

Системы управления с «предвидением»

Алексей Галицын (a.a.galitsyn@gmail.com),
Александр Рождественский (rojdest@rambler.ru),
Дмитрий Рождественский (Veraro@yandex.ru)

Данная статья посвящена описанию технологии новых особо точных систем управления, повышающих точность управления на порядок и востребованных на производстве, в бизнесе и экономике, энергетике и оборонно-промышленном комплексе, гражданской авиации, судовождении и других отраслях. Эффект многократного повышения точности достигается за счёт применения управления с опережением (на основании предвидения поведения объекта или процесса). Блоки упоминаемых систем в виде IP-блоков с новыми свойствами могут быть интегрированы в системы на кристалле (SoC), использоваться в миллионах конкретных систем управления и реализоваться на рынке в качестве готовых изделий (микросхем) для конкретных гражданских и военных областей применения.

ВВЕДЕНИЕ

Конструкторы и инженеры заставляют разные «изделия» летать и двигаться быстрее, быть невидимками в воздухе, на земле, на воде и под водой, переносить и доставлять большие массы, в то время как системы обнаружения, наведения и управления ограничивают возможности конструкторов [1]. Чем выше скорость боевого блока, тем сложнее им управлять, а следовательно, сложнее точно попасть в цель.

Сверхточные системы обнаружения, наведения, управления дадут преимущество во всех видах вооружений, от стрелкового оружия до ракетного, и позволят не только развивать точное гиперзвуковое оружие, но построить реально надёжную и действенную систему ПГО (оборона против гиперзвуковых носителей). Сверхточная система управления всегда связана с прогнозированием поведения объекта или явления в будущем. Поэтому наличие системы управления с прогнозом и технология прогноза дают стране приоритет и оружие сдерживания от любых средств нападения. Несомненно, что сверхточные системы управления с прогнозированием являются рычагом военного сдерживания в военно-политическом противостоянии держав в XXI веке.

Авторы предлагают технологию работы системы управления с опережением, которая основана на расширении теоремы Котельникова для практического случая конечной выборки (фактически речь идёт о новой теореме конечной выборки). Технологи-

гия позволяет резко повысить точность управления и применить данную систему управления в разных областях. Предлагаемые в настоящей статье сверхточные системы не работают «на новых физических принципах» – новых физических принципов в опытной науке физике уже практически не бывает. Эти системы учитывают фундаментальные законы и фундаментальные ограничения и за счёт этого, «правильно» используя новый аппарат и знания классической науки, обеспечивают технологический прорыв.

Блоки упоминаемых систем управления конструктивно исполняются в виде электронных чипов (IP-блоков) с новыми свойствами. В виде IP-блоков они могут быть интегрированы в системы на кристалле (SoC). Кристаллы могут как использоваться в конкретных системах управления, так и реализоваться на рынке в качестве готовых изделий (микросхем). В этом качестве они являются готовыми завершёнными и самостоятельными рыночными продуктами для самых массовых сфер применения – от систем управления автономных устройств до систем управления групповым поведением множества мобильных объектов, а также систем управления объектами и процессами через Интернет, которые сейчас называют Интернетом вещей (IoT). Всё это придаёт проекту глобальный масштаб, невиданную массовость и качественно расширяет сферы применения.

Таким образом, рынок электронных микрочипов с новыми свойства-

Статья публикуется в авторской редакции. Мнение редакции не всегда совпадает с позицией автора. Но редакция открыта для диалога и предоставляет специалистам возможность донести свои идеи до аудитории журнала. Специализированный журнал – это информационная площадка, на которой порой встречаются самые невероятные проявления творческой мысли.

ми, для производства которых в проекте есть научный и научно-промышленный задел, обеспечен тупиковой научно-технологической ситуацией в мире и параличом сегодняшней государственной технической политики в полупроводниковой индустрии РФ.

