлены АЧХ электромагнитного поля атмосфериков с ортогональных направлений H_x , H_y .

На рис. 3–5 представлены синхронные записи сейсмической активности («quakes») и АЧХ ортогональных магнитных компонент H_x , H_y поля атмосфериков при различном частотном разрешении ($\Delta 200$ Гц / $\Delta 400$ Гц) отдельно для поверхностных волн волновода [$\Delta F1 = (0,6 \div 1,2)$ кГц] и пространственных волн [$\Delta F2 = (1,2 \div 1,8)$ кГц].

1. Obs. ПГИ Ловозеро (Мурманская обл.), Kahramanmaras (Турция) [01.12.2021 ÷ 21.01.2022] (рис. 3, 4).
2. Obs. ПГИ Баренцбург (арх. Шпицберген), Kahramanmaras (Турция) [01.12.2021 ÷ 21.01.2022] (рис. 5, 6).
3. Obs. ПГИ Баренцбург (арх. Шпицберген), Kahramanmaras (Турция) [08.01.2023 ÷ 22.02.2023] (рис. 7, 8).

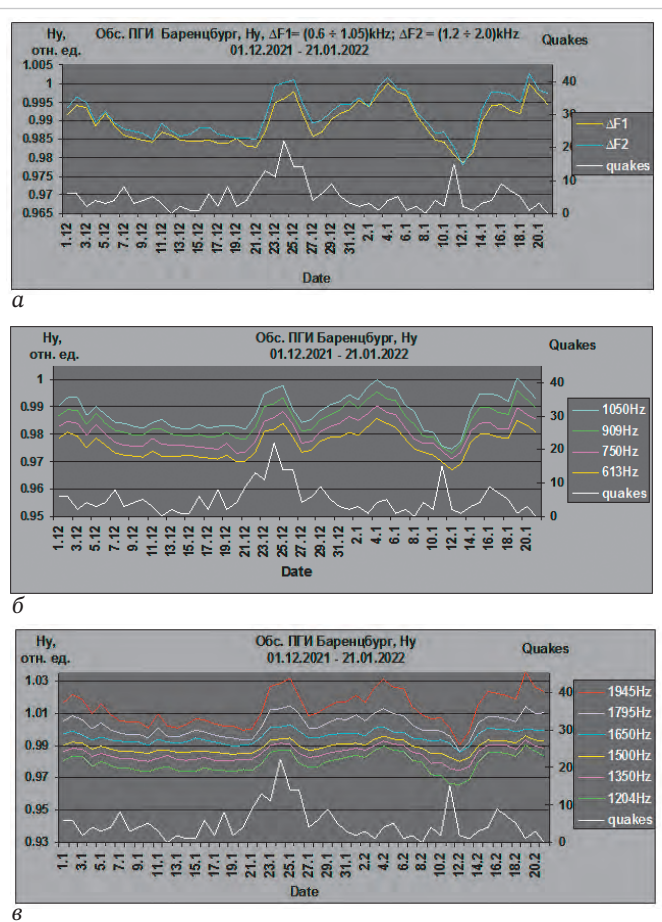


Рис. 6. Синхронная запись АЧХ магнитной H_y -компоненты поля атмосфериков (обс. ПГИ Баренцбург, арх. Шпицберген) и сейсмической активности «quakes» (Kahramanmaras, Turkey): а) $\Delta F1 = (0,6 \div 1,05)$ кГц – поверхностные волны п. а., $\Delta F2 = (1,2 \div 2,0)$ кГц – пространственные волны п. а.; б) АЧХ поверхностных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц; в) АЧХ пространственных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц

Вывод

Следует ещё раз подчеркнуть, что в данной работе были использованы только те экспериментальные данные п. а., которые получены, когда исследуемая область находилась в тени Солнца, чтобы исключить её влияние на параметры волновода Земля – ионосфера.

Анализ представленных экспериментальных данных (рис. 4–8) показал, что вариации АЧХ как для пространственных, так и поверхностных волн поля атмосфериков при суточном усреднении совпадают с временными вариациями сейсмической активности. Это позволяет предполагать, что фактор, влияющий на эти явления, имеет одну и ту же физическую природу – магнитное поле Земли.

Техническое описание используемой аппаратуры для приёма и регистрации электромагнитного поля атмосфериков приведено в [10–14].



Рис. 7. Синхронная запись АЧХ магнитной H_x -компоненты поля атмосфериков (обс. ПГИ Баренцбург, арх. Шпицберген) и сейсмической активности (Kahramanmaraş, Turkey):

а) $\Delta F1 = (0,6 \pm 1,05)$ кГц – поверхностные волны п. а., $\Delta F2 = (1,2 \pm 2,0)$ кГц – пространственные волны п. а.;
 б) АЧХ поверхностных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц; в) АЧХ пространственных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц

Надеюсь, что данный материал будет полезен сейсмологам.

Литература

- Вершинин Е.Ф. (ИКФИА). КНЧ-излучение из очагов землетрясений // АН СССР. VI Всесоюзная школа-семинар по ОНЧ-излучениям (тезисы докладов, Звенигород, октябрь 1983 г.). М., 1983. С. 72.
- Ларкина В.И., Мигулин В.В., Молчанов О.А. и др. Низкочастотные шумовые излучения на высотах верхней ионосферы и сейсмическая активность // АН СССР. VI Всесоюзная школа-семинар по ОНЧ-излучениям (тезисы докладов, Звенигород, октябрь 1983 г.). М., 1983. С. 72.
- URL: <https://www.volcanodiscovery.com/ru/earthquakes/turkey/archive/2023-01-08-2023-02-22.html>.
- Флуктуации электромагнитного поля Земли в диапазоне СНЧ: коллективная монография / под ред. М.С. Александрова. М.: Наука, 1972. С. 419.
- Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера. М.: Наука, 1972. С. 563.
- Ратклифф Дж.А. Введение в физику ионосферы и магнитосферы. М.: Мир, 1975. 296 с.
- Блих П.В., Николаенко А.П., Филиппов Ю.Ф. Киев: Наукова думка, 1977. С. 200.
- URL: <https://www.sgo.fi/Data/Magnetometer/magnData.php> (Sodankylä Geophysical Observatory).
- URL: <http://flux.phys.uit.no/>, Magnetometer Longyearbyen (Tromsø, Geophysical Observatory Norway).
- Галахов А.А., Ахметов О.И. Комплекс аппаратуры для регистрации импульсной компоненты электромагнитного поля очень низкой частоты // Приборы и техника эксперимента. 2011. № 3. С. 136–142.
- Галахов А.А., Ахметов О.И., Кириллов В.И. Регистрация ортогональных магнитных



Рис. 8. Синхронная запись АЧХ магнитной H_y -компоненты поля атмосфериков (обс. ПГИ Баренцбург, арх. Шпицберген) и сейсмической активности «quakes» (Kahramanmaraş, Turkey):

а) $\Delta F1 = (0,6 \pm 1,05)$ кГц – поверхностные волны п. а., $\Delta F2 = (1,2 \pm 2,0)$ кГц – пространственные волны п. а.;
 б) АЧХ поверхностных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц; в) АЧХ пространственных волн п. а., частотное разрешение $\Delta f = 200$ Гц

- компонент импульсной составляющей электромагнитного поля ИНЧ-ОНЧ диапазона на архипелаге Шпицберген // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 6. С. 69–73.
- Галахов А.А., Ахметов О.И., Кириллов В.И. Аналоговый анализатор спектра атмосфериков КНЧ-ОНЧ-диапазонов на программируемых интегральных схемах // Приборы и техника эксперимента. 2015. № 1. С. 146–150.
- Галахов А.А., Ахметов О.И., Кириллов В.И. Особенности применения анализатора спектра атмосфериков в КНЧ-ОНЧ-диапазонах для мониторинга состояния волновода Земля – ионосфера // Приборы и техника эксперимента. 2016. № 3. С. 109–113.
- Галахов А., Косолапенко В., Ларченко А. и др. Анализатор спектра поля атмосфериков на реконфигурируемых ПАИС Anadigm // Современная электроника. 2019. № 7. С. 62–66.



