

Творческий путь И.С. Брука К 115-летию со дня рождения

Н.Л. Прохоров, А.К. Ким, Г.А. Егоров

Аннотация. Деятельность чл.-корр. АН СССР Исаака Семеновича Брука, талантливого инженера и выдающегося ученого, была связана с энергетикой и вычислительной техникой. Ему была свойственна способность предугадывать наиболее перспективные направления в развитии науки и техники. Фундаментальные исследования по расчету режимов мощных энергосистем, моделирование этих систем, автоматизация вычислительных работ, разработка теории, принципов построения и применения управляющих машин в области управления и экономики – проблемы, которым он посвятил всю жизнь.

Ключевые слова: расчет режимов мощных энергосистем, автоматизация вычислительных работ, цифровые вычислительные машины М-1, М-2, концепция управляющих ЭВМ, информационно-управляющие машины М-3, М-4, М-5, управляющая машина М-7 для систем управления теплоэнергетическими блоками электростанций.

Введение

8 ноября 2017 г. исполняется 115 лет со дня рождения чл.-корр. АН СССР Исаака Семеновича Брука, одного из пионеров отечественной вычислительной техники.

Его деятельность как талантливого инженера и выдающегося ученого была связана с энергетикой и вычислительной техникой, становлению и развитию которых он посвятил всю свою жизнь [1-4].

И.С. Брук родился в 1902 году в г. Минске в семье служащего табачной фабрики. В Минске же в 1920 году окончил реальное училище. В 1925 году окончил электротехнический факультет МВТУ (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана) и поступил на работу во Всесоюзный электротехнический институт (ВЭИ). Будучи студентом МВТУ, И.С. Брук включился в научную деятельность – его дипломная работа была посвящена новым способам регулирования асинхронных двигателей. Работая в ВЭИ, И.С. Брук опубликовал свои первые научные работы, посвященные теории асинхронных двигателей с

массивным ротором, участвовал в разработке новой серии асинхронных двигателей, исследовал режимы асинхронного пуска синхронных двигателей. В эти же годы он принимал участие в ликвидации ряда крупных аварий, связанных с неустойчивой работой электродвигателей большой мощности, а также в налаживании параллельной работы электростанций в Донбассе.

С 1930 по 1934 год Исаак Семенович работает на Харьковском электромеханическом заводе, где проектирует первые в СССР крупные турбогенераторы, в 1935 году возвращается в Москву и поступает на работу в Энергетический институт АН СССР, ныне ЭНИН им. Г.М. Кржижановского. В личном деле И.С. Брука сохранилось рекомендательное письмо директору ЭНИН академику Кржижановскому Г.М. от академика Шефнера К.И. – крупнейшего специалиста в области электрических машин. Зная И.С. Брука по работе в ВЭИ, К.И. Шефнер рекомендует его как «блестящего экспериментатора и талантливого научного работника и инженера». В заявлении при поступлении на работу в ЭНИН И.С. Брук пишет, что хотел бы

заниматься вопросами компенсации реактивной мощности дальних линий электропередач.

В ЭНИН И.С. Брук организует лабораторию электросистем, развертывает фундаментальные исследования по расчету режимов мощных энергосистем. Он одним из первых начинает заниматься вопросами моделирования этих систем. За эти работы в мае 1936 года Президиумом АН СССР И.С. Бруку присваивается ученая степень кандидата технических наук без защиты диссертации; в октябре того же года он защищает докторскую диссертацию по теме «Продольная компенсация линий электропередач».

Занимаясь изучением режимов энергосистем, И.С. Брук убеждается в необходимости автоматизации вычислительных работ. Он создает механический интегратор для решения линейных дифференциальных уравнений до 6-го порядка, который изготавливается по его чертежам на одном из ленинградских заводов. Это была сложная техническая задача, так как стойки интегратора занимали зал площадью около 60 м². Известно, что в то время в мире существовали лишь две аналогичные установки – в США и Англии. Позже механический интегратор был передан в Политехнический музей. В дальнейшем в лаборатории И.С. Брука для моделирования электросистем были построены аналоговые вычислительные машины: расчетный стол переменного тока и электронный дифференциальный анализатор (ЭДА), предназначенный для интегрирования уравнений до 20-го порядка.