ОБЩИЙ ВЗГЛЯД НА РАЗВИТИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Приоритет России в создании гиперзвуковых средств доставки, возможно, будет сохраняться 10 лет и более. Но сегодня в России есть и более важный приоритет: на рубеже XXI века здесь создана теоретическая и рабочая модель системы сверхточного обнаружения, наведения и управления, которая в том смысле идеальна, что её невозможно улучшить! Невозможность улучшения такой системы связана с идеальными свойствами (законами) используемых математических моделей. Здесь временной приоритет авторами оценивается в 50, 70 и более лет, т.к. в мировой науке и публикациях сегодня отсутствует понимание путей и методов построения точных систем управления для быстропротекающих процессов [2, 3]. Повышение точности управления имеет фундаментальное (физическое и математическое) ограничение. Дело в том, что сегодня управление объектом ведётся на основе его положения и состояния в данное (текущее) время. Это состояние и положение фиксируется датчиками, сигнал от которых система управления *использует для формирования управляющего сигнала*. Такое управление при попытках повышения точности теряет устойчивость. Для сохранения устойчивости систе-

му управления намеренно «загрубляют» по точности, поэтому все работающие и разрабатываемые системы управления называют «робастными», т. е. намеренно загрубленными. Выход из положения – управлять объектом не в его настоящем, а в его будущем положении, т.е. экстраполировать его положение в будущее. Системы управления с экстраполяцией устойчивы при любой точности управления. На этом принципе управления (по опережающему состоянию объекта) в России впервые создана «антиробастная» система управления XXI века, которая применима во всех сферах деятельности человека и особенно актуальна в системах и изделиях ВПК. Актуальность сверхточной системы управления очевидна, т.к. никому не нужен плохо управляемый снаряд, летящий в цель со скоростью в десятки Махов.

Бесспорен принцип: «Не умеешь предсказывать – не умеешь управлять!». Именно поэтому предлагаемая сверхточная система управления связана с «научным предвидением» или, иными словами, с математической технологией численной экстраполяции процесса по данным наблюдений. Принципы построения сверхточной системы управления отражены в истории построения фундаментальных математических и физических принципов обработки наблюдений (сигналов), о которых стоит упомянуть, чтобы представить сложность проблемы.

УПРАВЛЕНИЕ С ОПЕРЕЖЕНИЕМ В ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ФИЛОСОФИИ

В 1807 году на заседании Французской академии наук в Париже математик Жан-Батист Фурье сделал доклад о том, что любую функцию можно представить (аппроксимировать – заменить) рядом тригонометрических функций из синусов и косинусов. Председатель собрания – знаменитый Жан Лагранж – от возмущения чуть «не упал со стула». Если ряд наблюдений, как любую функцию, можно заменить рядом известных функций, то тогда можно продлить ряд наблюдений за пределы наблюдения и узнать будущее. Как бы не так!

Через 61 год, в 1868 году математик Питер Густав Лежён Дирихле доказал условия разложения функции в ряд Фурье. Наблюдения, записанные в виде ряда чисел, представляются

функцией, разрывной в каждой точке. Для обработки таких функций и возможности их экстраполяции гениальный Карл Вейерштрасс ввёл так называемую разрывную функцию Вейерштрасса (работа 1896 года), но не довёл работу до конца, умер.

Через год, в 1897 году американский физик и инженер Гиббс показал, что разложение в ряд Фурье функции, отвечающей условиям Дирихле и заданной на ограниченном отрезке (а все наблюдения конечны и имеют свой ограниченный временной отрезок), вблизи концов отрезка невозможно, т.к. здесь ряды Фурье «расходятся». Этот эффект назван эффектом Гиббса. Также к эффектам Гиббса относятся эффекты мимикрии частот (aliasing) при обработке функций наблюдений, заданных дискретными точками. Таким образом, эффекты Гиббса принципиально запрещают точный прогноз. Послевоенное развитие математики в области экстраполяции шло под влиянием методов математической статистики. На этом направлении научное предвидение невозможно, так как здесь принципиально используются приближённые оценки.

В философском и богословском понимании Творец не дал человеку возможности видеть будущее. Фундаментальным запретом в этих действиях выступают эффекты Гиббса: точная экстраполяция рядов наблюдений невозможна. И, как следствие, отсутствуют научные подходы к проблеме экстраполяции, поэтому этой тематикой фундаментальная наука с середины XX века не занималась.