Кадры для отраслей промышленной автоматизации и электроники

Михаил Сандлерман

В статье поднимаются две проблемы: как полностью обеспечить отрасли кадрами высокой квалификации и как улучшить положение работающих специалистов. Автор надеется, что найдутся такие заинтересованные лица, которые незамедлительно приступят к реализации хотя бы некоторых положений статьи.

Сначала несколько слов о средних профессиональных образовательных учреждениях (СПО), таких как техникумы, колледжи, училища, в которые поступают школьники после 9 класса. По моему глубокому убеждению, именно здесь находится колоссальный кадровый резерв. Разумеется, вузы тоже имеют огромное значение, и об этом далее будет сказано.

Первые практические исследования по подготовке кадров высокой квалификации я начал в политехническом колледже Екатеринбурга, куда лет 20 тому назад устроился преподавателем ряда предметов по электронике. Понимаю, что ставка на выпускников СПО может породить у читателя вполне обоснованные сомнения. В самом деле, кто они такие? Жизненная практика показывает, что после 9 класса школа при формировании следующего 10 класса старается избавиться от всякого рода слабых учеников. Тем не менее есть здесь своя ниша, которой легко овладеть и в которой можно творить буквально чудеса.

Первые два курса носят общеобразовательный характер. Но есть, оказывается, в официальной программе 1 курса дисциплина «Введение в профессию» объёмом 60 часов. Я воспользовался этим и ввёл предмет по программированию микросхем. Так как ставилась цель подготовки специалистов предельно высокого класса, то для изучения был выбран ассемблер. Этот язык программирования максимально приближен к машинным кодам, что увеличивает его гибкость и точность при расчётах сложных быстропротекающих процессов. Да, на ассемблере труднее программировать, чем на языках высокого уровня, но ребята справились с этим блестяще. По ходу дела они усвоили двоичную систему счисления и операции с ней (разрядные

сдвиги, логические операции и т.д.). Они настолько увлеклись, что готовы были запрограммировать что угодно.

Ещё одна весьма поучительная ситуация случилась в этом колледже. Уволился один из преподавателей. В группе он по одной электронной дисциплине прочитал два семестра из трёх положенных по программе. Мне поручили провести третий семестр в этой группе. Как и любой преподаватель, я в первой же лекции стал проводить опрос учащихся по уже изученному материалу, чтобы самому потом определить точную границу, с которой следует преподавать дальше. К величайшему своему удивлению, вдруг обнаружил полное отсутствие знаний. «Что же вы делали целый год?» – спрашиваю. Оказалось, весь год преподаватель травил анекдоты, подробно рассказывал, как он служил в армии и прочее ненужное. Неожиданно было обнаружить, что в таком сильном и престижном педагогическом коллективе завёлся негодяй. Провёл с ребятами беседу. Мы, конечно, могли установить вину преподавателя и предложить для него наказание. Но это отняло бы у нас много времени, а знаний бы не прибавило. Поэтому предложил следующее: полностью пройти за оставшийся семестр весь трёхсеместровый курс. У меня большой практический опыт работы с электронными схемами, я постоянно вёл радиокружки, а в лихие 90-е годы курировал такие кружки в масштабе Свердловской области. С закрывающихся и разорённых предприятий страны поступали приборы, всякие устройства, комплекты радиодеталей и прочих материалов, которые мы затем рассылали по объектам. Порекомендовал ребятам тщательно вести и сохранять конспекты: это пригодится в вашей работе. «Помните, приличную и достойную зарплату вы

будете получать только в том случае, если окажетесь специалистом высокого класса», – говорил я. Ребята усвоили мои наставления и достойно выдержали этот трудный жизненный экзамен.

Изложенное выше педагогическое отступление относится к техникумам. Я лишь хотел лишний раз подчеркнуть, что СПО – это величайший и притом оперативнейший источник нужных кадров для любых предприятий, хоть что-то делающих и/или выпускающих. Везде уже есть или, по крайней мере, должны быть автоматика, телемеханика, робототехника и прочая электроника. И кадры для этого. Как быть? На этом вопросе остановимся подробнее. Пройдёмся по пунктам.

1. Специалист есть, но всего один. Второй нужен, но найти не получается

Имеющийся специалист – это технические мозги компании. Присмотримся к нему. Может оказаться так, что процентов 10-20 своего рабочего времени он занят таким трудом, что, кроме него, никто другой этого не сделает. В остальное время он, например, занят сбором и обработкой данных. Здесь его можно заменить, можно даже штатно назначить ему помощников. Но могут возникнуть трудности другого порядка. Дело в том, что в вопросах, где можно заменить уникального специалиста, нужно тоже разбираться и помощникам тоже хорошо платить. Давайте поищем другой не менее надёжный, но менее затратный вариант.

Суть в том, что любое предприятие, которое нуждается в определённых технических кадрах высокой квалификации, **просто обязано дружить с колледжем**, с нужными его преподавателями и факультетами и буквально с первого курса присматриваться к будущим кадрам. Введите на первом курсе «Введение в профессию» (не обязательно по языку программирования, как у автора). На втором курсе можно весь год изучать что-нибудь ведущее или важное для вашей фирмы. И уже на третьем слушатели могут начать приносить некоторую пользу. Например, выполнение различных контрольных, курсовых,

дипломных работ может убить двух зайцев: с одной стороны, зачёт по учёбе, с другой – решение (пусть и небольшой, но это и не важно) проблемы фирмы. Кстати, при случае можно и материально поощрить – радости не будет предела. А если ещё и добавить производственную практику, то выпускник такого колледжа начнёт работать уверенно сразу же после устройства в компанию.

2. Своя рука в СПО

Бывает так, что на фирме или в компании всё благополучно с кадрами. То есть кадровый состав укомплектован, предприятие престижное, желающие поступить на работу всегда найдутся. И даже в этом, казалось бы, благоприятном случае тесный контакт с заведением СПО необходим. С первого курса и до окончания обучения студенты будут изучать не просто современную передовую технологию, но и тонко подстраиваться под специфику работы фирмы. Разумеется, особое внимание нужно обратить на преподавателей нужных дисциплин, помочь им теоретически и практически подняться выше. Производственная практика, семинары, экскурсии, лекции работников фирмы, кружки и прочие мероприя-

тия (даже спорт и искусство) – и вы получите не только инженерно-технические кадры высшей категории, но и лиц, влюблённых в фирму.

Не останавливаясь в этой статье на контактах с высшими учебными заведениями по той простой причине, что все производства уже установили контакт с вузами и с большой наукой вообще. Это понятно, это очевидно, без этого никак нельзя. Открою секрет, почему я подробно остановился на средних технических школах. Моё обоснование такое (не удивляйтесь необычности):

- все люди рождаются гениями;
- гениальность продукт скоропортящийся, с годами уменьшающийся;
- очень редко, но всё-таки случается, что гениальность сохраняется до конца жизни, впрочем, только у одного из сотен миллионов людей (Архимед, Ньютон и другие).

Исходя из этой теории, делаем вывод, что техникумовец менее испорчен, чем вузовец, поэтому более продуктивен и эффективен.

