

НАШІ ЗЕМЛЯКИ ЗА МЕЖАМИ УКРАЇНИ

http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/TXT/Malinovsky_Essay_unique_ukr.pdf

http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/chBooks_u.html

http://ukrainiancomputing.org/chBooks_u.html

© Б.М.Малиновський, 2001

© Б.М.Малиновський, 2004

© Видавництво "Інтерлінк".

Глава з книги Б.М.Малиновського "Відоме і невідоме в історії інформаційних технологій в Україні", "Інтерлінк", 2004

У науці — як у бою

Багатьом нашим землякам, які внесли величезний вклад у розвиток інформаційних технологій, довелося працювати за межами України. Однією з найяскравіших фігур серед науковців українського походження в Росії був Михайло Олександрович Карцев. Він належить до тієї категорії вчених, офіційне і повне визнання величезних заслуг яких приходить, з тих чи інших причин, після смерті.

Академічна еліта не удостоїла його академічних звань. Лише через десять років після його відходу з життя заснований ним у Москві Науково-дослідний інститут обчислювальних комплексів одержав ім'я свого творця.

Комп'ютерна наука і техніка були його покликанням. Вони принесли йому і велике щастя творчості, і чимало прикрощів. їм він присвячував увесь свій час — на роботі, вдома, на відпочинку.

"Скільки я пам'ятаю батька, - згадує його син Володимир, - усе його життя заповнювала робота. У нього не було хобі у загальноприйнятому значенні цього слова. У вільний час він здебільшого читав. Часто ми ходили в кіно. Він ніколи не займався спортом, активно заперечував проти дачі і машини. Однак з віком, коли в нього заболіла нога, він усе-таки придбав "Волгу" і полюбив її. Вчитися водити машину в його віці було важко, але в Москві він орієнтувався чудово.

Батько був не з тих людей, хто скаржиться на свої проблеми і схильний обговорювати їх, від нього практично неможливо було почути фронтові спогади, він жив не минулим, а майбутнім".

Михайло Олександрович Карцев народився у Києві 10 травня 1923 р. в родині вчителів. Батько помер того ж року. Михайло разом з матір'ю жив в Одесі, у Харкові, а з 1934 по 1941 р. — у Києві, де й закінчив середню школу. Влітку 1941 р. його направили на оборонні роботи в Донбас, а у вересні призвали в армію, де він служив до лютого 1947 р. В роки Великої Вітчизняної війни танкіст М. Карцев воював у складі Південно-Західного, Південного, Північно-Кавказького і 2-го Українського фронтів. Брав участь у звільненні Румунії, Угорщини, Чехословаччини, Австрії. За мужність, виявлену в боях, його, двадцятирічного старшину, нагородили медаллю "За відвагу", орденом Червоної Зірки, медалями "За взяття Будапешта" і "За перемогу над Німеччиною".

Після демобілізації М.О. Карцев навчається в Московському енергетичному інституті на радіотехнічному факультеті. На третьому році навчання екстерном складає іспити за наступний рік і в 1950 р., будучи студентом 5-го курсу, влаштовується на роботу в лабораторію електросистем Енергетичного інституту АН СРСР (за сумісництвом), де бере участь у розробці однієї з перших у Радянському Союзі обчислювальних машин — М-1.

Через два роки його зараховують уже на постійну роботу молодшим науковим співробітником лабораторії електросистем цього інституту. Працюючи над створенням ЕОМ М-2, М.О. Карцев виявив справді видатні здібності. Машина була створена невеликим колективом усього за півтора року ("БЭСМ" розроблялася вдвічі довше і куди більшим

колективом). Звичайно, ЕОМ М-2 поступалася "БЭСМ" за характеристиками, але, як говорив сам Карцев, "це була машина солідна".

Наступним етапом стало створення електронної керуючої машини М-4. М.О. Карцев згадує:

У 1957 р. почалася розробка однієї з перших у Радянському Союзі транзисторних машин — М-4, яка працювала в реальному масштабі часу. Вона вже пройшла випробування.

У листопаді 1962 р. вийшла постанова про запуск М-4 у серійне виробництво. Але ми чудово розуміли, що машина для серійного виробництва не придатна. Це була перша дослідна машина на транзисторах. Вона важко настроювалась, її було б не просто повторити у виробництві. Крім того, за період з 1957 по 1962 р. напівпровідникова техніка зробила такий стрибок, що ми могли зробити машину, на порядок кращу, ніж М-4, і на порядок потужнішу, ніж обчислювальні машини, які випускалися на той час у Радянському Союзі. Усю зиму 1962/63 року точилися запеклі суперечки. Керівництво інституту (ми тоді були в Інституті електронних керуючих машин) категорично заперечувало проти розробки нової машини, твердячи, що в такі короткі терміни ми цього зробити нізащо не встигнемо, що це авантюра і цього не буде ніколи.

Кінець цим дискусіям поклало рішення військово-промислової комісії Президії Ради Міністрів СРСР, видане в березні 1963 р. І тоді ж ми передали підприємству, яке тепер очолює В.А. Курочкін, документацію на першу шафу машини -- арифметичний пристрій. До серпня 1963 р. була передана вся документація на машину, а в серпні 1964 р. завод підготував для настройки два перші зразки. У жовтні 1964 р., менш як через два роки після виходу постанови уряду, перші два зразки машини надійшли в експлуатацію, а в грудні 1964 р. були відправлені ще п'ять. Такі машини випускалися протягом більш як 15 років. Вони й сьогодні ще вірно несуть свою службу..."

М.О. Карцеву була присуджена Державна премія СРСР (1967 р.). Здавалося, можна заспокоїтися, відпочити від напруженої праці або принаймні перепочити. Але сталося не так.

Ще в 1966 р. Карцев висунув ідею створення багатомашинного обчислювального комплексу, побудованого з машин, спеціально розроблених для спільної роботи в такому комплексі. Проведені дослідження показали, що продуктивність комплексу може досягти мільярда операцій на секунду. На той час жодна з машин у світі не мала такої продуктивності. Це наснажувало М.О. Карцева, захоплювало колектив розробників. І вже в 1967 р. з'явився ескізний проект комплексу (ОК М-9). Під час захисту в міністерстві він одержав позитивну оцінку.

На жаль, обчислювальний комплекс М-9 не було передано для промислового освоєння, але його розробка та успішна експлуатація макета наочно засвідчили величезний творчий потенціал колективу, очолюваного М.О. Карцевим. 1967 рік став знаменним для розробників ОК М-9: був організований Науково-дослідний інститут обчислювальних комплексів (НДІОК). Відділ, очолюваний Михайлом Олександровичем, став кістяком нової установи, а його самого призначили директором. Це було офіційним визнанням наукової школи Карцева.