С точки зрения фундаментальной науки, проблема смотрится следующим образом. В математике создан огромный аналитический аппарат для исследования поведения функций (процессов), которые описываются аналитическими функциями – непрерывными, без разрывов в производных. Этот могучий аппарат в деталях и крупных блоках создавался более 300 лет, начиная с Ньютона, Лейбница, Эйлера, Гаусса и кончая Вейерштрассом, Пуанкаре, Ляпуновым, Понтрягиным, Виноградовым. С помощью этого аппарата можно узнать «будущее» любой аналитической функции, т.е. фундаментальной проблемы экстраполяции для аналитических функций нет. В реальной жизни человек не имеет дело с аналитическими функциями. Он имеет

дело с конкретным конечным рядом чисел (конечным рядом наблюдений за процессом), т.е. измеряемый процесс описывается финитной функцией, которая не является аналитической. Эту ситуацию можно представить, как если бы у аналитической функции вырезали бесконечное число значений, оставив значения, полученные только в момент наблюдения, т.е. в определённых эквидистантных (равноотстоящих) точках. С такими функциями имеет дело вычислительная математика. Аналитический аппарат вычислительной математики (практической математики) до настоящего времени не разработан. Он состоит на сегодняшний день из дискретного преобразования Фурье (ДПФ) и теоремы Котельникова (на западе называемой теоремой Уиттекера (1914), Котельникова (1933), Шеннона (1948)). Владимир Котельников в 1933 году для нужд передачи сигналов сформулировал шесть условий (теорем), два из которых затем стали интерпретировать для нужд интерполяции и экстраполяции сигналов под названием «Теорема отсчётов». Некоторые идеи этого метода предвосхищал математик Уиттекер в 1914 году. В 1948 году Шеннон повторил эти результаты для трансформации сигналов и передачи информации. Этими инструментами до настоящего времени ограничивается аппарат вычислительной математики. Данная пропасть между мощностью аппаратов в математике и вычислительной математике проявляется на практике. Например, ни один инженер-практик или математик-вычислитель не смеет утверждать, что он может правильно вычислять третью и высшие производные функции, заданной численно на отрезке конечным рядом чисел. Поэтому проблема экстраполяции процессов, заданных конечным рядом чисел, далека от разрешения.

Решение этой проблемы предложено использованием метода экстраполяции. Если коротко, то впервые создан «мост» между аналитическим аппаратом классической и вычислительной математики. Этот «мост» имеет вид фундаментальной теоремы отсчётов Рождественского [2, 3]. Благодаря этому «мосту» стало возможным использовать огромный аппарат аналитической математики для практических целей вычислительной математики, включая экстраполяцию. Эта

фундаментальная основа позволила на сегодняшний день создать научную технологию экстраполяции процессов. Данная технология тоже имеет ограничения (проблема предсказания «будущего» как полная экстраполяция не решается наукой), но в сравнении с ней прежние методы и технологии кажутся детской игрушкой.

Сущность системы управления с экстраполяцией

Упомянутая научная технология численной экстраполяции, созданная в России, обратила часть фундаментальных запретов в научные возможности. Оригинальная структурная схема численной экстраполяции связана с использованием достижений классической математики (функционального анализа) в дискретной математике обработки наблюдений и выглядит следующим образом. Эффекты Гиббса, с одной стороны, мешают осуществить экстраполяцию наблюдений известными применяемыми методами. С другой стороны, именно «отбрасываемые» эффекты Гиббса содержат информацию о будущем состоянии объекта, явления, процесса. В предлагаемой технологии реализована идея фиксации информации, которая содержит информацию о будущем состоянии объекта (эффект Гиббса), с последующим осуществлением экстраполяции путём переноса этой информации в информацию о будущем его состоянии. На пути реализации данной идеи встали фундаментальные проблемы создания компактной вычислительной схемы и расчёта упомянутых полиномов, которые составляют ноу-хау технологии.