В марте 1939 года на заседании Президиума АН СССР И.С. Брук делает доклад «О механическом интеграторе и его применении в области технических и физико-математических исследований». В этом же году И.С. Брук избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР.

В годы Великой Отечественной войны, продолжая работы по энергетике, И.С. Брук как советский ученый-патриот вносит весомый вклад в оборонную мощь страны: работает над системами управления зенитным огнем, изобретает синхронизатор авиационной пушки. В 1947 году его избирают действительным членом Академии артиллерийских наук.

В послевоенные годы под руководством И.С. Брука ведутся работы по статической устой-

чивости энергосистем, практические критерии которой еще в довоенные годы были разработаны им совместно с И.М. Марковичем. Создается аппаратура регулирования частоты и активной мощности, устанавливаемая на крупнейших в то время гидростанциях Советского Союза: Днепровской, Рыбинской и Цимлянской.

В 1957 году на линии электропередачи Куйбышев – Москва была включена крупнейшая в мире установка продольной емкостной компенсации. Расчеты этой установки и режимов линии были выполнены лабораторией электросистем ЭНИН. В этот же период И.С. Брук занимается созданием приборов и устройств, позволяющих моделировать энергосистемы и выполнять необходимые расчеты.

И.С. Бруку всегда было присуще чувство нового, способность угадывать наиболее перспективные направления в развитии науки и техники. Поэтому Исаак Семенович, работая на передовых рубежах отечественной энергетики, стал пионером отечественной цифровой вычислительной техники и инициатором ее применения в области управления и экономики.

Начало работы И.С. Брука над цифровыми вычислительными машинами относится к 1948 году, когда он совместно с Б.И. Рамеевым разработал проект цифровой ЭВМ с хранимой программой. И.С. Бруком и Б.И. Рамеевым было получено первое в СССР авторское свидетельство на изобретение цифровой ЭВМ с приоритетом, датированным четвертым декабря 1948 г. Этот день считается днем рождения советской информатики.

В 1950-51 гг. под руководством И.С. Брука в лаборатории электросистем ЭНИН была разработана автоматическая цифровая вычислительная машина М-1. Она была введена в эксплуатацию в 1952 году несколькими месяцами позже, чем машина МЭСМ, разработанная С.А. Лебедевым в Киеве.

Основные идеи построения М-1 были сформулированы И.С. Бруком и Н.Я. Матюхиным, тогда молодым инженером, окончившим радиотехнический факультет МЭИ, впоследствии членом-корреспондентом АН СССР. В М-1 были реализованы двухадресная система команд и ряд важнейших решений по выбору логики и схемотехники цифровых ЭВМ, сыгравших

весьма значительную роль в дальнейшем развитии отечественной вычислительной техники. Эта машина выполняла операции над 20-разрядными двоичными числами со скоростью 15-20 оп./с, имела запоминающее устройство объемом 256 чисел на магнитном барабане. В машине было использовано около 500 радиоламп и несколько тысяч полупроводниковых диодов.

В то время в ЭНИН по заданию известного КБ, руководимого С.П. Королевым, проводились работы по созданию защитного покрытия для ракет, предохраняющего оборудование ракеты от перегрева при ее движении в плотных слоях атмосферы. На машине М-1 были рассчитаны таблицы, используемые для проектирования защитного покрытия. Впоследствии на машине М-1 решались и другие задачи, которые из-за своего объема не могли быть решены без использования цифровых машин. Разработка М-1 носила экспериментальный характер, машина фактически была создана в макетном исполнении. Позже машина была передана в Московский энергетический институт.

Здесь важно отметить, что разработчики МЭСМ и М-1 пришли к классическому построению своих цифровых вычислительных машин на основе архитектуры с хранимой программой (называемой сейчас архитектурой фон Неймана) независимо друг от друга и от работ американских ученых (известных в США с 1946 года, но впервые опубликованных в сокращенном виде в 1962 году).