У 1969 р. вийшла постанова уряду про створення електронної обчислювальної машини М-10, в основу якої була покладена векторна числова машина з ОК М-9.

За словами доктора технічних наук Л.В. Іванова, "цьому передувала авторитетна нарада, на якій розглядалася перспективність двох розпочатих розробок: "Ельбрус" (академік С.О. Лебедев) і М-Ю (М.О. Карцев). Лебедев рішуче висловився проти багатопроцесорності в "Ельбрусі" і відстоював однопроцесорний варіант максимальної швидкодії. Академік В.М. Глушков підтримав обидва напрями. Обидва напрями і були схвалені" (див. журнал "Вопросы радиоэлектроники", вип. 2 за 1993 р.). Того ж року почалася розробка конструкторської документації і послідовна передача її на завод-виготовлювач. З 1970 р. на

заводі почали підготовку виробництва і виготовлення експериментального зразка. До середини 1970 р. заводу-виготовлювачу передали всю конструкторську документацію, а через рік завод підготував для настройки експериментальний зразок машини М-10. Одночасно вносилися корективи в конструкторську документацію і виготовлялися пристрої промислових зразків машини. Цей рік був дуже важким для М.О. Карцева. Напружена праця позначилася на здоров'ї: обширний інфаркт на кілька місяців прикував його до ліжка. На щастя, все обійшлося.

До червня 1973 р. всі пристрої першого зразка були виготовлені, пройшли перевірку на відповідність технічним умовам і поставлені для комплексного налагодження машини в цілому. У вересні того ж року перший промисловий зразок М-10 успішно витримав комплексну перевірку щодо технічних умов і був переданий у дослідну експлуатацію, а також для налагодження математичного забезпечення.

У грудні 1973 р. завершилися випробування і другого промислового зразка. Практично з цього моменту почалося серійне виготовлення машин М-10. Виробництво тривало понад 15 років. Було виготовлено кілька десятків комплектів, більшість з яких досі експлуатується. На базі машин М-10 було побудовано ряд потужних обчислювальних комплексів. Працюючи в одному з них, машина М-10 разом з математичним забезпеченням у 1976 р. успішно витримала державні випробування.

Створення ЕОМ М-10 було відзначено у 1977 р. Державною премією СРСР, яку присудили групі фахівців НДЮК, заводу-виготовлювача і монтажної організації.

Головний конструктор ЕОМ М-10 М.О. Карцев був нагороджений орденом Леніна. Ордени і медалі одержали 118 співробітників НДЮК і багато працівників заводу-виготовлювача.

Поступаючись продуктивністю американській супер-ЕОМ "Сгау-1", яка з'явилася в ті ж роки, ЕОМ М-10 перевершувала її за можливостями, закладеними в архітектуру.

Основне призначення ЕОМ М-10 довго трималося в секреті. Адже вона розроблялася для Системи попередження про ракетний напад (СПРН), а також для загального спостереження за космічним простором. Інформація про це вперше з'явилася на сторінках газети "Правда" від 1 квітня 1990 р. (стаття А. Горохова "Стояние на Пестрялове"). Завдання системи забезпечувати військово-політичне керівництво країни достовірною інформацією про можливу загрозу ракетного нападу та обстановку в космосі, тобто вона мала чисто оборонний характер. Перший ешелон СПРН космічний: за смолоскипами ракет, що запускаються, супутники засікають їхній старт. Кістяк системи - її другий, наземний ешелон, що включає потужні радіолокаційні станції, розташовані в різних кінцях країни (до розпаду СРСР їх було дев'ять - під Ригою, Мурманськом, Печорою, Іркутськом, Балхашем, Мінгечауром, Севастополем, Мукачевим), а також мережу обчислювальних комплексів на базі ЕОМ М-10.

Навіть звичайна підготовка військ у наш час пов'язана із запусками ракет різного класу. А якщо ядерні ракети потраплять у руки політичних авантюристів, амбіційних "вождів", здатних на "несанкціоновані" запуски? Щоб швидко і точно оцінювати подібні ситуації, і знадобилася координація роботи систем попередження і контролю космічного простору в планетарному масштабі.

До обчислювальної техніки, використовуваної в таких системах, ставляться винятково високі вимоги: на обчислення траєкторії запущеної ракети відводяться лічені секунди, а обсяг даних, що надходять до ЕОМ від радіолокаційних станцій, величезний.

До початку 1980-х років ЕОМ М-10 мала найвищі продуктивність (за деякими оцінками, — 20-30 млн. операцій на сек.), ємність внутрішньої пам'яті і пропускну здатність мультимплексного каналу, досягнуті в СРСР. Вперше у світі в ній був реалізований ряд нових прогресивних рішень, у тому числі: передбачена можливість синхронного комплексування до 7 ЕОМ при прямому (минаючи мультимплексний канал) обміні інформацією між програмами окремих машин і динамічному розподілі устаткування; реалізована автоматична перебудова поля процесорів; до складу ЕОМ введений другий рівень внутрішньої пам'яті ємністю понад

4 млн. байт з довільним доступом; забезпечений зовнішній обмін з обома рівнями внутрішньої пам'яті.

Новизна технічних рішень захищена 18 свідоцтвами на винаходи і 5 — на промислові зразки.

З 1980 року машину почали випускати з новими запам'ятовуючими пристроями і вона одержала позначення М-10М. Машини М-10 і М-10М були програмно сумісні і цілком взаємозамінювані.

"Нам казали, що ми психи; що... це ніколи не запрацює", — згадував М.О. Карцев. Справді ставлення багатьох авторитетів до ЕОМ-10 і обчислювальних комплексів, що включали дві і три ЕОМ, було більш ніж скептичним. Втім, їх неважко зрозуміти, якщо ознайомитися з деякими цифрами. У "БЭСМ-6" використовувалося 60 тисяч транзисторів, 180 тисяч напівпровідникових діодів, 12 мільйонів феритних сердечників. А обчислювальний комплекс з трьох ЕОМ М-10 містив 2100 тисяч мікросхем, 1200 тисяч транзисторів, 120 мільйонів феритних сердечників. Це не тільки "купа металу", як казав Карцев, а й така кількість електронних елементів, об'єднаних у складні схеми, яку важко навіть уявити. А її ж треба було змусити злагоджено працювати.

Та попри все обчислювальні комплекси запрацювали... В міру відпрацювання математичного забезпечення і окремих апаратурних доробок надійність комплексу зростала.

