

## Вторая Всероссийская конференция «Посткремниевые вычисления»

Вторая всероссийская конференция «Посткремниевые вычисления» прошла 27 ноября 2017 года в ИПС имени А.К. Айламазяна РАН.

Она была посвящена памяти выдающегося деятеля советской и российской информатики, энтузиаста нейронных и мемристорных вычислений, заслуженного деятеля науки России профессора Александра Ивановича Галушкина.

Краткая справка (на [сайте МФТИ](#)): доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки России, лауреат Премии Правительства России, **Александр Иванович Галушкин** родился 17 февраля 1940 г., в 1963 г. окончил Московское высшее техническое училище им. Баумана. В 1966 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук, а в 1974 г. — учёной степени доктора технических наук.

Александр Иванович — автор более 400 научных работ, в том числе 25 монографий. В 1988 году ему присвоено звание профессора, в 1996 году — звание Заслуженного деятеля науки РФ. Его работы по теории нейронных сетей являются общепризнанными в России и мире. В последние годы Александр Иванович Галушкин возглавлял лабораторию разработки систем интеллектуального управления промышленными комплексами ФГАНУ ЦИТиС и Центр нейросетевых технологий ИнтерЭВМ.



Галушкин Александр Иванович  
17.02.1940–08.11.2016

Эра кремниевой электроники заканчивается. Принцип неопределённости, эффект Ландауэра и второе начало термодинамики из теоретических ограничений превратились во вполне осязаемые физические барьеры. Возможности эволюционного развития вычислительной техники исчерпаны, и мы стоим на пороге революционных изменений.

Многие из учёных уже работают в новых, обещающих прорыв областях. Это и квантовые компьютеры, и графеновые нанотрубки, и мемристоры, и оптика, и обратимые вычисления, и биокомпьютеры и многое другое, даже вычисления на вакууме. Какие-то направления признаются научным сообществом, а какие-то считаются уделом «маргиналов» и «эксцентричных одиночек».

Более того, сейчас необходимо вспомнить также хорошо забытое старое: недвоичные компьютеры, аналоговые вычисления, гибридные машины и многое другое. Это необходимо, поскольку специалисты, имевшие первоклассный опыт в данных областях, уходят один за другим, а их идеи вполне могут пригодиться для нового поколения компьютеров.

Только так можно понять, куда мы движемся, зачем, и что нас ждёт в ближайшие годы.

По итогам конференции было сформулировано и введено в научный обиход новое системное понятие: вычислительные свойства материалов.

Программа конференции состояла из 11 пленарных докладов. Среди докладчиков как представители академической науки (ИСИ СО РАН, Новосибирск; ИПС имени А.К. Айламазяна РАН, Переславль-Залесский; ФНЦ НИИСИ РАН, Москва), так и представители учебных учреждений (НИУ Высшая школа экономики, Москва; Владимирский государственный университет имени

Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир; Вятский государственный университет, Киров; ЮУрГУ, Челябинск). Кроме того, с докладами выступили так же представители ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», Саров; Бюллетень «Анализ безопасности», Москва; АО «Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт», Пенза.

Не обошли конференцию своим вниманием и представители крупных компаний, лидирующих на рынке вычислительной техники и прекрасно понимающих необходимость развития новых, прорывных технологий. С докладом на тему «Не-Неймановские архитектуры вычислений. Причины появления. Варианты. Квантовые вычисления» выступил представитель компании IBM.

Организационная площадка Национального Суперкомпьютерного Форума также развивается. На конференции «Посткремниевые вычисления» 2017 года впервые была успешно запущена система потокового видео, транслируемая онлайн в сети Интернет.

### **Первая конференция «Посткремниевые вычисления»**

Первая всероссийская конференция «Посткремниевые вычисления» состоялась 24 ноября в рамках [НСКФ-2014](#) в г. Переславле-Залесском, в Институте программных систем имени А.К. Айламазяна РАН, как дочерняя конференция Национального Суперкомпьютерного Форума.

В 2016 году, на Национальном Суперкомпьютерном Форуме, был поднят вопрос о необходимости второй конференции «Посткремниевые вычисления» и о возможном превращении её в постоянную, с периодичностью один раз в 2–3 года.

[Программа конференции](#) включала 17 пленарных докладов. В конференции приняло участие 103 человека, показав, насколько актуальна тематика конференции. Многим стало уже ясно, что старыми методами не добиться резкого повышения производительности.

Докладчики представляли 15 организаций из Москвы, Переславля, Санкт-Петербурга, Челябинска, Сарова, Ижевска.

### **Обзор докладов Первой Всероссийской конференции «Посткремниевые вычисления»**

Два доклада было сделано группой **А.И. Галушкина** (МФТИ), который являлся одним из идейных вдохновителей создания данной конференции. Были рассмотрены варианты цифровой нетрадиционной архитектуры нейрокомпьютеров на базе транспьютеров и полуаналоговой современной архитектуры на базе мемристоров: элементов с плавным нечетким переходом между состояниями и полуаналоговой памятью. В конструкциях на базе мемристоров память становится активной и гораздо более быстродействующей. Они представляются сейчас основными кандидатами на реализацию нового поколения нейропроцессоров.

**Затуливетер Ю.С.** (ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН) соединил в докладе обзор работ ИПУ по гибридным и векторным компьютерам с предложением о возрождении их на новой элементной базе. Он убедительно показал, что решения, реализованные в ПС-2000 и ПС-3000 в 70–80-е гг. в СССР превосходят по архитектурному уровню нынешние GPU и что целесообразно создание ПС-2000М на новой базе. Впоследствии в контактах представителей ИПУ и ИПС было зафиксировано, что новая действительная арифметика ИПС может ещё на порядок повысить быстродействие ПС-2000М без удорожания аппаратуры.