В 1952 году в лаборатории И.С. Брука группой выпускников МЭИ, возглавляемой М.А. Карцевым, была разработана машина М-2. Работая примерно с такой же скоростью, как и ЭВМ «Стрела» (главный конструктор Базилевский Ю.Я., СКБ 245, г. Москва), М-2 содержала в четыре раза меньше электронных ламп, потребляла в семь-восемь раз меньше электроэнергии, занимала в десять раз меньшую площадь. Эти достижения были обусловлены применением обычных осциллографических электронно-лучевых трубок в качестве элементов оперативной памяти и полупроводниковых диодов в логических схемах. Вероятно впервые в М-2 при ее модернизации в 1953-56 гг. М.А. Карцевым была реализована идея укороченных адресов в командах (с переключением областей памяти) и укороченных кодов операций как способа согласования форматов команд и форматов чисел. Эта идея была предшественницей способов формирования исполнительных адресов в машинах второго и третьего поколений.

Разработка М-2 проводилась с расчетом на промышленное освоение. Основные параметры машины: выполнение операций как с фиксированной, так и с плавающей запятой над 34-разрядными двоичными числами со скоростью 2000 – 2500 оп./с. В машине использовалось около 2500 радиоламп и несколько тысяч полупроводниковых диодов. Первоначально в машине применялось запоминающее устройство на электронно-лучевых трубках емкостью 1024 слов, которое позже, в 1956 году, было заменено памятью на ферритовых сердечниках емкостью 4096 слов.

М-2 успешно эксплуатировалась в течение ряда лет. На ней было выполнено много интересных работ сотрудниками И.С. Брука, проводились также расчеты для многих научных и промышленных организаций: КБ акад. С.П. Королева, Института атомной энергии акад. И.В. Курчатова, Института теоретической и экспериментальной физики акад. А.И. Алиханова и др.

На основе опыта работ по разработке и эксплуатации М-1 и М-2 И.С. Брук в 1955 – 1956 гг. сформулировал концепцию малых ЭВМ, их отличия от больших машин с учетом того факта, что многие научные и инженерные расчеты не требовали машин с предельной производительностью. Таким образом, И.С. Брук предвосхитил тенденцию разделения компьютерного парка в 80-х годах на классы малых и суперЭВМ.

С созданием первых цифровых ЭВМ И.С. Брук основное направление своей деятельности переносит на вычислительную технику. В результате в 1956 году лаборатория электросистем, возглавляемая И.С. Бруком, выделяется из ЭНИН в самостоятельную Лабораторию управляющих машин и систем (ЛУМС) при АН СССР. В 1956 – 1957 гг. в ЛУМС совместно с ВНИИЭМ (акад. А.Г. Иосифьян) и КБ С.П. Королева разрабатывается малая ЭВМ М-3, ос-

новные идеи построения которой были сформулированы И.С. Бруком, Н.Я. Матюхиным и В.В. Бельнским. Эта машина была задумана как более простая по сравнению с М-2, ориентированная на серийное производство и предназначенная для оснащения небольших институтов, заводских КБ и т.п. Основные параметры машины: 31 двоичный разряд, память на основе магнитного барабана емкостью 1024 чисел, скорость 30 оп./с. В машине было использовано 780 ламп и около 3 тысяч полупроводниковых диодов. Площадь, занимаемая шкафами машины – около 3 м². Работы проводились силами лаборатории электросистем ЭНИН, ВНИИЭМ и КБ С.П. Королева. В 1957 году были проведены государственные испытания машины, и документация была передана Минскому заводу им. Г.К. Орджоникидзе. К этому времени ряд организаций, получив чертежи машины, собственными силами изготовили около 20 ее экземпляров, в том числе в Китае и Венгрии. В 1959 – 1960 гг. заводом было выпущено около 30 машин. В процессе выпуска заводом было разработано запоминающее устройство на ферритовых сердечниках, которым был заменен магнитный барабан во всех выпущенных машинах. В результате этого скорость работы возросла с 30 до 2000 оп./с. М-3 послужила прообразом для двух промышленных серий ЭВМ – «Минск» и «Раздан».