У 1978 р. М.О. Карцев запропонував приступити до робіт зі створення нової багатопроцесорної векторної обчислювальної машини, використовуючи досвід, отриманий під час розробки, виготовлення та експлуатації машин М-10 і М-10М, а також новітні досягнення у технології та електронній техніці. Вирішено було дати цій машині умовне позначення М-13.

У 1979 р. колектив почав розробку конструкторської документації. Були визначені і заводи-виготовлювачі, на яких передбачалося вести виробництво машини М-13. Протягом 1980-1981 рр. конструкторську документацію комплектно передали на ці заводи.

М-13 стала машиною четвертого покоління. Як елементну базу в ній використали великі інтегральні схеми. В архітектурі цієї багатопроцесорної векторної ЕОМ, призначеної передусім для обробки в реальному масштабі часу великих потоків інформації, були передбачені чотири основні частини: центральна процесорна частина, апаратні засоби підтримки операційної системи, абонентське спряження, спеціалізована процесорна частина.

Свій виступ у травні 1982 року в день п'ятнадцятиріччя інституту М.О. Карцев закінчив так:

"...Нам зараз здається, що ми ніколи не випускали у світ такої досконалої розробки (йдеться про машину М-13. — Прим. авт.), як намагаємося випустити тепер, і що ніколи це не було так важко, як зараз, ніколи ми не стикалися з такими труднощами. Але я хочу вам просто нагадати, що ми переживали чергову закоханість у кожну нашу розробку і труднощі у нас завжди були неймовірні. Я й тепер прокидаюся ночами в холодному поту від того, що так повільно і важко йде виробництво нашого нового дітища. Але... не може бути, щоб наш колектив, в якому є і сиві, навчені досвідом ветерани, і енергійна та освічена молодь, щоб ми не витягнули це наше дітище! "Когда-нибудь мы вспомним это и не поверится самим, но нынче нам нужна одна победа, одна на всех, мы за ценой не постоим!"

Остання фраза — цитата з пісні, яка вперше пролунала у пам'ятному для багатьох фільмі "Білоруський вокзал". І це не випадково. Колишній сержант-танкіст М.О. Карцев працював, як і воював, — з максимальним напруженням сил і нервів. За фронтові подвиги він одержав медаль "За відвагу" і орден Червоної Зірки (у 20 років!), а в мирний час така повна самовіддача дала змогу йому та його колективу робити, здавалося б, неможливе.

Завершальні проникливі слова виступу М.О. Карцева перед співробітниками створеного ним інституту стали немовби його заповітом. Через рік — 23 квітня 1983 р. — його не стало...

Його любили всі, з ким він працював. І не тільки як найавторитетнішого лідера і великого трударя, а й як добру, чуйну людину, дуже чесну і дуже скромну. Якщо були у

нього недоліки, то тільки один — він був надзвичайно довірливим і вважав, що всі люди чудові, чесні, добрі і справедливі, як він сам.

М.О. Карцев був і залишиться дуже масштабною фігурою у світовій комп'ютерній науці і техніці. Його ім'я золотими літерами вписано в історію її становлення і розвитку. У збірнику "Вопросы радиоэлектроники" (серія "ЕОТ", випуск №2 за 1993 р.), присвяченому 70-річчю від дня народження М.О. Карцева, доктор технічних наук Л.В. Іванов справедливо написав: "...Він належить до тієї нечисленної категорії людей, які становлять цвіт нації і без яких нація не може існувати".

Творець трійкової ЕОМ

21 червня 1941 р. восьмикласник з Дніпродзержинська Коля Брусенцов брав участь в олімпіаді молодих музикантів, яка проходила у Дніпропетровську. Він диригував хором, котрий виконував його власну пісню. Все пройшло чудово... А вранці 22-го його і решту учасників терміново відправили додому. І тільки повернувшись до рідного міста, він дізнався, що почалася Велика Вітчизняна війна.

Так закінчилося дитинство Миколи Брусенцова. Далі — евакуація на Урал, навчання у вечірній школі, вступ до Київської консерваторії, яка під час евакуації базувалася у Свердловську (нині — Єкатеринбург).

У лютому 1943 р. вісімнадцятирічного юнака призвали в армію і послали на курси радистів у Свердловськ, а через півроку направили в 154-у стрілецьку дивізію, де він став радистом у відділенні розвідки 2-го дивізіону 571-го артилерійського полку. Дивізія перебувала на переформуванні під Тулою. Через два тижні її направили під Невель, де наші частини опинилися у напівоточенні. Миколі запам'яталися слова німецької листівки: "Ви в кільці, і ми в кільці, подивимося, що буде наприкінці". До грудня 1943 р. дивізія займала оборону, а потім разом з іншими частинами перейшла у наступ і вийшла до Вітебська. Дивізія, в якій служив Микола, брала участь у невдалому наступі на місто. На болотистій місцевості гаубиці занурювалися у болото, і стріляти ставало неможливо. Припинився підвіз продуктів. Нічого було їсти. Ноги у Миколи від холодної болотної води розпухли і вкрилися виразками. В одному з боїв йому під ноги впала міна, але, на щастя, не розірвалася. "За сімейними переказами, мама мене народила "у сорочці", — говорив Микола Петрович.

Потім було легше — успішні наступальні бої в Білорусії, Прибалтиці, Східній Пруссії. Молодого солдата — вчорашнього школяра — нагородили медаллю "За відвагу" і орденом Червоної Зірки. З тих 25 вісімнадцятирічних хлопців, які в серпні 1943 р. поповнили дивізію, на той час залишилося п'ятеро... Тут, за Кенігсбергом, Брусенцов зустрів день Перемоги.

У 1953 р., після закінчення інституту, Миколу Петровича Брусенцова направили на роботу в СКБ при Московському університеті, пообіцявши допомогу в отриманні житла. СКБ тільки ставало на ноги. Розробки мали випадковий характер. Спочатку Брусенцову доручили розробити ламповий підсилювач нового типу. Із завданням він впорався, але задоволення від цієї роботи не одержав, а у перспективі нічого цікавого не було. "Поплакався М.О. Карцеву, який працював у лабораторії І.С. Брука. Той запросив подивитися ЕОМ М-2, що вже працювала. Машина буквально полонила Брусенцова, який вперше побачив новий і настільки багатообіцяючий технічний засіб. На його щастя, цією машиною зацікавився С.Л. Соболев. Він домовився про її передачу університету. Брусенцова направили в лабораторію Брука освоювати М-2, чим він і займався з величезним задоволенням. Але трапилося непередбачене. Під час виборів у дійсні члени Академії наук СРСР С.Л. Соболев проголосував за кандидатуру С.О. Лебедева, а не І.С. Брука. Ісак Семенович образився і скасував передачу М-2 університету.