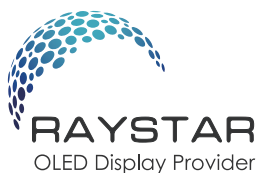
3. Закрепление эффекта

В орбите наших кадровых интересов не хватает одного последнего звена. Имею в

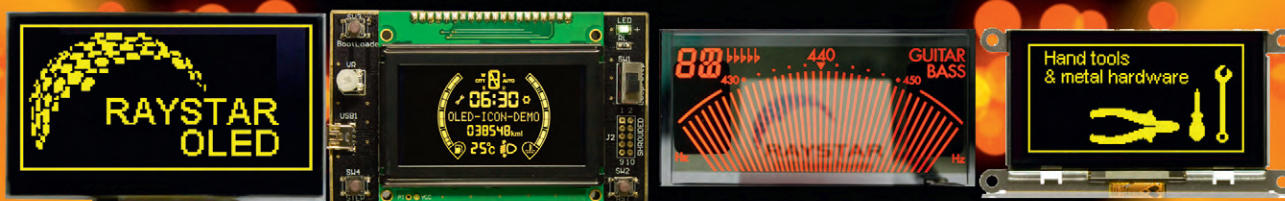
виду обычную среднюю школу. Кружки технического творчества: радиолубительский, авиационный, судомоделизма, фото, программирования (и т.д.) могут быть как в школе, так и в техникуме с взаимным посещением. В изготовлении какой-нибудь модели могут потребоваться усилия двух и более кружков. Творческая дружба фирмы с учебными заведениями есть то условие, которое может гарантировать непрерывность кадровой политики. Окажите поддержку школе в развитии кружков, приглашайте к себе на экскурсию. Закон педагогики гласит, что если пальчики ребёнка заняты чем-то сложным, то это улучшает развитие мышления. Так можно начать формирование талантливой плеяды специалистов на самом раннем этапе.

4. Что делать сейчас

Установите контакт с нужным техникумом. На примете нужного может не оказаться. На самом деле, подойдёт любой: строительный, автодорожный, кулинарный, да хоть театральный с его сценической или цирковой сценами. Автоматика, электроника есть повсюду. Выберите факультет, модернизируйте нужные дисциплины под себя и действуйте! Для полного успеха не забудьте школу. ☺



OLED-дисплеи Raystar



Специальное исполнение по ТЗ заказчика

Прозрачные модели

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА • СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ • ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ • БЫТОВАЯ ТЕХНИКА • МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ

Характеристики

- Яркость экрана до 150 кд/м² обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокая контрастность 10 000:1
- Широкий угол обзора до ±175°
- Цвет свечения: жёлтый, зелёный, красный, белый, синий
- Формат изображения: 122×32, 128×64, 240×64, 256×64 и 96×64 точки

- Низкая потребляемая мощность 10 мА (схемы управления – токовые)
- Светозмиссионная схема: не требуется система подсветки
- Короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C
- Широкий диапазон рабочих температур от –40 до +80°C
- Малая толщина модуля дисплея, небольшой вес
- Срок службы: 50 000 ч для белого и синего цвета; 100 000 ч для жёлтого, зелёного, красного цветов

ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 • INFO@PROCHIP.RU • WWW.PROCHIP.RU



Реклама

Проблематика импортозамещения в производстве РЭА и ПО

Андрей Кашкаров

В статье подробно рассматриваются проблемы и возможности программы импортозамещения с акцентом на сферу радиоэлектронных компонентов и различного программного обеспечения. Приводятся примеры успехов и сложных моментов, которые возникают перед участниками рынка на этом пути.

Импортозамещение как процесс и необходимое условие устойчивого развития отечественного производства РЭА (и производственного сектора государства в целом) в 2023 году имеет особенности и ангажированные тенденции. Анализ проблемного поля и перспектив явления для осведомлённости заинтересованных потребителей о вариантах и практиках импортозамещения компонентов РЭА и ПО в ИТ-сфере предлагаются в обзоре разных факторов влияния.

Проблемное поле импортозамещения в 2023 году

Импортозамещение вообще и в РЭА в частности взаимосвязанный процесс, поскольку любое изменение в налаженной системе сопряжено с затратами и рисками, а в сфере РЭА и в целом ИТ проблематика усугубляется быстрым развитием технологий и высокой связанностью их в едином комплексе. Поэтому организации, привыкшие использовать типовые

комбинации технологий, отработанные другими, со всеми вытекающими последствиями оказываются в положении первопроходцев. Импортозамещение – не только технологический и экономический, но и политический процесс. Цели импортозамещения массово начали ставить в 2014 году. С декабря 2014 года политика импортозамещения получила поддержку в виде «слабого рубля», а в 2018 г. приобрела новые черты: с разной динамикой процесс пошел. Льготы и стимулирующие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) меры дополнительно введены в феврале 2022 года (и позже). Тогда постановлением правительства запущена программа грантовой поддержки разработки конструкторской документации на комплектующие, критически важные для РЭА промышленности, с предположением, что в долгосрочной перспективе она позволит обеспечить отечественные заводы запчастями и материалами российского производства взамен иностранных аналогов. На рис. 1 представлена инфографика помех импортозамещению для отечественных промышленных предприятий [15].

С более глубоким анализом развития ситуации в период до 2018 года уместно познакомиться в [15]. После 2014 года представители государственного заказа «надеялись, что к власти в США придёт Дональд Трамп, и всё наладится – не надо будет переходить на отечественные решения» [5]. Потом вышла прямая директива с указанием переходить на отечественное до 2024 года. В нашей статье этому ниже посвящён целый раздел о стимулировании процессов импортозамещения в свете руководящих указаний и требований. Со стороны экономики и государственного управления хорошо видно, что регулировать направление пытаются директивными циркулярными и приказными методами. К примеру, президент запретил покупать иностранное программное обеспечение для критической инфраструктуры, а Минцифры, наоборот, призывает к ограничению затрат госкорпораций

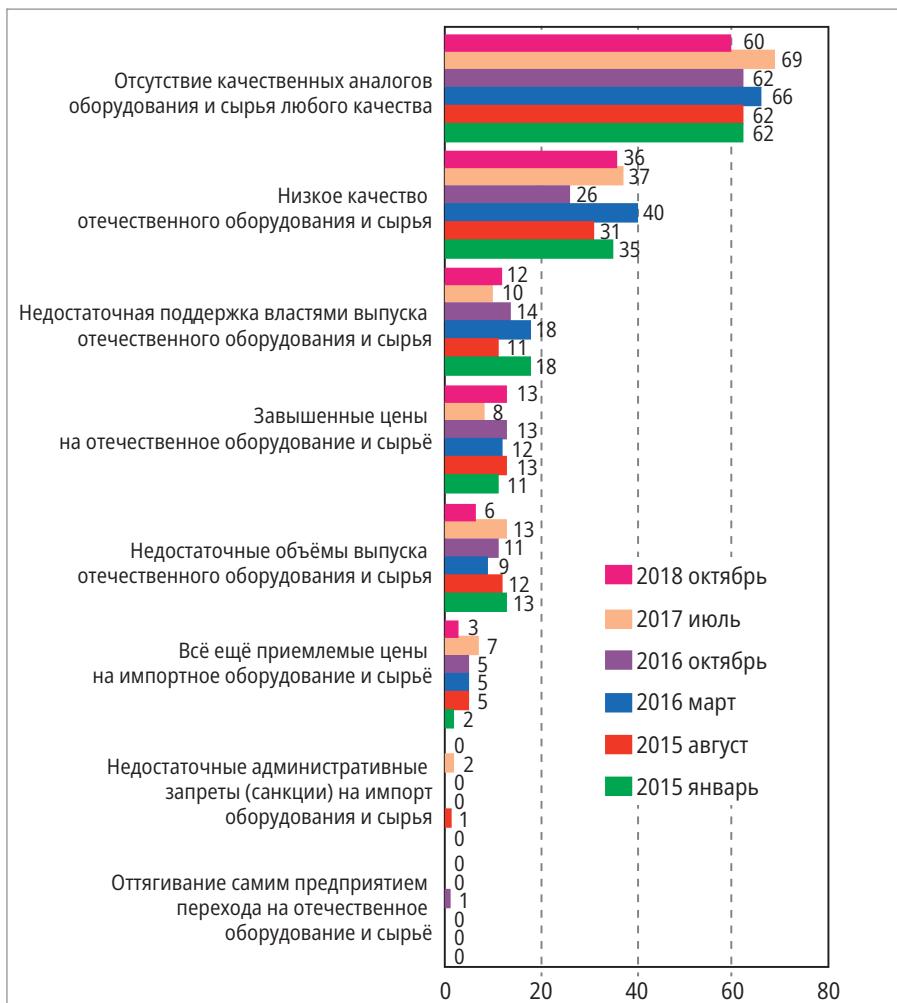


Рис. 1. Помехи импортозамещению для отечественных промышленных предприятий

на собственную разработку ПО. Условная узурпация материальных ресурсов в госкорпорациях и холдингах не позволяет развиваться рынку, конкурентным компаниям и коллективам. Ещё три года назад зампреда Совета безопасности России Дмитрий Медведев в ходе заседания комиссии по вопросам создания национальной системы защиты от новых инфекций сообщил буквально следующее: «Хронической бедой России является разнотык» [10]. Надо полагать, явление сие может проникать во все сферы, включая и импортозамещение. «Замена одного на другое», чтобы соответствовать требованиям регуляторов, – таков пока стереотип в импортозамещении, причём не вполне конструктивный. Во всей этой «картине маслом» настоящего дня видно, что 2023 год станет переломным для государственных компаний по переходу на российское ПО – не декларативно, а фактически.