И.С. Брук одним из первых понял и обосновал роль цифровых вычислительных машин в технике управления. Эта идея была высказана в 1956 г. в опубликованном докладе И.С. Брука на пленарном заседании АН СССР «Перспективы применения управляющих машин в автоматизации» и получила дальнейшее развитие в 1957 году в проблемной записке «Разработка теории, принципов построения и применения специализированных вычислительных и управляющих машин», составленной группой специалистов под руководством И.С. Брука и рассмотренной экспертной комиссией Президиума АН СССР во главе с М.В. Келдышем. Этот документ по- существу был первой национальной программой автоматизации народного хозяйства на основе ЭВМ. Впервые в отечественной практике рассматривались вопросы применения ЭВМ не только в таких традиционных

с точки зрения необходимости проведения расчетов областях, как техника, физика, математика, но также было обосновано использование машин для решения задач экономики – расчетов межотраслевого баланса, оптимальных перевозок, ценообразования. Постановка проблемы содержала систематизированное изложение основных направлений фундаментальных и прикладных исследований в области вычислительной техники и ее важнейших применений.

Во второй половине 50-х годов И.С. Брук пришел к выводу, что наряду с применением вычислительных машин для научных расчетов и управления объектами, важной областью их применения является обработка экономической информации. В 1958 году под руководством И.С. Брука начата разработка универсальной цифровой вычислительной машины М-5 для решения задач экономического планирования и статистики. М-5 была мультипрограммной многотерминальной ЭВМ, реализующей как режимы пакетной обработки, так и разделения времени. Ее архитектура базировалась на общей магистрали, связывающей процессор, оперативную память и устройства управления вводом-выводом и внешней памятью, и во многом была предшественницей машин третьего поколения. Опытный образец М-5 был изготовлен в 1961 году. По причинам организационного характера машина серийно не выпускалась.

Проблемная записка И.С. Брука послужила толчком к организации в стране в конце 50-х гг. ряда научно-исследовательских организаций и КБ по управляющим машинам и системам. Так в 1958 году был создан Институт электронных управляющих машин АН СССР (ИНЭУМ), директором которого стал И.С. Брук. В это же время И.С. Брук был утвержден Президиумом АН СССР научным руководителем проблемы «Разработка теории, принципов построения и применения управляющих машин».

В ИНЭУМ начинается разработка электронной управляющей машины М-4, одной из первых транзисторных машин (руководитель работ М.А. Карцев). М-4 предназначалась для управления в реальном времени комплексом радиолокационных станций (РЛС), создаваемых Радиотехническим институтом АН СССР (академик А.Л. Минц). Испытания заводского об-

разца М-4 были проведены в 1962 году. Модернизированный вариант М-4 (М-4М) выпускался серийно с 1964 года в течение 15 лет.

Другой разработкой была управляющая машина М-7, выполненная под руководством И.С. Брука. М-7 предназначалась для систем управления теплоэнергетическими блоками электростанций («котел-турбина-генератор») и поддерживала режим работы энергоблока с минимальным расходом топлива. М-7 была классической цифровой управляющей машиной с развитыми устройствами связи с объектом. В 1966 – 1969 гг. М-7 была внедрена на энергоблоках 200 МВт Конаковской ГРЭС и 800 МВт Славянской ГРЭС.

У И.С. Брука был характер бойца, бескомпромиссно ведущего борьбу за реализацию своих идей. Исаак Семенович обладал неукротимой энергией, широкой эрудицией и остроумием в полемике. Его отличительной чертой было стремление доводить все свои работы до конкретного результата «в металле». На книге, подаренной одному из авторов статьи, племянник И.С. Брука писатель и философ Георгий Гачев написал «Дожать!» – помню девиз-принцип дяди – довести дело до конца, несмотря на все препоны».