За словами Брусенцова, Соболев, дізнавшись про це, сказав: "Може, це й на краще. Треба при створюваному ОЦ МДУ організувати проблемну лабораторію з розробки ЕОМ для використання у навчальних закладах". І домігся переведення Брусенцова на механіко-

математичний факультет.

Згадуючи своє перше знайомство із Соболевим, Брусенцов розповідав: "Коли я ввійшов до кабінету Сергія Львовича, то мене немов опромінило сонячним світлом при погляді на його відкрите, добре обличчя. Ми відразу знайшли взаєморозуміння, і я вдячний долі, що вона звела мене з цією надзвичайною людиною, блискучим математиком, широко ґрудованим ученим, одним із перших, хто зрозумів значення ЕОМ".

Соболев загорівся ідеєю створення малої ЕОМ. За вартістю, розмірами, надійністю вона мала бути саме такою, яка потрібна для інститутських лабораторій. Організував семінар, в якому брали участь М.Р. Шура-Бура, К.А. Семендяєв, Є.А. Жоголев і, звичайно, сам Сергій Львович. Розбирали недоліки існуючих машин, прикидали систему команд і структуру (архітектуру), розглядали варіанти технічної реалізації. При цьому схилялися до магнітних елементів, оскільки транзисторів ще не було, лампи одразу ж виключили, а сердечники й діоди можна було дістати і все зробити самим. На одному із семінарів (23 квітня 1956 р.) за участю С.Л. Соболева було поставлене завдання створення малої ЕОМ, сформульовано основні технічні вимоги. Керівником і спочатку єдиним виконавцем розробки нової ЕОМ, був призначений М.П. Брусенцов. Йшлося про машину з двійковою системою числення на магнітних елементах. Саме тоді в нього виникла думка використовувати трійкову систему числення. Вона давала змогу створити дуже прості й надійні елементи, зменшувала їхню кількість в машині у сім разів.

С.Л. Соболев, дізнавшись про його намір створити ЕОМ з використанням трійкової системи числення, палко підтримував задум і подбав про те, щоб допомогти молодими фахівцями. Винайти суматори, лічильники та інші типові вузли не було для Брусенцова складним завданням. Пізніше М.П. Брусенцов згадував:

"Влітку 1957 р. на пляжі в Новому Афоні всі деталі було промальовано у зошиті, який я захопив із собою. Наступним літом ми з Карцевим плавали до Астрахані на теплоході, але малювати мені було вже нічого".

У 1958 р. співробітники лабораторії (на той час їх було вже майже 20) своїми руками виготовили перший зразок машини.

Якою ж була їхня радість, коли всього на десятий день комплексного налагодження ЕОМ запрацювала! Такого у практиці наладчиків розроблюваних у ті роки машин ще не було! Машину назвали "Сетунь" — за назвою річки, яка протікала неподалік від Московського університету.

Характеризуючи роль учасників створення "Сетуні", М.П. Брусенцов писав:

"Ініціатором і натхненником усього був, звичайно, Соболев. Він же був прикладом того, як треба ставитися до людей і до справи, неодмінно беручи участь у роботі семінару, причому в статусі рівноправного члена, не більше. У дискусіях він не був ні академіком, ні Героєм Соцпраці, а тільки проникливою, винахідливою і фундаментально освіченою людиною. Завжди домагався ясного розуміння проблеми і систематичного, надійно обґрунтованого рішення. "Кустарщина" - було одним з найлайливіших його слів. На жаль, "золотий період" участі Соболева в нашій роботі закінчився на початку 60-х років, коли він переїхав до Новосибірська. Вся подальша наша робота стала нескінченною війною за право займатися справою, в яку вірили.

Є.А. Жоголев був нашим "головним програмістом". Власне кажучи, саме удвох з ним ми розробляли те, що згодом назвали архітектурою машини. Він знав, чого хотів би від машини програміст, а я прикидав, у що це обійдеться, і пропонував альтернативні варіанти. Коли ж прийняли трійкову систему, то архітектурні проблеми радикально спростилися. Важливо було тільки не намуудрити, але наш семінар із Соболевим, Семендяєвим і Шуру-Бурою давав змогу показувати справжню ціну будь-яких муудвань.

Як складали перший екземпляр "Сетуні"? По-перше, трійкова машина вийшла набагато регулярнішою і гармонійнішою, ніж двійкові, тому проектування її не стало

занадто важким і в проекті практично не було помилок. На останньому етапі знадобилося лише виправити схему нормалізації, а все інше запрацювало одразу.

По-друге, логічні порогові елементи були настільки відпрацьовані й досліджені на фізичному рівні, що даліше складання з них пристроїв здійснювалося за чітко встановленими правилами і питання технічної реалізації при цьому навіть не поставали. По-третє, вимоги до істотних характеристик усіх деталей, елементів, вузлів і блоків були чітко визначені. Вони строго контролювалися на відповідних етапах виготовлення за допомогою спеціально розроблених для цього стендів, порівняно простих, але здатних перевіряти саме ті параметри, від яких залежали правильність і надійність функціонування. Усе це разом сприяло тому, що помилки вчасно усувалися на ранніх стадіях, а необхідність переробок була зведена до мінімуму. Робота була виконана надзвичайно малими силами і за короткий термін. Восени 1956 р., коли виникла ідея трійкового коду, в лабораторії працювали, крім мене самого, два випускники фізфаку МДУ (С.П. Маслов і В.В. Веригін), два випускники МЕІ (В.С. Березін і Б.Я. Фельдман) і 5 техніків чи лаборантів, здебільшого підготовлених мною з механіків або електриків. До кінця 1958 р., коли машина почала функціонувати, кількість співробітників лабораторії наближалася до 20. Механічні роботи з виготовлення блоків, стояків, а також плат, на яких монтувалися елементи, виконувалися за нашими ескізами в майстерні ОЦ і частково у майстернях фізичного факультету. Крім того, перший варіант ЗП на магнітному барабані був розроблений за нашими специфікаціями відділом Л.С. Лєгезо, що працював у тісному контакті з нами. Згодом цей пристрій з несерійним барабаном на базі гіроскопа з ламповою електронікою було замінено магнітно-напівпровідниковим блоком з барабаном від машини "Урал".