Данная технология создавалась тремя поколениями советских и российских учёных на протяжении 50 лет, инициативным порядком, вне институтских тематик. В работе участвовали 7 выпускников мехмата и физфака МГУ и МФТИ. Первоначальная идея возникла у заведующего отделом п/я 44 (куда молодым сотрудником поступил работать Вениамин Ефремов, будущий академик и конструктор изделия С-300). В то время не было компьютеров и проверить идею было невозможно. В течение последующих 35 лет идея была превращена в технологию, проведены её испытания, создан компьютерный стенд, позволяющий настраивать технологию «пред-

видения» для различных явлений и процессов. Сделаны принципиальные научные публикации без раскрытия ноу-хау. Академик Владимир Арнольд назвал данную технологию достижением экспериментальной математики, а академик Николай Лаверов – «выдающимся достижением информационной физики и математики».

Значение системы управления на основе математической технологии численной экстраполяции заключается также в том, что эта система может применяться в любых видах вооружений путём использования электронного чипа-экстраполятора, который адаптируется в любом изделии практически без изменения его конструкции. Таким образом, можно модернизировать устаревшее оборудование без особой переделки путём введения в систему управления нового чипа-экстраполятора, в результате чего оно становится новым прорывным изделием XXI века.

К сожалению, сегодня прогресс в вычислительной технике ограничивается скромными возможностями существующей вычислительной математики, в которой отсутствует фундаментальная основа – аппарат обработки финитных функций. Поэтому сегодня появляются всё более мощные и быстродействующие вычислительные машины, устройства, кристаллы, которые отличаются только тем, что новые изделия становятся более мощными и быстродействующими, способны пропускать более мощные потоки информации, становясь миниатюрнее. Но это только одна сторона технического прогресса, количественная. При этом не появляются процессоры с новой архитектурой, СБИС с новыми свойствами: дифференциаторы, интерполяторы, экстраполяторы, которые используют более точные алгоритмы, которые и отражают качественный прогресс.

Сверхточные системы обнаружения, наведения, управления XXI века как бы «снимают» фундаментальные научные ограничения, дают колоссальные преимущества во всех видах вооружений (и в экономике) и позволяют неотвратимо наводить оружие на малоразмерные точечные цели – места нахождения командования, помещения узлов связи, пусковые установки, склады и прочее. Поэтому такие системы являются основным фундаментом как оружия сдерживания XXI века, так и ору-

жием возмездия, для создания которого требуется адекватная элементная база и хотя бы элементарное внимание государства к этой проблеме.

«Пределные технологии» и позиция государства

На базе предлагаемой системы математического прогнозирования и ряда других технологий, таких как «Безопасный Интернет вещей» [4], «Искусственный интеллект (AI)», «Нейросети для анализа видеопотоков», и в России может быть запущен выдающийся коммерческий проект «Пределные технологии», основанный на производстве вычислителей с новыми свойствами. Кристаллы с новыми свойствами могут создать новую отрасль микроэлектроники и качественно новый мировой бизнес. В целом этот проект посвящён созданию и массовому производству востребованной инновационной продукции – систем на кристалле на основе уникальных российских технологий, относящихся к категории «пределных». Именно это делает такие кристаллы конкурентоспособными не только на российском, но и на мировом рынке (даже, если они произведены на фабриках с относительно низкими технологическими нормами) и позволяет использовать их для создания как массовых изделий гражданского, так и уникальных изделий военного назначения. Что в итоге гармонизирует (по финансам) загрузку отечественных полупроводниковых фабрик и обеспечит им (за счёт отечественных интеллектуальных преимуществ) выход на мировой рынок электроники.

На основе именно таких универсальных проектов двойного назначения возможно возрождение и создание новой полупроводниковой индустрии страны (загрузка полупроводниковых фабрик), а также создание и, главное, последующая загрузка десятков дизайн-центров проектированием на кристаллах качественно новых криптосистем, систем управления, систем обработки изображений, систем искусственного интеллекта (AI), систем телекоммуникаций и связи для гражданских и военных применений. По пути использования массовых гражданских СБИС в военных целях (с военной приёмкой) идут даже США, имеющие не сопоставимый с Россией оборонный бюджет. При высочайшей сложности современных

СБИС – это практически единственный реальный способ их всеобъемлющего тестирования во всех режимах, что необходимо для обеспечения реальной надёжности боевых систем.