С другой стороны, интересно сравнивать ситуацию в динамике. К примеру, в 2017 году проблематикой и рисками в импортозамещении считались сложности подбора необходимых ИТ-решений, неготовность пользователей и ИТ-ландшафта, финансовые затраты, отсутствие корректной экспертизы и высококвалифицированных кадров. Боялись главного – поменять ПО или железо на отечественное и обнаружить, что оно в разы хуже аналога, который был прежде. Но есть отечественные разработки, в том числе ПО, когда в развитии ИТ-систем можно гордиться DLP, концепцией VDI (инфраструктура виртуальных рабочих столов) и объединённых коммуникаций с функциями мессенджера, почтовой системы и телефонии, RnD, появившимся в партнёрской работе с научными институтами, и др. решениями от российских компаний. Причём эти решения уже активно используются. Хорошим трендом в импортозамещении также становится обеспечение кроссплатформенности информационных систем и оборудования в сегменте РЭА. Использование разработчиками отечественной радиоэлектронной базы растёт, однако в этом процент импортных компонентов продолжает существенно превалировать. Определены два сегмента, где промышленность наиболее готова к массовому импортозамещению, – телекоммуникационная техника и вычислительная

техника. Однако проблему замещения импортного оборудования и ЗИП для ремонта эта динамика пока не вполне решает.

Частичный ответ на вопрос о качестве замещённого западноевропейского оборудования дают данные об увеличении доли предприятий, в планы которых входит закупка оборудования производства Китая и Индии. Доля возросла в два раза и является скорее признаком перехода на более дешёвое, доступное (в том числе – в условиях санкций) и всё-таки менее качественное оборудование [15]. В качестве основной сложности процесса импортозамещения в сегменте ПО называют несовместимость аппаратно-программной инфраструктуры с отечественными разработками. Прецедентные примеры известны в учреждениях, где используют оборудование с драйверами и специализированное ПО только для операционных систем Windows. Кроме того, специалистам приходится сравнивать цену поддержки и продления лицензий импортных систем с ценой начальной закупки отечественных лицензий, учитывать затраты на внедрение и миграцию пользователя со старого оборудования на новое. Годами и столетиями в России не исчезает проблема человеческого фактора, с которым на производствах связывают особенности государственного мышления и видения ситуации на перспективу. В анализе публикаций и комментариев по теме превалирует мнение: бывает сложно принять факт, что проприетарное «ПО стоит своих денег» и доказать руководству, что отечественные продукты – достойная замена западному ПО [13]. К тому же надо учитывать переобучение пользователей как проблему временных и материальных затрат производства.

Аналитика и тенденции

Импортозамещение – полный стек ИТ-решений, предполагающий, что производственные процессы опираются на прикладные системы, а те, в свою очередь, опираются на инфраструктурные сервисы, зависящие от операционной системы; для результата необходим комплексный подход. Очень перспективно взаимодействие с вендорами, и здесь российские разработчики РЭА гораздо ближе импортёров и заинтересованы в сотрудничестве. В соответствующих реестрах для разра-

ботчиков РЭА есть продукция, условно позиционируемая как отечественная только по формальным признакам. И важно не ошибиться. Уместно изучать мнение коллег, регулярно тестирующих и ведущих собственный реестр проверенных решений [14].

В импортозамещении главное – компенсировать нехватку поставок РЭ-компонентов и оборудования из других стран через разработку и освоение продукции отечественного производства. А также востребованной разработчиками продукции в смежных отраслях. Той продукции, что оказалась востребованной, но недоступной в связи с санкционным давлением, с разрывами отлаженных цепочек технологических процессов и поставок компонентов. Нередко речь идёт о продукции или материалах, которые раньше не выпускались. А в этой области проблемы связаны не столько с тем, чтобы найти аналоги, а с новыми технологиями, то есть в прямой связи с развитием отечественной науки.

В 2023 год плавно перетекли вызовы 2022-го. Основные тренды связаны с преодолением последствий разрыва прежних экономических связей с европейскими и североамериканскими партнёрами. В области РЭА достичь это можно особым, прерогативным вниманием к новым технологиям в тесном сотрудничестве с наукой (замещение технологий за счёт собственных разработок), трансформацией производственных процессов, включая изменение направлений экспорта продукции, импортозамещение компонентов, нахождение альтернативных поставщиков и параллельного импорта. Дополнительно – усиление работы на альтернативных европейскому и североамериканскому рынках сбыта.

Номинальное стимулирование

Стимул более широкому развитию процесса импортозамещения пытаются придать российские власти. Известен указ Президента РФ В.В. Путина о мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры (КИИ) страны, постановляющий: с 31 марта 2022 года заказчики (за исключением организаций с муниципальным участием), осуществляющие закупки по 223-ФЗ, не могут осуществлять закупки иностранного

ПО, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, в целях использования на принадлежащих им значимых объектах КИИ России, а также закупки услуг, необходимых для использования этого программного обеспечения на таких объектах, без согласования возможности осуществления закупок с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным правительством. А с 1 января 2025 года органам государственной власти, заказчикам запрещается использовать иностранное ПО на принадлежащих им значимых объектах КИИ.

Государство пока пытается регулировать процесс импортозамещения законодательными и «принудительными» инструментами, то есть административными мерами, и не всегда на местах достаточна готовность реализации указов и положений. Есть российские программные продукты, уже адаптированные под конкретные задачи. И есть сферы и ниши, в которых ПО в силу его структуры и сложности всё ещё не соответствует уровню AutoCAD и Pro/ENGINEER, с чем привыкли работать конструкторы и инженеры. В этом и состоит сложность навязывания управленческих решений, ибо они нередко проводятся административными мерами, почти давлением, а адаптационные условия для взаимозамены оборудования и ПО не созданы. Специалисты отрасли, связанной с разработкой ПО, придерживаются позиции выборочного подхода; если условия сложились и соответствуют – импортозамещение не только возможно, но и необходимо, если нет – спешка в импортозамещении неоправданна и вредна. Это не тот сегмент рынка, где самое лучшее решение – проводить замещение в приказном порядке. В разумном подходе профессионалы рекомендуют применять взвешенные решения с предварительным обсуждением и в совещательном стиле. На сегодня основная сложность – отсутствие российских аналогов на ряд программных продуктов.