Виробничий процес було організовано так. Усі ми працювали в одній кімнаті площею близько 60 кв. м, заставленій лабораторними столами, на яких розміщувалися отримані за протекцією Соболева списані осцилографи і джерела живлення. Усе інше проектували й будували самі — стенди для дослідження і сортування феритів, діодів, перевірки комірок, блоків. Робочий день починався "зарядкою": кожен співробітник лабораторії, в тому числі й завідувач, отримував п'ять феритових сердечників діаметром три міліметри, попередньо перевірених на стенді, і за допомогою звичайної голки намотував на кожен з них п'ятдесят два витки обмотки. Потім ці сердечники використовувалися лаборантами й техніками, які намотували на них обмотку живлення і керуючі обмотки з меншою кількістю витків (5 і 12 відповідно), монтували комірку на платі, припаювали діоди, перевіряли кондиційність параметрів, проставляли маркування та особисте тавро контролера. Потім комірки встановлювали у блоках (до 15 штук), і монтували сигнальні проводи і проводи живлення за монтажною схемою. Далі на стенді перевірялася виконувана блочком логічна функція (суматор, дешифратор, розподільник керуючих імпульсів того або іншого типу). Блочки встановлювалися у блок, і перевірялися функції, виконувані блоком. Нарешті, блоки встановлювалися у стояк, виконувався і перевірявся міжблочний монтаж джгутів. Після цього, як правило, все працювало, а коли щось було і не так, то виявити і виправити це вдавалося порівняно легко.

Усередині лабораторії функції розподілялися так. Запам'ятовуючими пристроями займалися С.П. Маслов і В.В. Веригін, до яких пізніше долучилася Н.С. Карцева (дружина М.О. Карцева, що закінчила разом з ним наш РТФ МЕІ); керуванням зовнішніх пристроїв займалася А.М. Тишуліна, випускниця МЕІ, яка в нашій лабораторії виконала дипломну роботу зі створення пристрою швидкого множення. Дипломники з МЕІ, МВТУ, МІФІ, МІЕМ, Лісотехнічного інституту та інших працювали в лабораторії регулярно. В.П. Розин, закінчивши фізфак МДУ з ядерної фізики, прийшов до нас лаборантом, якому не знайшлося застосування. Однак він став для мене надійною опорою у справі бездефектного виготовлення

найвідповідальніших елементів, включаючи відбраковування феритових сердечників і діодів".

Постановою Ради Міністрів СРСР серійне виробництво ЕОМ "Сетунь" було доручено Казанському заводу математичних машин. Перший зразок машини демонструвався на ВДНГ. Другий довелося здавати на заводі, оскільки заводські начальники за допомогою комісії з Мінрадіопрому намагалися довести, що машина непрацездатна й не годиться для виробництва (нагадаємо: вона була прийнята Міжвідомчою комісією і успішно працювала на ВДНГ). "Довелося власними руками привести заводський (другий) зразок у відповідність з нашою документацією, — згадує Брусенцов, — і на випробуваннях він показав 98% корисного часу при єдиній відмові (пробився діод на телетайпі), а також солідний запас порівняно з технічними умовами (ТУ) за кліматикою та варіаціями напруги мережі. 30 листопада 1961 р. директор заводу змушений був підписати акт, що поклав кінець його старанням поховати нашу машину".

Завод не демонстрував бажання налагодити багатосерійне виробництво. Випускали по 15-20 машин на рік. Незабаром і від цього відмовилися: "Сетунь" поставляли за 27,5 тис. руб., так що сенсу відстоювати її не було - надто дешева. Той факт, що машини надійно і продуктивно працювали в усіх кліматичних зонах — від Калінінграда до Магадана, від Одеси та Ашхабада до Новосибірська і Якутська, причому без якогось сервісу і, власне кажучи, без запасних частин, промовляє сам за себе. Казанський завод випустив 50 ЕОМ "Сетунь", 30 з них працювали у вищих навчальних закладах СРСР.

До машини виявили значний інтерес за рубежем. Зовнішторг отримав заявки з ряду країн Європи, не кажучи вже про соцкраїни. Але жодна з них не була реалізована.

У 1961-1968 рр. на основі досвіду "Сетуні" Брусенцов разом із Жоголевим розробили архітектуру нової машини, названої згодом "Сетунь-70". Алгоритм її функціонування був із вичерпною повнотою записаний на дещо розширеному "Алголі-60" (за рубежом подібне робили потім на спеціально винайдених мовах опису архітектури, наприклад на ISP). Цей опис завідувач ОЦ МДУ І.С. Березін затвердив у 1968 р. як технічне завдання на машину. Воно давало інженерам розпорядження щодо того, яку саме машину треба зробити, а програмісти мали точний (до бітів) опис, що давало змогу заздалегідь створювати для неї програмне оснащення, готувати емулятори та архітектуру тощо. Передбачалося, що до 1970 р. лабораторія Брусенцова створить діючий зразок, а відділ Жоголева -- систему програмного забезпечення. Звернімося знову до розповіді самого М.П. Брусенцова:

"Терміни були жорсткими, але в квітні 1970 р. зразок уже діяв. Працював він на тестах, які мені довелося написати самому, оскільки Жоголев не зробив практично нічого з того, що мав зробити. Він захопився іншою роботою у співробітництві з Дубною. Машину ми все ж "осідлали", допоміг програміст з команди Жоголева — Раміль Альварес Хосе, а ще через рік, дещо модернізувавши "Сетунь-70", зробили її машиною структурованого програмування.

Машину задумали так, що забезпечувалася ефективна можливість її програмного розвитку. Тепер це називають KI5C архітектурою. Трійковість у ній відіграє ключову роль. Команд у традиційному розумінні немає — вони віртуально утворюються зі складів (складу-адреси, складу-операції; довжина складу — 6 трайтів, трайт — трійковий аналог байта). Довжина та адресність команд за необхідністю варіюються, починаючи з нуль-адресної. Насправді програміст не думає про команди, а пише у постфіксній формі (ПОЛІЗ) вирази, що задають обчислення над стеком операндів. Для процесора ці алгебраїчні вирази є готовою програмою, але алгебра доповнена операціями тестування, керування, введення-виведення. Користувач може поповнювати набір складів своїми операціями і вводити (визначати) постфіксні процедури, використання яких практично не знижує швидкодії, але забезпечує ідеальні умови для структурованого програмування — те, чого не забезпечив Е. Дейкстра, проголошуючи велику ідею. Результат - трудомісткість програм зменшилася у 5-10 разів при небувалій надійності, зрозумілості,

модифікованості, а також компактності та швидкості. Це справді досконала архітектура і до неї все одно прийдуть".

Правий чи ні М.П. Брусенцов — покаже час. Зі свого боку, наведу лише один факт. У грудні 1993 р. я зустрівся з відомим фахівцем у галузі комп'ютерної науки професором С.В. Клименком, який працює в Обчислювальному центрі Інституту фізики високих енергій (м. Протвино Московської області). Вчений щойно повернувся із США, де на прохання американської сторони прочитав невеликий курс лекцій з історії розвитку комп'ютерної науки й техніки в Радянському Союзі. На запитання, про що і про кого розпитували його американські слухачі, він відповів: "Чомусь тільки про Брусенцова та його машину "Сетунь".