10 июля 2019 года Владимиру Путину пришлось вызывать в Кремль вице-премьеров вместе с Юрием Борисовым, топ-менеджмент всех госкорпораций и «заставлять» их публично (перед телекамерами) подписывать меморандумы «О немедленном (упреждающем) развитии технологического будущего, обеспечивающих технологический суверенитет страны и лидерство в глобальной конкуренции на новых перспективных рынках» (искусственный интеллект, квантовые вычисления, Интернет вещей и т.п.), технической основы для которых, т.е. полупроводниковой элементной базы, в стране просто нет и пока не предвидится.

В июне того же 2019 года Владимир Путин поручил правительству утвердить до конца года межотраслевую стратегию развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года. И уже в августе Минпромторг, завершив подобающую этому событию «перестановку кресел», представил обновлённый проект «Стратегии развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года».

В середине августа 2019 года состоялась презентация проекта Стратегии. «Основная цель – добиться доминирования отечественных устройств электроники на внутреннем российском рынке», – пояснил в ходе презентации стратегии агентству ТАСС новый руководитель департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ Василий Шпак. Согласно «прорывному» сценарию Василия Шпака, объёмы производства в отрасли должны вдруг вырасти более чем в 2,5 раза, гражданский сектор электроники – в 5 раз (с 940 млрд до 4,6 трлн руб.).

Проект стратегии предполагает «...создание на каждом из этапов реализации стратегии многочисленных центров кооперации по разным направлениям. Это центры технологических компетенций, «отраслевые чемпионы», дизайн-центры, центры коллективного проектирования, производственные консорциумы и стратегические альянсы. Заказчиком выступает Минпромторг. Контроль над деятельностью консорциу-

мов предлагается возложить на ситуационные центры. Они, в свою очередь, будут отвечать за качество той продукции, которую объединение будет выпускать. В противном случае участники консорциумов будут терять преференции и льготы от государства. В состав консорциума могут входить вузы, научные организации, разработчики компонентной базы и ПО, производители изделий, субъекты РФ, институты развития и банки, потребители и иные заинтересованные организации. Сюда же можно привлечь региональные промышленные кластеры, – пояснил директор ДРЭП. – Центры технологических компетенций (ЦТК) и «отраслевые чемпионы» должны сформироваться на третьем этапе реализации стратегии. ЦТК будут предоставлять доступ к платформенным решениям всем участникам рынка, а также поддерживать сертификацию, стандартизацию и сервисную поддержку. «Отраслевые чемпионы», занимающие по конкретному направлению в России или мире значительную долю в объёме продаж, займутся разработкой наиболее технологически сложных и капиталоемких прикладных решений, продукции «рынка будущего». Для прорыва нам нужен кулак, объединение. Проиграть эту гонку нельзя. Электроника сегодня – одно из самых важных направлений промышленности» [5].

Судя по докладу, все «благие пожелания» продуманы им до мелочей: возродим полупроводниковую индустрию «всем миром», авось, что-нибудь да получится.

Красиво, конечно, но это всё СЛОВА и мечты, ничем не отличающиеся от «грёз» предыдущих руководителей отрасли. А вот, что НА ДЕЛЕ отвечает заместитель Василия Шпака в *официальном отзыве* на проект «Предельные технологии» людям, предлагающим реализовывать реальные проекты создания кристаллов для новых рынков: «Разработка систем на кристалле (СНК) для решения данных вопросов возможна, но отсутствие в России технологий и заводов с топологическими нормами 7...28 нм не позволит развернуть «Безопасный Интернет вещей» в том виде, о котором говорит автор [4]. Это же касается и проблемы с «Зонтом от сверхманевренного гиперзвука» (имеется в виду проект «Системы управления с «предвидением», описываемый в настоящей статье – прим.

автора). Быстродействие, производительность, объёмы информации для обработки в реальном масштабе времени требуют развития технологий и создания заводов, производящих ЭКБ с топонормами 7...28 нм. Вышеперечисленные проблемы касаются и всех других, предложенных автором проектов. Это вопросы следующего, шестого технологического уклада, к которому не подошло ни одно государство в мире».