Согласно другим постановлениям Правительства РФ разработка и производство отдельных видов продукции РЭА вошли в перечень видов научных исследований и опытно-конструкторских работ, расходы по которым можно и нужно учитывать для уменьшения налоговых платежей. Однако всё это представляется неким паллиативом

решений. Полумерами с номинальной поддержкой, когда федеральные власти нацеливают разработчиков и производителей, в первую очередь, на самостоятельный поиск решений или их поиск в пределах нормативной, правовой и технической базы страны. Но задачи-то стоят действительно нешаблонные: во-первых, для многих производителей РЭА предстоит переход от выпуска опытных партий к полноценному промышленному производству. Во-вторых, перечень наименований продуктов, которые необходимо заместить, без преувеличения огромный. В том же ключе пытаются расширить и стимулировать кооперацию производителей сырья, переработчиков и производителей РЭА. Особое внимание здесь уделяется созданию кластеров как способу ускорения импортозамещения. Проблема в том, что отечественные продукты нужно выводить на рынок «прямо сейчас», а цикл разработки продукта нередко исчисляется годами. При этом затраты в НИОКР могут себе позволить только крупные холдинги. С 1 января 2023 года предприятия-участники промышленных кластеров получили право на возмещение до 50% затрат на покупку стартовых партий комплектующих. Важное условие: комплектующие должны быть произведены другими участниками кластера. В России более 50 промышленных кластеров (из которых в области РЭА 5-6), объединяющих около 640 предприятий-участников, среди которых доля производителей РЭА не более 10%. Возможно, в условиях поддержки со стороны государства тренд на объединение производств в рамках одной производственной цепочки в кластеры ради снижения издержек по логистике, инфраструктуре, НИОКР получит развитие в 2023 году [5], [6].

Наличие благоприятных факторов

Потенциал дальнейшего развития отрасли современной радиоэлектроники высок, безусловно, он может стать драйвером экономики страны в целом. В СоЭл № 1 за 2023 г. (с. 44, «Мировой инфляционный кризис оптоволокна») мы писали о том, как меняется добыча, ценообразование и в целом – рынок оптоволокна. Притом что в России есть заделы и запасы материалов, в частности, месторождения «лёгких» газов, продукция которых даёт импульс разработки оптоволокна, эта сфера получи-

ла новые перспективы. На руку российским производителям и выросшие мировые цены на продукцию химической отрасли и сырьё. Высокие цены на сырьевых рынках, вероятно, сохранятся до середины 20-х годов XXI века. Предположительно, это создаст дополнительную поддержку для отечественных производителей. Одним из перспективных трендов считаются возможные партнёрские отношения в бартерном обмене. Очевидно, номенклатура формирующихся «гибридных» (импортозамещение и параллельный импорт в сфере современной электроники) рынков уже не будет совпадать с европейской. В ряде сегментов российские компании уже столкнулись с жёсткой конкуренцией. Всё это логично открывает и поддерживает научно-технологический задел в отношениях с дружественными странами для удешевления стоимости оборудования и инженеринговых услуг. Здесь проблема, требующая оперативного решения, – пропускная способность инфраструктуры для ещё большей условной ориентации на Восток. При детальном изучении ёмкости азиатских рынков уместно ставить вопрос – в каком объёме Африка, Латинская Америка, Индокитай способны принять экспортную российскую продукцию РЭ-отрасли. В импортозамещении речь идёт о переориентации потенциальных возможностей поставщиков из Азиатско-Тихоокеанского региона.

Импортонезависимость и её перспективы

Тотальное импортозамещение и импортонезависимость – разные понятия. Импортозамещение в буквальном понимании термина (разработка, организация производства отечественных аналогов импортируемых компонентов с целью замещения в РЭА) невозможно и неприемлемо. Номенклатура импорта составляет десятки тысяч наименований. Даже при наличии и доступности аналога импортной микросхемы замещение практически невозможно из-за проведения зачётных испытаний РЭА (для которой он проектировался), переработки технической документации, переоформления хозяйственных связей, а также получения дополнительного финансового обеспечения. Есть импортные микросхемы и ПО, которые технологически затруднительно воспроизвести в среднесроч-

Таблица 1. Основные технические характеристики ноутбука BITBLAZE Titan на процессоре «Байкал-М»

Модель	BITBLAZE Titan BM15
Диагональ экрана в дюймах	15,6
Разрешение экрана	1920×1080
Тип матрицы	IPS
Процессор	«Байкал-М» (8 ядер, 1,5 ГГц)
Оперативная память	16 Гб (максимально 128 Гб – 2×64), SO DIMM DDR4, 2 канала, несменная
Тип графического процессора	Интегрированный
Тип накопителя	SSD M.2
Объём накопителя	От 250 до 512 Гб в зависимости от конфигурации
Коммуникации	
Разъёмы	USB 3.0 – 4 шт., HDMI – 1 шт., mini jack 3,5 мм – 1 шт., USB Type-C – 1 шт., Ethernet – RJ-45 – 1 шт.
Беспроводная связь	Wi-Fi, Bluetooth
Ёмкость аккумулятора	6000 мА·ч
Гарантия и поддержка	1 год базовой технической поддержки включён в лицензию. Гарантия на оборудование – 3 года (опционально доступны расширенная и премиум поддержка с продлением гарантии)

ной перспективе, а тем более в короткие сроки.

Против тотального импортозамещения свидетельствует и то, что отказ от микросхем зарубежного производства обрекает отечественную радиоэлектронику на прогрессирующее отставание с утратой некоторых её достижений. К примеру, ПК отечественного производства, входящие в мировой рейтинг TOP-500, используют исключительно импортные микропроцессоры. Их невозможно быстро заменить. Тем не менее разработка отечественных микропроцессоров продолжается (в неполном списке прошлых лет указаны производитель и модель МП с некоторыми техническими характеристиками):

- МЦСТ (1891ВМ8Я, Эльбрус 4С, 65 нм, 800 МГц);
- Миландр (1986ВЕ92, ARM Cortex M3, 65 нм, 80 МГц);
- Эльвис (1892ВМ14, ARM Cortex A9, 40 нм, 900 МГц);
- Байкал Электроникс (Байкал-Т, MIPS, 28 нм, 1 ГГц);
- НИИСИ РАН (1890ВМ8Я, Комдив64, 65 нм, 800 МГц).

На рис. 2 представлен вид микропроцессора отечественного производства «Эльвис».

Для встраиваемых приложений РЭА с точки зрения современной МП-архитектуры, где важны параметры энергопотребления, уместно

рассматривать МП «Эльбрус 4С» и «Байкал-Т1». Для вычислений в сегменте специализированных задач, работы по быстрым алгоритмам и высоких уровней АСУ подходит «Эльбрус 4С». В российской компании «Промобит» в 2022 году разработан ноутбук Bitblaze, причём результат достигнут благодаря механизмам поддержки – субсидии на выпуск опытной, некоммерческой серии электроники. Однако нам важны реалии и практика решения актуальных вопросов, а не пропаганда идей, поэтому дословно приводим колоритное мнение руководителя компании «Промобит» в составе группы компаний BITBLAZE Максима Копосова: «Получить даже не льготный кредит на выпуск коммерческих партий электроники фактически невозможно» [11]. При этом компания ориентируется исключительно на отечественную элементную базу. Опытную партию отечественных ноутбуков предполагают выпустить в 2023 году в количестве 1000 штук при цене партии в 150 000 USD. В табл. 1 приведены основные технические характеристики первого полностью российского ноутбука BITBLAZE Titan на процессоре «Байкал-М» [4].

О других готовых решениях для импортозамещения от группы компаний BITBLAZE можно прочитать в [4].



Рис. 2. Микропроцессор отечественного производства Эльвис 1892ВМ14, ARM Cortex A9, 40 нм, 900 МГц

Примеры и поиск альтернативных поставщиков технологий и оборудования

Поиск альтернативных поставщиков технологий, оборудования, компонент – сегодня важная задача развития как для действующих производств, так и для новых проектов. За небольшим исключением пока решения для функционирования действующих производств носят развивающийся или временный характер, организация эффективных цепочек поставок займёт не менее 2-3 лет. Но уже есть сотни примеров адаптационного подхода к вызовам времени, реализованных в нашей профессиональной теме. Заметно разделение на лидеров по поставке собственных и сторонних решений. В 2017 году на выставке ПТА состоялась презентация серии ХТР для экстремальных условий эксплуатации, где особые перспективы обозначились в сотрудничестве с немецкой компанией WAGO – перспективное направление, в частности, и для РЖД [9]. В этом сотрудничестве были интересные моменты. Компания Deutsche Bahn (DB) выбрала победителя в тендере на поставку систем геометрии рельсовой колеи – российский ИНФОТРАНС для диагностики нового поколения ж.-д. составов RAILab. Так ИНФОТРАНС стал первой российской компанией, поставлявшей высокотехнологичную измерительную систему концерну немецких железных дорог. Система устанавливается на подвижную единицу производства Plasser & Theurer. В качестве апробированной в России системы контроля использовалась скоростная многофункциональная бесконтактная инерциаль-



Рис. 3. Российская система контроля и диагностики МИБИС на колёсной паре локомотива DB (немецкие железные дороги)

ная измерительная система МИБИС (рис. 3).