**Дикарев Н.И.** (МСЦ РАН) рассказал о развитии архитектуры потоков данных и о перспективах ее реализации на новой элементной базе. К этому докладу примыкал доклад представителей

ИППМ РАН (Климов Арк. В.), в котором был намечен переход к ортогональному типу управления потоками данных: по операциям. Общий недостаток обоих докладов: недостаточный анализ препятствий, помешавших широкому применению архитектуры потоков данных.

**Непейвода Н.Н.** (ИПС имени А.К. Айламазяна РАН) рассказал о парадигме алгебраического манипулирования данными, сверхбыстрых вычислений на оптических сигналах и о новых структурах данных, возникших в этой связи. В частности, были приведены результаты о системах счисления с перекрытием, дано доказательство того, что оптимальной является троичная система с перекрытием данных 0.5 и того, что в этой системе сложение, вычитание и нормализация осуществляются полностью параллельно за 1–2 такта. Эта система может быть реализована также в традиционных компьютерах как ускоритель вычислений с действительными числами.

Группа исследователей из МГУ (докладчик **Владимирова Ю. С.**) сделала ретроспективный доклад о троичных машинах серии «Сетунь». В частности, была подчеркнута их очень высокая надёжность (последние работали до 2005 года, хотя были сняты с производства в 1968 г.).

Доклад группы из НИИСИ РАН (**Бурцев А.А.**) был посвящен логике работы с троичными процессорами, сохранению и развитию методов работы с ними с помощью программного эмулятора. В частности, было подчеркнуто, что троичная логика дает возможность построить языковую систему, в которой возможно использование не определенных понятий. Докладчик сообщил забытый факт: «Сетунь» не планировалась как троичная, но у ферритовых сердечников было обнаружено третье устойчивое состояние и успешно использовано. Троичные доклады образовали симфонию с новейшими исследованиями по представлению данных (предыдущий доклад).

**Кафтанников И.Л.** (ЮУрГУ, Челябинск) представил доклад об ассоциативной памяти, ясно показав ее достоинства и причины, помешавшие ее широкому использованию. Многие находки, сделанные в ходе работ с ассоциативной памятью, могут быть использованы в новых векторных процессорах и в системах на базе мемристоров.

**Осинин И.П.** (РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров) рассказал о принципиально новой реализации арифметики на базе остаточных классов, способной работать с дробными числами. Сравнение в этой арифметике быстрое, но неточное. Она реализована на базе ПЛИС.

**Лебедев В.А.** (Инженерсервиспроект, Санкт-Петербург) представил один из самых интересных докладов на конференции. Он проверил более 20 различных методов нетрадиционной обработки информации: и оптические, и электрические, и на основе нанотехнологий. Каждый раз что-то мешало. Он выявил общее у мешающих факторов: материя. Предлагается вычислять на вакууме. Глубокий вакуум под воздействием полей порождает частицы. Многие принципиальные вопросы остаются. В частности, механизм синхронизации процессов на медленных и быстрых частицах, но идея заслуживает научных исследований.

**Русаков Р.Р.** (НИИВК им. М.А. Карцева) посвятил доклад устранению одного из препятствий на пути быстрого действия программ. Автоматически все считают с громадной, заведомо избыточной, точностью. Его группа разрабатывает моделирующую систему для подбора оптимальной точности представления чисел для контроллеров, реализуемых на ПЛИС.

**Ковалев С.П.** (ИПУ РАН) обратил внимание на трудности интеграции разнородных вычислителей и предложил теоретико-категорный аппарат для этого. Теоретические результаты строго доказаны и аппарат уже применен для оптимизации разнородных систем среднего размера.

**Знаменский С.В.** (ИПС имени А.К. Айламазяна РАН, Переславль-Залесский) предложил эффективные алгоритмы для оценки близости больших строк с «перемешанными» подстроками.

Ещё один доклад вызвал бурные обсуждения и большой интерес. Выпускник магистратуры Удмуртского государственного университета (Ижевск) **Смирнов К.Д.** продемонстрировал материалы, которые показали, что цианобактерии (сине-зеленые водоросли) под воздействием лазерного излучения могут иметь пять устойчивых, хорошо различимых состояний, переключаться за секунду и взаимодействовать в пространственных структурах. Это направление интересно для дальнейших исследований.

**Рыжонков В.** (Сколково) рассказал о проекте поддержки посткремниевых вычислений фондом «Сколково».



В целом конференцию можно оценить как успешную. Многие участники отмечали равномерно высокий уровень почти всех докладов и отличную организацию. А то, что состоялись все объявленные доклады, в наше время исключительный случай. Конференция помогла установить контакты ученым и инженерам, работающим в прорывных направлениях, и в контексте нового вспомнить незаслуженно забытое старое.

## Контактные лица

**Непейвода Николай Николаевич,**

доктор физико-математических наук, профессор,

главный научный сотрудник Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН

[nepeyvoda@gmail.com](mailto:nepeyvoda@gmail.com), +7 910 963 54 79

**Лилитко Евгений Петрович,**

главный сотрудник Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН,

директор АНО «НСКФ»,

[gene@ks.pereslavl.ru](mailto:gene@ks.pereslavl.ru)

+7 960 530 22 56.

Все материалы доступны по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International