Ещё более удивительные высказывания, приведённые в *официальном отзыве* того же департамента, коснулись проекта «Безопасный Интернет вещей», являющегося частью инвестиционного проекта «Предельные технологии» и описанного в предыдущей статье [4, 7]. Так, заместитель директора ДРЭП пишет: ««Безопасный Интернет вещей» – проект, требующий выполнения целого ряда условий, таких как получение доверенного программного обеспечения (ПО) и доверенных аппаратных платформ, которые могли бы функционировать и быть защищены как от программных и аппаратных закладок, так и от бесконечно большого числа вирусов. Следовательно, использование данной электронной компонентной базы (ЭКБ) и устройств на её основе в системах «Умный дом», «Интернет вещей» в настоящий момент преждевременно, т.к. использование вредоносного кода и аппаратных закладок принесёт больше вреда, чем пользы».

Особый цинизм этих отзывов очевиден на фоне неожиданных и удивительно «самокритичных» признаний курирующего радиоэлектронную отрасль вице-преьера Ю.И. Борисова, непосредственно руководившего этой отраслью в течение 20 лет и констатировавшего, что: «Ещё одним направлением для госинвестиций должно стать развитие зеленоградского производителя чипов «Ангстрем-Т». В прошлом году он был объявлен банкротом, но теперь планируется восстановление производственных мощностей. Из бюджета уже выделено \$300 млн (20 млрд руб.), а на расширение заложен ещё \$1 млрд (около 67 млрд руб.). Рынок подсказал решение: для индустрии Интернета вещей стали снова востребованы технологии 250–90 нм, ей не требуются субмикронные технологии. На Западе даже стали восстанавли-

вать устаревшие мощности – парадокс!» [6].

К сожалению, это не «парадокс» – это непрофессионализм.

Судя по отписке, полученной авторами настоящей статьи (см. приведённые выдержки из отзыва Минпромторга на проект «Предельные технологии»), ни Минпромторг, ни госкорпорации не собираются выполнять ни к чему их не обязывающие намерения меморандумов, уж тем более – возрождать полупроводниковую индустрию страны (ответственность за неё даже ГК «Ростех» уже предусмотрительно переложила на частную компанию АФК «Система» [7]). Пользуясь монопольным финансовым положением и властью, этот тандем госмонополий и власти просто уничтожит всех конкурентов на своём «ничтожном» российском рынке электроники и «вымрет» сам – вот это действительно будет «Парадокс».

Так куда и на какой технической основе экономист Василий Шпак, на самом деле, собирается вести полупроводниковую индустрию страны? В проекте Стратегии развития электроники, которую разработало правительство, ставится цель создать к 2030 году производство уровня 5 нм в России! Но, это не развитие микроэлектроники. Это те же «грабли»: опять «купил завод», опять «освоил» огромные деньги, опять построил себе «памятник». Не забыл ли новый руководитель департамента о том, что два прижизненных «памятника» (корпуса «Ангстрем» и «Ангстрем-Т») прошлым «лидерам» отрасли в Зеленограде уже «стоят» [8, 9, 10] в *прямом и переносном* смысле этого слова.

На кого собирается опираться государство при решении проблем отрасли? На традиционные государственные структуры или на частный бизнес? Опять же, на какой? В какой мере малый и средний бизнес, обычно выступающий генератором инноваций, будет вовлечён в этот процесс? Ни слова об этом в Стратегии нет. Но ведь представители малого и среднего бизнеса имеют совершенно другую точку зрения на стратегию развития отрасли и сказать, что их мнение учтено, нельзя [11, 12, 13, 14, 15, 16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Да, наступило другое время, советская эпоха копирования микросхем,

когда, благодаря производству аналогов, стране «за железным занавесом» удавалось экономить значительные финансовые ресурсы на непроведении поисковых НИОКР, эта Эпоха прошла. Но при отсутствии «занавеса» конкурентоспособными могут быть только инновационные разработки, продуцировать которые могут исключительно высокопрофессиональные научные школы.

К сожалению, за последние 20 лет в области полупроводников (да и в других областях производства) сформирована, мягко говоря, «сеньорная» модель управления, уничтожившая научные школы и заменившая их на удобные «сеньорам» самоназначенные «Центры компетенций» и на назначаемых «сеньорами» лояльных экономистов-директоров госпредприятий. Выступая на словах за инновационное развитие, на деле «сеньоры» десятилетиями реализуют стратегию «выколачивания» денег из государства (субсидирования, дотаций, временных квот) [8, 9, 10, 17]. Причём, будучи «кастой неприкасаемых», они ещё долго будут продолжать это делать, что весьма удобно и выгодно и для них самих, и для «вскормленных» ими предприятий.