Система автоматической диагностики, мониторинга и управления обеспечивала контроль геометрии рельсовой колеи во всех диапазонах D1, D2, D3 по принятым в Евросоюзе нормативам EN13848 параметров рельсов, наклонов поверхности катания рельсов, «подушечки», эквивалентной конусности и др. Российская разработка была создана на базе контроллера немецкой фирмы Wago750-874/000-110 и модулей вывода серии 750, в том числе модификации XTR. Другой опыт сотрудничества – развитие самоходной многофункциональной диагностической лаборатории на базе тепловоза 2ТЭ116 для РЖД, где также применялся контроллер Wago750. Новая лаборатория для непрерывного автоматизированного контроля и оценки технического состояния объектов железнодорожной инфраструктуры во время движения в условиях реального взаимодействия объектов железнодорожной инфраструктуры и локомотива при максимально допустимых нагрузках на ось проходила обкатку на трассе модернизируемого БАМа (см. рис. 4).

Применение модулей вывода данных Wago серии 750 – PWAGO-I/O-SYSTEM 750 XTR оправдано там, где другие линейки серии 750 не подходят из-за сложных и особых условий на объекте, связанных с требованиями по температурному режиму и уровню конденсата, защиты от повышенных напряжений, вибрации и др. Расширенный температурный диапазон и вибрационная стойкость является отличительной чертой FIO. А серия

XTR у WAGE появилась много позже нашего FASTWEL IO, ибо они возжелали забрать часть рынка ПЛК стабильно работающего оборудования в условиях низких температур до -40°C . Однако после событий 2022 года западно-германская фирма российский рынок не только покинула, но и препятствует получению её продукции в России альтернативными методами.

Интересное развитие ситуации заметно в сегменте ПЛК и модулей к ним. Бренд-менеджер технического отдела «Прософт» Александр Константинов свидетельствует: «В сфере ПЛК мы сконцентрированы на изделиях – Fastwel I/O, Regul. В результате развития направления импортозамещения появился очень специфичный производитель ПЛК, программируемого на C/C++ (контроллер K15), и ещё китайский GCAN» [1].

А в августе 2022-го АО «Корпорация «Московский институт теплотехники» (МИТ) презентовала проект поезда на магнитной подушке. Нечто подобное старались создать не только в Германии, но и в СССР в 1979–86 гг.; тогда проект, получивший название «МАГЛЕВ», развивали на двух площадках – вблизи Еревана и в Московской области. Маглев (magnetic levitation) – вагон на магнитной подушке, который при движении не касается опоры-рельс, находясь над ними в 15–20 мм. Результаты были достигнуты только в виде 5 опытных образцов сначала на 36-метровой трассе, затем – на 850-метровой. Впоследствии из-за недостатка финансирования проект был заморожен. Немцы широко рекламировали свои достижения – маглев

возил посетителей Международной транспортной выставки IVA. Отечественный маглев модели ТП-01 весил 12 тонн. В 1986 г. инженеры ВНИИПИ «Транспрогресс» создали последний и наиболее совершенный прототип маглева – ТП-05. Плавность хода обеспечивалась по тем временам воплощением оригинальной технической идеи: по ходу трассы устанавливали мощные магниты, а при движении вагона автоматически контролировалась величина зазора между ним и «дорогой». С изменением силы тока менялась ЭМ-индукция, так регулировались «отталкивание» и скорость.

Заявляется, что «к 2025 году на территории Ленинградской области построят первую в России трассу с поездом на магнитной подушке». На рис. 5 представлен вид локомотива модели ТП-05 проекта «МАГЛЕВ» (1986).

В этой непростой ситуации выполняющие проектные решения под конкретного заказчика, российские компании вынуждены переориентироваться на «альтернативных» поставщиков оборудования в соответствующих сегментах РЭА, что при решении задачи оперативности не всегда возможно без потери качества компонент продукции и капиталовложений.

Пути решения задачи импортонезависимости

Процессорные модули содержат тысячи электронных компонентов, и пытаться полностью заместить уже созданную базу нецелесообразно. Нет смысла создавать аналоги отечественного производства полного номинального ряда дискретных элементов и микросхем, включая резисторы и конденсаторы. Более того, в условиях изоляции в отсутствие конкуренции это приведёт к отставанию в технологиях и росту цен. А российские технологии и теперь ещё (в массе) неконкурентоспособны. Производители РЭА и электронных компонентов ни в одной стране мира не могут развиваться обособленно; и импортонезависимость не может быть полной. Поэтому наряду со стратегией импортонезависимости для использования и переработки под конкретные задачи достижение в сфере высокотехнологичных разработок современной электроники опираются на параллельный импорт (об этом ниже) и развитие таких ключевых направлений, как:

- разработка и освоение на внутреннем рынке ключевых технологий производства интегральных микропроцессоров, МС памяти, сетевых микроконтроллеров;
- организация закупок радиоэлектронных компонентов (РЭК) по независимым каналам – параллельный импорт;
- разработка и производство одноплатных компьютеров;
- создание ОС и прикладного ПО.

Особенно важен первый пункт в части производства, так как чистый кремний и даже дистиллированная вода необходимой степени очистки в РФ пока не производятся в промышленных масштабах. Если с последними тремя пунктами успешно справляются частные предприятия, то для решения первой задачи важна государственная программа по воссозданию соответствующих производств [6], [7].

Поэтому в сегменте РЭА, на мой взгляд, более уместен термин «импортонезависимость» как гарантированная защищённость аппаратуры критической инфраструктуры и её ЭКБ с минимизацией рисков в любых форс-мажорных ситуациях. Прежде всего РЭА, отказы которой могут иметь катастрофические последствия [7]. О сегодняшних реалиях производства РЭА и возможных путях обеспечения независимости производства электронных модулей от зарубежных технологий, рисках и ограничениях в поставках компонентов поговорим далее.

Параллельный импорт

В принципиальной трактовке положений Гражданского кодекса РФ правообладатель вправе контролировать поставки товаров вплоть до первой продажи товара в стране. Споры о том, чтобы сменить этот принцип на международный, при котором разрешён параллельный импорт (ПИ), шли больше десяти лет. Как нередко бывает, у каждого подхода есть «плюсы» и «минусы».

С одной стороны, ПИ развивает конкуренцию и, возможно, приведёт если не к снижению, то к стабилизации цен из-за отсутствия дефицита востребованной разработчиками продукции [12]. Это может являться стимулирующим фактором для развития РЭА и технологий в отрасли. С другой стороны, при ПИ правообладатели не осуществляют качественный контроль за ввозимыми в РФ товарами, следо-

вательно, вырастает риск контрафакта и отказов. Не только в области фармации, где качество импортных поставок лекарств крайне важно и как социологический фактор, но и применительно к медицинскому оборудованию, основанному на РЭА, особенно важно риски минимизировать. Кроме того, область сервиса, ранее процветающая ввиду многочисленных импортных поставок РЭА, уже заметно приходит в упадок, а мастера ремонтных и наладочных работ встают перед выбором увеличения цен на услуги – в том числе ввиду возросшей стоимости импортных компонентов и оборудования, или вынуждены специализироваться на ремонте РЭА путём замены не блоков и модулей, а дискретных элементов; то есть с явным шагом назад, к эпохе 80-х годов XX века, называемой мною (в ремонтном и сервисном бизнесе) «эпохой доисторического материализма и радиолюбительства». Впрочем, пока ещё ситуация в этой области не критична ввиду наших ненарушенных экономических и деловых связей с КНР, откуда идут основные поставки РЭА и её компонент бытового назначения. Кстати, сохраняющиеся с КНР связи – ещё один фактор поддержки «на плаву» российских разработчиков и производителей РЭА в эпоху попыток изоляции страны от перспективных технологий современной электроники.