Ми ж, як і раніше, вважаємо — немає пророків у своїй вітчизні. А може, інтерес американців до трійкової ЕОМ та її творця не випадковий?..

Сьогодні Микола Петрович Брусенцов завідує лабораторією ЕОМ факультету обчислювальної математики і кібернетики Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова. Основними напрямками його наукової діяльності є: архітектура цифрових машин, автоматизовані системи навчання, системи програмування для міні- і мікрокомп'ютерів. ЕОМ "Сетунь-70" досі успішно використовується у навчальному процесі в Московському університеті. М.П. Брусенцов є науковим керівником тем, пов'язаних зі створенням мікро-комп'ютерних навчальних систем і систем програмування. Ним опубліковано понад 100 наукових праць, у тому числі монографії "Мала цифрова обчислювальна машина "Сетунь" (1965), "Міні-комп'ютери" (1979), "Мікрокомп'ютери" (1985), навчальний посібник "Базисний фортран" (1982). Він має 11 авторських свідоцтв на винаходи. Нагороджений орденом "Знак Пошани", Великою золотою медаллю ВДНГ СРСР. Лауреат премії Ради Міністрів СРСР.

Основоположник нетрадиційної комп'ютерної арифметики

Ізраїль Якович Акушський народився 30 липня 1911 р. у Дніпропетровську в родині головного рабина міста, який став після революції вчителем. Ще навчаючись у Московському державному університеті, почав працювати обчислювачем у Науково-дослідному інституті математики і механіки МДУ.

Його наставником був Л.А. Люстерник, творець функціонального аналізу, який працював у Математичному інституті ім. В.А. Стеклова АН СРСР. У той час техніка обчислень мало кого цікавила, Люстерник був скоріш винятком. Та оскільки обстановка в світі свідчила про наближення війни, цей напрям у математиці почав швидко розвиватися. Математичному інституту, куди у 1936 р. перейшов на роботу Акушський (на посаду молодшого наукового співробітника), була доручена розробка таблиць стрільби для артилерійських снарядів і навігаційних таблиць для військової авіації. З цією метою у 1939 р. в інституті була створена перша в країні обчислювальна лабораторія, керівником якої призначили Акушського. Обсяг обчислень передбачався, як на той час, грандіозний, і природно, постало запитання: з допомогою яких пристроїв виконувати ці обчислення, щоб вчасно впоратися із завданнями. У ті роки для таких цілей використовували арифмометри, рахівниці, логарифмічні лінійки. Випуск лічильно-перфораційних машин у країні тільки починався.

Тим часом у США фірма ІВМ уже випускала надійну техніку. У 1940 р. вона привезла до Москви і виставила в Політехнічному музеї комплект своїх лічильно-аналітичних машин. Вони не продавались, а тільки здавались в оренду, тому купити їх не було можливості. У результаті неймовірних зусиль Акушського комплект машин з Політехнічного музею був перебазований у Математичний інститут, де надійшов у розпорядження обчислювальної лабораторії, яка стала першою лабораторією механізованої лічби - зародком майбутніх обчислювальних центрів. І.А. Акушський згадує:

"У 1942 р. фірма ІВМ попросила Політехнічний музей повернути машини в США. Звісно, керівництво музею переслало цей запит Математичному інституту. Мені належало підготувати відповідь. Зрозуміло, про повернення машин не могло бути

й мови — це позбавило б інститут можливості виконувати ряд важливих оборонних завдань.

Я написав відповідь у тому плані, що в умовах воєнного часу багато цінного устаткування централізовано евакуювали у віддалені райони країни, які не зазнають бомбардувань, і тепер важко навіть встановити, де конкретно перебуває це устаткування.

Коли я подав проект відповіді на підпис віце-президенту АН СРСР академіку І.П. Бардіну, він розгнівався, заявивши, що я підсуваю лупу, адже він кілька днів тому був у нас в інституті, і я сам демонстрував це устаткування і розповідав про наші роботи. Звичайно, я вибачився й описав йому, в якому становищі ми опинимося, якщо віддамо машини. Це питання вдалося відрегулювати".

З початком війни більшу частину інституту було евакуйовано, але деякі співробітники, у тому числі й Акушський, залишалися у Москві працювати на армію. Обчислювали штурманські таблиці для авіації. Не раз в інститут приїздив М.М. Громов, сподвижник легендарного Чкалова, і йшов прямо до І.Я. Акушського за черговими результатами.

На пропозицію зайти до керівництва, сміючись, відповідав, що керівництва в нього і свого досить, а сюди він приїхав у справі до Акушського. Іноді він забирав його із собою у короткотермінові відрядження. Стривоженій дружині Громов обіцяв повернути чоловіка цілим і здоровим, потім вони їхали на аеродром, а за кілька годин опинялися де-небудь у Саратові, де виконувалася чергова термінова робота. Акушський консультував або перевіряв роботу обчислювачів, і на ранок вони поверталися до Москви.

Але бували й інші ситуації. Якось вночі Акушського забрали на Луб'янку. Там же опинився і начальник його відділу. Розмовляли з ними сухо й офіційно: "За вашими методиками склалися штурманські таблиці для польотів авіації?" - "Так". - "Кілька днів тому на Далекому Сході з польоту не повернувся літак, що виконував особливе завдання. Зв'язок з ним втрачено. Якщо його не знайдуть, ви будете відповідати за законами воєнного часу!". Коли вдалося справитися з нервами, Акушський перепитав: "На Далекому Сході?" - "Так". - "Скоріш за все, штурман літака не врахував факт переходу за 180-й меридіан, де поправки треба брати з протилежним знаком! Є якісь дані про їхній маршрут?" Коли такі дані були представлені, він розрахував траєкторію можливого руху літака. За цими даними знайшли залишки літака, і співробітників інституту, вибачившись, відпустили.

Їм довелося ще чимало потрудитися до кінця війни. Наприклад, якось розраховували за спецзавданням 50 маршрутів перельоту Москва-Тегеран і назад. Як згодом з'ясувалося, це завдання було пов'язане з підготовкою до перельоту Генералісимуса на зустріч "великої трійки" у 1943 р.

Надійна і продуктивна (як на той час) американська техніка допомагала лабораторії успішно виконувати важливу роботу зі створення таблиць для визначення курсового кута та дальності польоту для авіації далекої дії.

І.Я. Акушський працював із захопленням, весь віддаючись улюбленій справі. Таблиці були видані АН СРСР (тоді — під грифом "таємно"). За якісне і швидке виконання завдання він отримав премію від головного командування військової авіації країни. Це був перший серйозний успіх в обраній ним сфері діяльності.