Исаак Семенович всегда интересовался новыми областями применения вычислительной техники. Когда в Москве было всего три электронных вычислительных машины («Стрела», БЭСМ, М-2), он нашел возможность отдать все воскресные дни работам на М-2 по программированию игр. Эти работы позволили в дальнейшем выиграть мировое первенство по игре в шахматы между машинами.

Выйдя на пенсию, Исаак Семенович оставался научным консультантом в ИНЭУМ, продолжал живо интересоваться его работами. Его рекомендации по выбору архитектурных, схемотехнических и конструктивных решений для моделей АСВТ-М (Агрегатной системы средств вычислительной техники на микроэлектронной базе), разрабатывавшихся ИНЭУМ в 1969 – 1971 гг., позволили создать ЭВМ М-4000/М-4030, М-400, а затем первые модели СМ ЭВМ.

Ученый широкой эрудиции, И.С. Брук опубликовал более 100 научных работ. Он получил

более 50 авторских свидетельств на изобретения, из них 16 за последние 5 лет жизни.

За заслуги в области отечественной науки и техники И.С. Брук был награжден четырьмя орденами Трудового Красного Знамени и медалями СССР.

Добрые отношения И.С. Брука с учениками и коллегами сохранились до последних дней его жизни. И.С. Брук умер 6 октября 1974 г., похоронен на Введенском кладбище в г. Москве. Имя И.С. Брука, одного из основателей отечественной вычислительной техники, присвоено Институту электронных управляющих машин.

ИНЭУМ всегда оставался ведущей научной организацией по созданию средств вычислительной техники. Широкую известность в нашей стране и за рубежом ИНЭУМ приобрел в 70 – 80 гг. как головной разработчик международной системы малых электронных управляющих машин (СМ ЭВМ). При головной роли ИНЭУМ НИР и ОКР по созданию комплексов СМ ЭВМ выполняли более 30 институтов, конструкторских бюро и предприятий Советского Союза, Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Польши, Румынии, Чехословакии. Мини- и микро-ЭВМ, устройства, входящие в состав СМ ЭВМ, управляющие и измерительно-вычислительные комплексы на их базе выпускались крупными сериями на предприятиях в Москве, Киеве, Вильнюсе, Северодонецке, Орле, Тбилиси, Виннице, Черновцах, Гомеле.

Основным направлением работ ИНЭУМ с 2007 г. стало проектирование высокопроизводительных универсальных микропроцессоров и вычислительных комплексов. Ведущая роль в этом отводится коллективу разработчиков вычислительных средств серии «Эльбрус», вошедшему в состав ИНЭУМ в рамках мероприятий, проводимых Федеральным агентством по промышленности в области отечественной микроэлектроники. Это важнейшее направление включает разработку микропроцессоров нового поколения с глубокими субмикронными технологическими нормами и высокопроизводительной отечественной архитектурой, отечественных серверов и периферийных ЭВМ на их основе, а также эффективного программного

обеспечения, позволяющего достичь пиковой производительности за счет распараллеливания вычислений.

Школа И.С. Брука породила ряд самостоятельных коллективов, сыгравших важную роль в становлении и развитии отечественной вычислительной техники (НИИВК, г. Москва; НИИММ, г. Пенза; отделение НИИАА, г. Москва; НИИЭВМ, г. Минск). Идеи и изобретения И.С. Брука и впредь будут находить применение в науке и технике.

Прохоров Николай Леонидович. Научный руководитель ПАО «Институт электронных управляющих машин им. И.С. Брука» (ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»). Окончил Московский энергетический институт в 1959 году. Доктор технических наук, профессор. Количество печатных работ: более 230, в том числе 10 монографий. Область научных интересов: управляющие вычислительные комплексы, системы управления. E-mail: prokhorov_n@ineum.ru.