Несмотря на то что понятие параллельного импорта (ПИ), казалось бы, далеко от планов, стратегии и действий импортозамещения, это ещё один альтернативный инструмент в условиях ограничения поставок. Возобновление поставок через новые логистические маршруты со страхованием и сопровождением ВЭД и хеджированием валютных рисков. ПИ – ввоз в страну товаров без согласования с правообладателем. Это возможность завозить товары «параллельно» с официальным импортом через уполномоченных дилеров, которая до недавнего времени была единственно легальной [12]. Но параллельный импорт – не чистый контрафакт: закупки в системе ПИ регламентированы только с оригинальной продукцией, и если соответствовать букве российских законов (понятно, что в сложной ситуации изоляции рынков это происходит не всегда и не везде), официальные органы рекомендуют участникам ПИ внимательно выбирать поставщиков, с обя-



Рис. 4. Шкаф с модулями МИБИС и контроллером Wago серии 750

зательной проверкой истории производства товара, сертификации – где она требуется и легальности товарного знака. Широкий перечень оригинальных компонентов и товаров, в том числе современной радиоэлектроники, с уточнением конкретных брендов (и без него) сформирован постановлением Правительства России от 29.03.2022 № 506. С перечнем можно ознакомиться в [14]. Товары брендов, имеющих производство в России на локализованных предприятиях, в список не включали – за такую оговорку выступила ФАС. Впрочем, в наше турбулентное время эти вопросы стали почти номинальными. Сейчас более важна задача вообще получить востребованный товар. Именно благодаря этому «механизму» – в обход санкций – удалось сохранить поставки оборудования и компонентов зарубежного производства. Сотрудничество и развитие деятельности в этом сегменте вызывает неоднозначные мнения. С одной стороны, это неэтично, и есть риски порицания со стороны иностранных компаний, с другой стороны, в условиях выживаемости отечественного производства, большинство оборудования и производственных линий в котором



Рис. 5. Вид локомотива проекта «МАГЛЕВ»

ещё импортное, такое сотрудничество имеет право на существование.

Параллельный импорт с выборочным ограничением допускают Канада, США, Япония, Китай, Австралия и др. страны. Евросоюз придерживается регионального принципа: товары, разрешённые правообладателями к продаже в одной из стран ЕС, можно перепродавать в Евросоюзе без дополнительного разрешения.

При условии долговременной деятельности и развития системы параллельного импорта не исключена возможность поставок в Россию не только востребованных отечественными разработчиками РЭА компонент и продукции зарубежного производства, но и технологий производства. Тем не менее специалисты отрасли хорошо осведомлены, что владение ключевыми оригинальными (зарубежными) технологиями сопряжено с рисками так называемых «закладок» и незадекларированных воз-

можностей в процессорах и модульных комплексах.

Риски импортного ПО и оборудования

Один из нашумевших случаев произошёл во время военной операции «Буря в пустыне», когда иракские самолёты «Мираж» не взлетели в нужное время из-за отказа навигационной системы, заблокированной радиосигналом. Эта возможность была заложена в конструкции. Про так называемые «вирусные технологии» в ПО для ПК, мобильных ПК для жёстких условий эксплуатации и контроллеров также много написано, к примеру, в [2], [6].

В свете проблематики импортозамещения актуальна задача безопасности компьютерных систем и АСУ, в том числе из-за которой развёрнута борьба за импортонезависимость. В этой связи показателен, хоть и старый, пример с Computrace LoJack от канадской фирмы Absolute Software с официальным

предназначением программы в виде «предотвращение утечки данных и использования ноутбука в случае его кражи или потери». ПО посылает данные геолокации на сервер с возможностью удалённой блокировки компьютера и стирания информации с дисков по командам с серверов Absolute Software. Возможен цикл удалённого менеджмента ноутбука, начиная с обновления БИОС, установки и удаления программ вплоть до переустановки ОС. На базе подобных чипов и процессоров созданы военные мобильные вычислительные комплексы MBK-2 – отечественная разработка, в войсках их были десятки тысяч [8]. На рис. 6 представлен вид специализированного MBK-2 на базе Computrace LoJack.

Сетевые чипы Broadcom линейки BCM 57xx оснащены флеш-памятью, выделенным SPI-интерфейсом, собственными оперативной памятью и RISC-процессором. На основе линейки создавали интегрированные (один в другой) электронные продукты с функцией «компьютер в компьютере», «контроллер контроллера» и возможностью независимого апгрейда через подкачку обновленного ПО – при инициализации системы задействован расширенный БИОС на периферийных контроллерах. При малой заявленной в документации ёмкости внутренней памяти (до 100 Кбайт) на внешнем интерфейсе есть возможность разместить в десятки тысяч раз превышающие по ёмкости данные (программы), а в сочетании с широкими возможностями ПО соответствующего назначения такой чип становится поистине «шпионским».

Подсистема Intel Management Engine (ME) встроена во многие современные компьютерные платформы (десктопы, ноутбуки, серверы, планшеты) с чипсетами компании Intel – почти единственной функционирующей при выключенном ПК при условии частичного (ненарушенного) электропитания – с энергоёмким аккумулятором и (или) подключении к осветительной сети 230–240 В. В Intel (ME) организован доступ к содержимому RAM и DMM с внеполосным доступом к сетевому интерфейсу. А это широкие возможности дистанционного доступа, включая его несанкционированную и скрытую форму. Кроме того, имплементация системных функций и технологий Intel включена в состав прошивки Intel ME с технологией «осо-

бых привилегий» Active Management Technology (AMT). Это технология удалённого администрирования компьютерных систем с заявленной поддержкой Intel vPro. AMT обеспечивает удалённый и внеполосный (по независимому вспомогательному каналу TCP/IP) доступ для управления настройками и безопасностью компьютера, независимо от состояния питания (удалённое включение/выключение компьютера) и ОС. И таких примеров достаточно много, а в последние годы их число только растёт.

Выводы

Создаётся впечатление, что в области ПО руководители воспринимают импортозамещение упрощённо – как условную переустановку продукта, причём нередко с потерей функциональности. В сегменте замещения компонентов и модулей для РЭА специалисты трудятся не покладая рук. Надо сказать, ситуация действительно сложная, не всё получается. Но есть и результаты, которые мы осветили в статье. Все описанные условия и меры призваны способствовать развитию российской радиоэлектроники и наукоёмких отраслей отечественной промышленности. Однако важно помнить справедливую сентенцию: «когда двое делают одно и то же – получается не одно и то же». В импортозамещении, приложенном на российскую почву, как долговременном и много лет продолжающемся процессе, есть и проблемы, и возможности. Таким образом, реализация стратегии импортозамещения и импортонезависимости в руках российских регуляторов, а успех зависит не от деклараций и манифестаций о намерениях, а от реальных дел, и не побоюсь этого выражения – реальных профессионалов, которым даже не обязательно помогать, главное – не мешать.