З перших же місяців Великої Вітчизняної війни він фактично став її учасником, хоч і не був на фронті. Штурмани літаків, які літали бомбити Берлін, використовували складені ним таблиці. Через кілька місяців з Москви його відрядили у блокадний Ленінград -- там завершувалася започаткована ним у Москві робота з підготовки таблиць для радіолокаційних систем Військово-Морського флоту. Бачив, як руйнується снарядами і голодом багатостраждальне місто і працював майже без відпочинку, за десятьох.

Наприкінці 1943 р. повернувся до Москви. Розповівши директору інституту академіку Виноградову про виконану роботу, не втримався і додав, Що міг би швидко підготувати кандидатську дисертацію з проблем застосування лічильно-аналітичних машин для розв'язання

математичних задач. Усі підстави для цього були: він вперше в країні ввів і застосував для обчислень двійкову систему числення, яка згодом стала основою для всієї обчислювальної техніки, розробив теорію і методи обчислень для завдань радіонавігації, пеленгації, локації. Академік насупився:

- Звільнити вас від справ у лабораторії зараз не можу, але коли дозволять обставини, повідомлю.

Свого слова він завжди дотримував, і в лютому 1945 р. викликав Акушського до себе:

- Зустрічався з маршалом Жуковим. Війна завершується, тепер можете зайнятися дисертацією!

І віддав розпорядження, щоб завідувача обчислювальної лабораторії не тривожили протягом усього робочого дня, за винятком першої ранкової години. До травня дисертація була готова, про що Акушський повідомив директора. Розмова, як завжди, була дуже короткою:

- Добре, розглянемо на раді! Оponentами будуть академік Лаврентьєв і професор Семендяєв!

- Але Лаврентьєв відповідає на листи через рік! Він затягне підготовку рецензії!

- Не морочте мені голову! Він усе зробить вчасно!

- А Семендяєв до мене упереджено ставиться. Я сам чув, що він говорив про мої роботи!

- Це він у коридорі так говорить. Нехай скаже це на раді!

Наприкінці червня з'явилися відгуки. Обидва позитивні. Професор К.А. Семендяєв, передаючи відгук, попросив відразу ж його прочитати, а після цього запитав:

- Ну, як?

Акушський відповів: — Ви мене перехвалили!

Захист призначили на 5 липня 1945 р. При цьому не обійшлося без хвилювань. Літо було у розпалі, і члени ради могли піти у відпустку. Зустрівши директора інституту за кілька днів до захисту, Акушський висловив свої побоювання. Академік хитро посміхнувся:

- Я обіцяв вам, що захиститеся до літа, і дотримаю свого слова. Можете не хвилюватися: бухгалтерії дано розпорядження видавати відпускні тільки 5 липня!

Ізраїль Якович, який розповів мені про ці епізоди, і тепер, через багато років, з любов'ю і повагою згадує свого небагатослівного і вимогливого директора.

Захист пройшов успішно. На ньому був присутній і виступив на підтримку Акушського академік Колмогоров. Він ще в роки війни листувався з відомим американським вченим, піонером кібернетики Н. Вінером. Через деякий час після захисту, зустрівши Акушського, запропонував йому підготувати статтю за матеріалами дисертації й обіцяв переслати її Вінеру. Це не було випадковістю. Академік Колмогоров завжди уважно ставився до людей, що оточували його. Акушський виконав його пораду, і коли в 1946 р. Н. Вінер уперше приїхав до Радянського Союзу, він уже заочно був знайомий з Акушським завдяки його статті. Весь свій час він проводив у Математичному інституті ім. В.А. Стеклова АН СРСР, розмовляв з науковцями, виступив з лекцією про кібернетику. Запрошення відвідати Інститут філософії АН СРСР, де тоді стверджували, що кібернетика — лженаука, американський учений проігнорував.

Ще під час війни Л.А. Люстерник організував і активно проводив науковий семінар з теорії обчислень. Ученим секретарем АН СРСР у той час був академік М.Г. Бруєвич. Він, у свою чергу, вів семінар з точної механіки. Наприкінці війни семінари об'єдналися. На об'єднаному семінарі не раз обговорювалися питання, пов'язані з розвитком обчислювальної техніки. Ставилося питання про необхідність організації окремого інституту. У дискусіях з цього приводу брав участь і Акушський. Створена в країні лічильно-перфораційна техніка була ненадійною і годилася хіба що для бухгалтерських робіт. Аналогові обчислювальні засоби не задовольняли вимог, висунутих наукою і технікою. Ідея створення цифрових електронних обчислювальних машин уже широко обговорювалася в світі. Заснування нового інституту відповідало запитам часу. Президент АН СРСР академік С.І. Вавилов палко підтримав ідею створення інституту, виступив зі статтею у "Правде" і

домігся швидкого вирішення питання урядом. У 1948 р. в складі Академії був організований Інститут точної механіки і обчислювальної техніки - ІТМ і ОТ. До нього ввійшли: з Математичного інституту ім. В.А. Стеклова АН СРСР відділ Л.А. Люстерника, у складі якого була лабораторія І.Я. Акушського; з Інституту машинобудування АН СРСР - відділ точної механіки, керований академіком М.Г. Бруєвичем; з Енергетичного інституту АН СРСР відділ члена-кореспондента АН СРСР І.С. Брука та лабораторія професора Л.І. Гутенмахера. (Відділ Брука, хоча й був включений до складу нового інституту, але не перейшов до нього.)

Директором інституту призначили академіка М.Г. Бруєвича. (Його через рік замінив М.О. Лаврентьєв. У 1952 р. за пропозицією Лаврентьєва директором ІТМ і ОТ АН СРСР став С.О. Лебедев.)

Невдовзі після створення інституту в країні почало штучно підігріватися "єврейське питання". На одній з нарад, присвячених розвитку науки на периферії, яка проводилась за участю завідувача відділу науки ЦК ВКП(б) Жданова, Акушський опинився поруч з ним.

- Як працюється? — запитав високий керівник.

- Незатишно якось, — відповів учений.

Чому б вам не розвивати свій напрям у якійсь республіканській академії? Я можу, якщо хочете, рекомендувати вас президенту АН Казахстану Кунаєву як фахівця, дуже потрібного для розвитку обчислювальної математики в республіці.

Акушський зрозумів це як наказ про переїзд:

- Дякую. Я згодний.

Так почався алма-атинський період його діяльності.