Судя по разнице между словами и делами департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга, «Стратегия развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года» в плане освоения денежных средств, несомненно как всегда будет выполнена успешно. Но у авторов настоящей статьи всё же остаются вопросы: осознает ли департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ масштаб проблем, которые встанут перед ним, если он реально возьмётся за восстановление отрасли, понимает ли департамент, что вообще нужно делать и, что не менее важно, понимает ли он масштаб необходимых затрат?

А пока это не ясно, полупроводниковые фабрики страны так и будут находиться в состоянии стагнации и тяжким бременем (последняя государственная дотация в 20 млрд руб. «Ангстрему-Т» перечислена летом 2019 года [17]) «висеть» на бюджете страны, на бюджете тех самых людей, которые когда-то построили город микроэлектроники Зеленоград и в чистом поле, «с нуля», даже за «железным занавесом», смогли создать совет-

скую полупроводниковую индустрию, практически не уступавшую тогда индустрии зарубежной [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексенко А.Г., Галицын А.А., Иванников А.Д.* Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на микропроцессорах. М., Радио и связь. 1984.
2. *Рождественский А.Е.* Физика общественного производства (монография). Воронеж, 2008.
3. *Рождественский Д.Б., Рождественский А.Е., Котельников А.Д.* Математические технологии в численной экстраполяции. Научноёмкие технологии. 2001. № 3.
4. *Галицын А.А.* IoT-радиопроектор с крипто-кодированием структуры радиосигнала. Современная электроника. 2019. № 7.
5. <https://www.comnews.ru/content/121548/2019-08-22/elektronnyy-kulak>.
6. <https://profile.ru/economy/industry/velichie-rossijskoj-elektronnoj-promyshlennosti-pokasushhestvuet-tolko-v-nesbytochnyx-proektax-173986/>.
7. <https://tass.ru/ekonomika/6663719/>.
8. <http://government.ru/news/35766/>.
9. <http://government.ru/news/35609/>.
10. <http://government.ru/news/36007/>.
11. *Галицын А.А.* Интегральный радиопроектор – перспективная техническая основа Интернета вещей. М.: Датчики и Системы. 2015. № 1.
12. <https://stimul.online/viewpoint/tsifrovaya-ekonomika-ekosistemy-protiv-korporatsiy-i-klanov/>.
13. <https://stimul.online/articles/interview/daet-bog-biznes-daet-i-na-biznes/>.
14. *Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Станислав Сведе-Швец.* Перспективы развития информационно-вычислительных и радио-фотонных систем на базе 3D М ФЭ ПМ. Часть 1. Современная электроника. 2019. № 4.
15. *Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Станислав Сведе-Швец.* Перспективы развития информационно-вычислительных и радио-фотонных систем на базе 3D М ФЭ ПМ. Часть 2. Современная электроника. 2019. № 5.
16. *Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Станислав Сведе-Швец.* Перспективы развития информационно-вычислительных и радио-фотонных систем на базе 3D М ФЭ ПМ. Часть 3. Современная электроника. 2019. № 6.
17. <https://www.rbc.ru/business/27/05/2019/5ceb51b9a79475a3786f801>.



Источники питания и электронные нагрузки

От лидирующего европейского производителя из Германии

- ✓ Программируемые
- ✓ Автодиапазон
- ✓ Генератор функций
- ✓ Рекуперация энергии до 95%
- ✓ Русскоязычная сенсорная панель
- ✓ ПО на русском языке



Напряжение до

2 000 вольт*

Ток до

1 000 ампер*

Мощность до

30 000 ватт*

* — максимальное значение для одного блока.
Возможно создание систем до 2 МВт.



Elektro Automatik

 **НИФРИТ** | ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР

www.elektroautomatik-rus.ru
+7 (499) 995-08-52
+7 (499) 645-51-92
124460 г. Москва, г. Зеленоград,
2-ой Западный проезд д.1, стр.1



ОНЛАЙН КАТАЛОГ

Реклама