Ким Александр Кирилович. Генеральный директор ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука». Окончил МИФИ в 1968 году. Кандидат технических наук. Количество печатных работ: более 75, в том числе одна монография. Область научных интересов: микропроцессоры, высокопроизводительные серверы и вычислительные комплексы. E-mail: kim_a@ineum.ru

Егоров Геннадий Алексеевич. Главный научный сотрудник ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука». Постоянный член Совета Виртуального компьютерного музея. Окончил Московский энергетический институт в 1968 году. Доктор технических наук, старший научный сотрудник. Количество печатных работ: более 100, в том числе 9 монографий. Область научных интересов: системное программное обеспечение, управляющие вычислительные комплексы. E-mail: egorov.gennadiy@gmail.com

Creative way of I.S. Brook. To the 115 anniversary from the date of the birth

N.L. Prokhorov, A.K. Kim, G.A. Egorov

Abstract. Activity of the corresponding member of Academy of Sciences of the USSR Isaak Semenovich Brook, talented engineer and outstanding scientist, was connected with power and computer facilities. Ability to foresee the most perspective directions in development of science and technology was peculiar to it. Basic researches by calculation of the modes of powerful power supply systems, modeling of these systems, automation of computing works, development of the theory, the principles of construction and use of the operating computers in the field of control and economy – problems to which he devoted all life.

Keywords: calculation of the modes of powerful power supply systems, automation of computing works, digital M-1, M-2 computers, the concept of the controlling computer, control information M-3, M-4, M-5, the operating M-7 for control systems of heat power blocks of power plants.

References

1. Prokhorov, N.L., and E.N. Filinov. 1998. Isaak Semenovich Brook i ego shkola [Isaak Semenovich Brook and his school]. Trudy Mezhdunarodnogo Simpoziuma «Komp'yutery v Evrope: proshloe, nastoyashchee i budushchee». [Symposium International «Computers in Europe: the past, the present and the future»] Kiev.
2. Isaak Semenovich Brook. Chlen-korrespondent AN SSSR. K 100-letiyu so dnya rozhdeniya [Isaak Semenovich Brook. Corresponding member of Academy of Sciences of the USSR. To the 100th anniversary of birth]. 2002. Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy [Information technologies and computing systems]. No. 2.
3. Prokhorov, N.L., and G.A. Egorov. 2008. K 50-letiyu Instituta elektronnykh upravlyayushchikh mashin [To the 50th anniversary of the Institute of Electronic Control Computers]. Istoriya nauki i tekhniki [History of science and technology] 5:5–18.
4. Egorov, G.A., and Krasovskii V.E. 2008. Rukovoditeli Instituta elektronnykh upravlyayushchikh mashin [The leadership of the Institute of Electronic Control Computers]. Istoriya nauki i tekhniki [History of science and technology] 5:19–25.

Литература

1. Прохоров Н.Л., Филинов Е.Н. Исаак Семенович Брук и его школа: труды международного симпозиума «Компьютеры в Европе: прошлое, настоящее и будущее». Киев, 1998.
2. Исаак Семенович Брук. Член-корреспондент АН СССР. К 100-летию со дня рождения // Информационные технологии и вычислительные системы. 2002. №2.
3. Прохоров Н.Л., Егоров Г.А. К 50-летию Института электронных управляющих машин // История науки и техники. 2008. №5. С. 5–18.
4. Егоров Г.А., Красовский В.Е. Руководители Института электронных управляющих машин // История науки и техники. 2008. №5. С. 19–25.

N.L. Prokhorov. Scientific director of PJSC «Brook INEUM». Dr.S., Professor. Number of scientific works: more than 230 (including 10 monographs). Area of scientific interests: the operating computer systems, control systems. E-mail: prokhorov_n@ineum.ru

A.K. Kim. Director general of PJSC «Brook INEUM». PhD. Number of scientific works: more than 75 (including 1 monograph). Area of scientific interests: microprocessors, high-performance servers and computing systems. E-mail: kim_a@ineum.ru

G.A. Egorov. Chief researcher, PJSC «Brook INEUM». Dr.S., Senior researcher. Number of scientific works: more than 100 (including 9 monographs). Area of scientific interests: system software, the operating computer systems. E-mail: egorov.gennadiy@gmail.com