В АН Казахстану він організував лабораторію машинної та обчислювальної математики, яка стала згодом базою для утворення Інституту математики й механіки АН Казахстану. Одночасно став читати курс лекцій з обчислювальної математики в Казахському державному університеті. З'явилися аспіранти, із яких згодом вирости визначні вчені.

Саме в ці роки (1954-1956) у І.Я. Акушського виникла ідея створити систему числення, що дала б змогу прискорити обчислювальний процес в ЕОМ. Її реалізації він присвятив усе подальше життя. Своїми думками про нову систему числення у залишкових класах (СЗК) в один з приїздів до Москви у 1956 р. він поділився з академіком М.О. Лаврентьєвим. Той сказав, що отримав листа від чехословацького вченого Л. Свободи, який пропонує щось подібне. Ознайомившись з надісланими матеріалами, Акушський побачив, що вчений випередив його, - йшлося про створення ЕОМ на базі СЗК. Це підлило масла у вогонь: тепер день і ніч він тільки і думав про дальший розвиток нової теорії. І небезуспішно.

Приблизно через півроку, знову будучи в Москві, він зустрівся з міністром машинобудування і приладобудування М.А. Лесечком, з яким був знайомий раніше. Міністр зацікавився новими розробками і відразу ж запропонував:

Що ти там стовбичиш! Приїзди до Москви, працюватимеш в СКБ 245!

Акушський з радістю погодився. Тоді це була головна в країні конструкторська організація, що займалася розробкою ЕОМ. Її первісток - ЕОМ "Стрела" — уже працював.

Президент АН Казахстану, дізнавшись про бажання вченого повернутися до Москви, не став заперечувати, але захотів зберегти його участь у роботі академії. Попросив продовжити керівництво аспірантами і проводити консультації з робіт у галузі обчислювальної математики та обчислювальної техніки. У 1970 р. І.Я. Акушського обрали членом-кореспондентом АН Казахстану.

У СКБ 245 вченого призначили спочатку старшим науковим співробітником, а потім завідувачем лабораторії математичного відділу. Спочатку Акушський брав участь у розробці ЕОМ з використанням звичайної позиційної системи числення. Але всі його симпатії були вже на боці системи числення у залишках, він продовжував її розробку і вдосконалення, сподіваючись створити на її основі ЕОМ.

На математичному конгресі в Ленінграді у 1961 р. він зустрівся зі Свободою. Довго

розмовляли, обговорюючи свої доповіді. Цього разу Акушський відчув, що значно випередив чехословацького вченого. Той, мабуть, теж зрозумів це і замість наміченої в тезах доповіді зробив іншу - про трійкову систему числення. (Пізніше на математичному конгресі в Іспанії Свобода виступив з доповіддю, яка була колись подана ним на ленінградський конгрес.)

У 1957 р. колектив розробників СКБ 245 у складі Ю.Я. Базилевського, Б.І. Рамєєва, Ю.А. Шрейдера та І.Я. Акушського розпочав роботи зі створення ЕОМ у системі залишкових класів (СЗК). Робота не дуже клеїлася, оскільки лише Акушський твердо вірив у надзвичайні властивості СЗК. І коли в 1960 р. його запросили очолити аналогічну розробку в Науково-дослідному інституті далекого радіозв'язку, директором якого щойно було призначено В. Лукіна, він, не вагаючись, погодився.

Разом з ним на нове місце перейшов Д.І. Юдицький. Для ЕОМ у СЗК була задана рекордна продуктивність — 1,25 млн. операцій на секунду. Нагадаємо, що на тому етапі продуктивність ЕОМ визначалася десятками тисяч операцій на секунду.

ЕОМ вдалося створити за короткий час. Її почали успішно використовувати у системі ППО країни. Вона використовується досі, отримавши друге життя після заміни її елементної бази на інтегральну.

У Чехословаччині ж під керівництвом Л. Свободи була створена ЕОМ "Епос" з використанням СЗК, але вона мала невисоку швидкість і практично не застосовувалася.

Академік Лебедев високо цінував і підтримував Акушського. Якось, побачивши його, сказав:

- Я б робив високопродуктивну ЕОМ інакше, але не всім потрібно працювати однаково. Хай вам Бог дає успіх!

Коли Лукіна перевели в Зеленоградський науковий центр електронної техніки Міністерства електронної промисловості, він перетягнув туди, у щойно організований Обчислювальний центр, Юдицького та Акушського. Перший був призначений директором, другий - його заступником з наукової частини. Почали розробляти ЕОМ у СЗК з використанням магнітострикційних ліній затримки, але тепер уже на 20 млн. операцій на секунду. На жаль, довести справу до кінця не вдалося. Хоча експериментальний зразок ЕОМ був майже готовий, подальша робота зі створення машини після смерті Ф.В. Лукіна загальмувалася...

Ряд технічних рішень вдалося запатентувати у таких провідних країнах з обчислювальної техніки, як Великобританія, США, Японія. Коли Ізраїль Якович уже працював у Зеленограді, у США знайшлася фірма, готова співробітничати у створенні машини, "нафаршированої" ідеями Акушського і новітньою електронною базою Америки. Вже велися попередні переговори, К.А. Валієв, директор НДІ молекулярної електроніки, готувався розгорнути роботи з найновішими мікросхемами із США, коли раптом Ізраїля Яковича викликали у "компетентні органи", де без будь-яких пояснень заявили, що "науковий центр Зеленограда не підвищуватиме інтелектуальний потенціал Заходу!". І всі роботи було припинено.

На жаль, це не поодинокий випадок, коли брутальність, невігластво, інтриги перекривали шлях блискучій технічній думці і науково-технічному прогресу, носієм яких був І.Я. Акушський.

Ім'я І.Я. Акушського увійшло в історію інформаційних технологій як ім'я основоположника нетрадиційної комп'ютерної арифметики. На створених під його керівництвом на початку 60-х років спеціалізованих обчислювальних пристроях вперше в СРСР і у світі була досягнута продуктивність понад 1,0 млн. операцій на секунду і надійність у тисячі годин. На основі залишкових класів ним розроблені методи проведення обчислень у надвеликих діапазонах із числами в сотні тисяч розрядів. Це визначило підходи до розв'язання ряду обчислювальних задач теорії чисел, що залишилися нерозв'язаними від часів Ейлера, Гауса, Ферма.

І.Я. Акушський займався також математичною теорією віднімань, питаннями надійності спецобчислювачів, перешкодозахищеними кодами, методами організації обчислень

на номографічних принципах для оптоелектроніки.

Ізраїль Якович опублікував понад 200 праць, широко відомих у світі (у тому числі 12 монографій); має понад 90 винаходів, багато з яких запатентовані у США, Японії, ФРН. Учнями і послідовниками його є понад 80 кандидатів і 10 докторів наук.