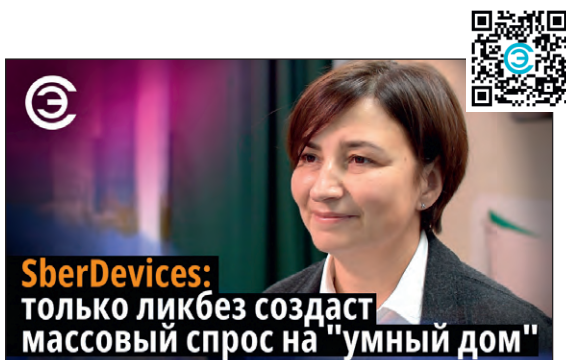
Литература

- GCAN. Shenyang Vhandy Technology Co., Ltd. URL: <https://www.prosoft.ru/products/brands/gcan/>.
- Intel ME. Как избежать восстания машин? URL: www.habrahabr.ru/company/dsec/blog/282546.
- Гришин Д. Модульные программируемые контроллеры серии «K15». Новый взгляд на привычные вещи // СТА. 2023. № 1. URL: <https://www.cta.ru/articles/obzory/apparatnye-sredstva/166500/>.
- Готовые решения для импортозамещения от группы компаний BITBLAZE. URL: <https://bitblaze.ru/>.
- Импортозамещение в России. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8#.D0.92.D1.8B.D1.87.D0.B8.D1.81.D0.BB.D0.B8.D1.82.D0.B5.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D0.B0.D1.8F_.D1.82.D0.B5.D1.85.D0.BD.D0.B8.D0.BA.D0.B0.2C_.D1.8D.D0.BB.D0.B5.D0.BA.D1.82.D1.80.D0.BE.D0.BD.D0.B8.D0.BA.D0.B0_.D0.B8_.D0.BE.D0.B1.D0.BE.D1.80.D1.83.D0.B4.D0.BE.D0.B2.D0.B0.D0.BD.D0.B8.D0.B5_.D1.81.D0.B2.D1.8F.D0.B7.D0.B8.
- Импортозамещение и импортонезависимость в производстве отечественной электроники // URL: <https://habr.com/ru/post/403141/>.
- Кашкаров А.П. Импортозамещение. Справочное пособие специалиста-практика. М.: ИП РадиоСофт, 2018. 204 с.: ил.
- Китайские закладки // URL: www.securitylab.ru/context/430512.php.
- Константинов А. ПЛК WAGO I/O – серия XTR для экстремальных условий эксплуатации // URL: https://www.pta-expo.ru/ural/documents/12_WAGO_XTR012.pdf.
- Нерознак В. Беда России – разнотык // URL: <https://nsn.fm/policy/beda-rossii-raznotyk>.
- Ноутбуки BITBLAZE обещают выпустить в 2023 году вместо конца 2022 года // URL: <https://habr.com/en/news/t/704948/>.
- Особенность параллельного импорта // URL: https://sberbusiness.live/publications/parallelnyi-import-novye-vozmozhnosti-vvoza-tovarov-dlia-biznesa?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=sberbusiness.live_corporate_perform_god_202202044048_context_search_general_rus|81858455&utm_content=cid|81858455|gid|5107511801|ad|13277738231_13277738231|ph_id|42718066448|src|none_search|geo|%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%82-%D0%9F%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B3_2|&utm_term=%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%B%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82&_openstat=ZGlyZWN0LnhbmrRleC5ydTs4MTg1ODQ1NTsxMzI3NzczODIzMt5YW5kZXgucnU6cHJlbW1lbQ&yclid=3618672535287627775.
- Семягин Д. Пять ожидаемых тенденций 2023 года: от новых рынков до кластеризации // URL: <https://rupec.ru/news/50599/>.
- Справочник для параллельного импорта по коду товара. URL: <https://tnved.info/search/>.
- Цухло С.В. Проблемы импортонезависимости российской промышленности и импортозамещения в 2014–2018 гг. // Neftegaz.RU. 2019. № 4. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/rynok/386953-problemy-importozavisimosti-rossiyskoy-promyshlennosti-i-importozamesheniya-v-2014-2018-gg/>.

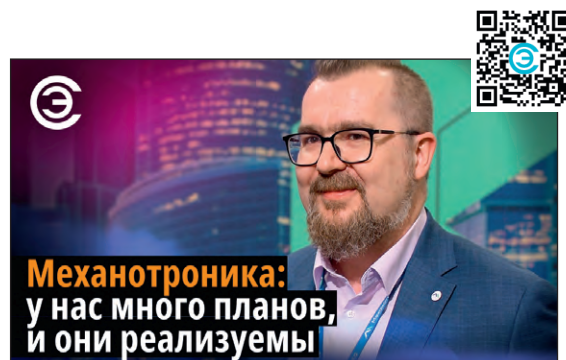


Рис. 6. Специализированный MBK-2 на базе Computrace LoJack

Смотрите на канале СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА



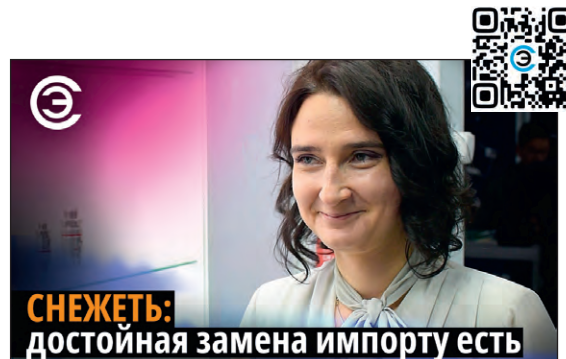
Интервью с Екатериной Гельфанд,
СЕО Умного дома SberDevices



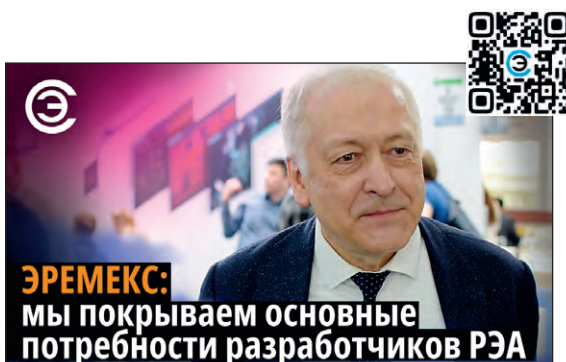
Интервью с Филиппом Шамаевым,
директором по маркетингу
НТЦ «Механотроника»



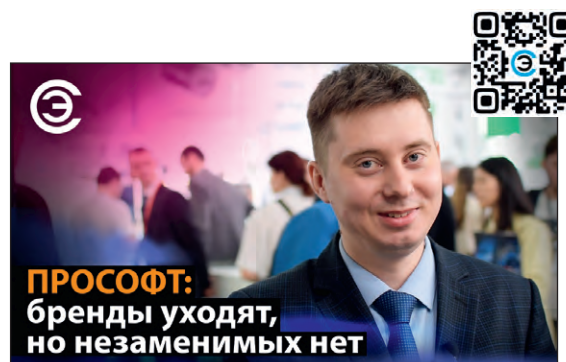
Интервью с Алексеем Кашаевым,
генеральным директором компании
«СИСТЭМ ЭЛЕКТРИК»



Интервью с Кристиной Дунаевой,
генеральным директором АО "Завод "Снежесть"



Интервью с Сергеем Сорокиным,
генеральным директором ООО «Эремекс»



Интервью с Сергеем Воробьевым,
бренд-менеджером ПРОСОФТ



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

**ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

2023

100% РОССИЙСКАЯ КОМПАНИЯ



ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки

- Модификация КД существующего изделия
- Разработка спецвычислителя на базе COM-модуля
- Конфигурирование модульного корпусированного изделия
- Сборка магистрально-модульной системы по спецификации заказчика
- Разработка изделия с нуля



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Контрактная сборка электроники уровней: модуль / узел / блок / шкаф / комплекс

- ОКР и технологические консультации
- Макеты, установочные партии, постановка в серию
- Комплектование производства отечественными и импортными компонентами и материалами
- Поддержание складских запасов РЭК и материалов, контролирование жизненного цикла комплектующих
- Серийное плановое производство
- Тестирование и испытания изделий
- Гарантийный и постгарантийный сервис

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ВЕКТОРНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ



S50244 S50444

Диапазон частот от 0,01 до 44 ГГц
Динамический диапазон 125 дБ на 40 ГГц



Опция импульсных измерений (PLS):

- Импульсные модуляторы с длительностью импульса 20 нс и 1 мкс
- Семь встроенных генераторов видеоимпульсов
- Измерение профиля импульса с разрешением 100 нс
- Режимы детектирования:
 - «Точка в импульсе»
 - «Профиль импульса»
 - «От импульса к импульсу»
 - «Усреднение импульса»

planarchel.ru
8 800 222 12 11

