



Анатолий Георгиевич Шигин

(1922—1997)

Кандидат технических наук,
доцент кафедры вычислительной техники,
профессор кафедры вычислительных машин,
систем и сетей

А.К. Поляков,
И.И. Ладыгин,
И.И. Дзегелёнок

**Уникальная школа
вычислительной
техники и роль
А.Г. Шигина
в ее становлении**

**Зарождение школы и стартовые направления
ее развития
(из воспоминаний И.И. Дзегелёнка)**

Феномен МЭИ в подготовке целой плеяды талантливых архитекторов компьютерного мира не пропал даром. Он нашел свое воплощение, и прежде всего в стенах нашего МЭИ. Но для этого нужна была не только мудрость ректората и ученого совета, нужен был энергичный, инициативный начинающий ученый и талантливый организатор, понимающий толк в компьютерном деле.

Этот, без преувеличения исторический, жребий выпал на долю нашего шефа, научного руководителя и Учителя — Анатолия Георгиевича Шигина. Анатолий Георгиевич обладал твердым характером, юношеским задором, внешним обаянием, умел зажигать своими идеями окружающих, не боялся начальства, умел выходить на связь с влиятельными людьми. Ему во многом помогала закалка фронтовика-десантника, ну и, конечно же, счастливое стечение обстоятельств. По окончании войны он продолжил учебу в МЭИ и уже в 1952 г. защитил кандидатскую диссертацию. Для того времени его защита была сенсацией, поскольку была посвящена созданию устройств ЭВМ на импульсной системе элементов. Оказалось, что его диссертация по изучению принципов реализации узлов ЭВМ одна из первых в СССР.

Но не только в этом заключалось счастливое стечение обстоятельств. Он принял эстафету по чтению лекций не только что образованной кафедре счетно-решающих приборов и устройств от самого авторитетного и главного Учителя — Сергея Алексеевича Лебедева.

Лебедев в то время жил в Киеве, создавая МЭСМ (о чем уже говорилось в статье о Сергее Алексеевиче), и каждую неделю при-

езжал в МЭИ для чтения лекций по курсу «Вычислительные машины дискретного действия».

Большой вклад внес Анатолий Георгиевич и в создание лабораторной базы в виде реально действующих узлов и устройств «самой современной» ЭВМ МЭСМ. Поэтому неудивительно, что Анатолий Георгиевич оказался центром «притяжения масс». К нему тянулись люди. Для всех у него находилось время, а главное, новые идеи. Никто не оставался без дела.

Особо следует подчеркнуть, что в МЭИ (точнее, на АВТФ) не было столь большой по составу научной группы. В 60—70-е годы число штатных сотрудников научной группы достигало 45 человек. Наряду с «важнейшими» НИР, выполняемыми по постановлению правительства, в группе велись очень серьезные опытно-конструкторские разработки. Приведу примеры следующих наиболее значительных разработок, выполненных с активным участием и под руководством Шигина.

Проект оригинальной управляющей вычислительной машины для Завода синтетического каучука в г. Воронеже.

Действующее устройство «Датчик высокоточных интервалов времени», который был запущен в серийное производство и экспонировался на ВДНХ.

Устройство сокращения избыточной информации.

Действующая ЭВМ БЕТА-65 с нетрадиционной архитектурой.

БЕТА-65 заслуживает особого внимания. Это была первая в СССР машина с безадресной системой команд (удивительно, но это так) и магазинной памятью. По внешним характеристикам машина была близка к промышленно выпускаемой БЭСМ-4, а по уровню организации значительно превосходила ее. Эффект магазин-



Анатолий Георгиевич Шигин,
фотография 60-х годов

ной памяти проявлялся в ускорении процесса трансляции программ с языка высокого уровня (расширения АЛГОЛ-60), а также при выполнении алгебраических операций и обращении к подпрограммам. Проект машины защищен авторскими свидетельствами.

Сама же машина в 1969 г. была принята авторитетной межведомственной комиссией с высокой оценкой и эксплуатировалась на кафедре вычислительной техники в течение 11 лет.

Это было уникальное явление в практике высшего образования. Тогда о машине среднего класса (типа БЭСМ-4) кафедра не смела и мечтать. Оставалось одно: сделать машину своими руками, а прежде всего головой. Думается, Анатолий Георгиевич сознательно пошел на этот риск. Ведь он был лично знаком со всеми выпускниками МЭИ начала 50-х годов — творцами отечественных ЭВМ.

Не секрет, что академики В.С. Бурцев и В.А. Мельников — бывшие дипломники Анатолия Георгиевича. Я был участником и свидетелем многочисленных переговоров и встреч Анатолия Георгиевича с ведущими конструкторами и учеными. Благодаря Анатолию Георгиевичу мне посчастливилось принимать участие в беседах с С.А. Лебедевым (в его кабинете Института точной механики и вычислительной техники АН СССР (ИТМ и ВТ)), с В.М. Глушковым, В.С. Бурцевым, Н.Я. Матюхиным, М.А. Карцевым.

Неоднократно я выезжал с Анатолием Георгиевичем в командировки, чаще всего в Институт кибернетики (ИК) АН УССР в г. Киев. Всякий раз меня поражали его огромная энергия, любознательность, общительность, эрудиция и профессиональное чутье.

Но в основе кипучей и столь плодотворной деятельности Анатолия Георгиевича лежала Наука, предопределяющая ту часть информатики, которая прежде всего связана с созданием вычислительных машин и систем. Именно в этом понимании эта часть информатики трактуется как «Computer science». Под началом Анатолия Георгиевича в 60—80-х годах прошлого века сложился достаточно сильный научный коллектив. Кратко этот коллектив именовался «группа ОНИР Шигина». Работать в этой группе считалось очень престижным. Исследования проводились широким фронтом практически по всем известным в те годы актуальным направлениям.

В подтверждение этих слов достаточно привести примеры направлений, которые получили широкое освещение в виде много-

численных публикаций авторов этих работ (указаны в скобках). Вот эти примеры:

совмещение машинного цикла ЭВМ (А.А. Берс, А.Г. Шигин);
 эффективность выполнения арифметических операций (Д.А. Поспелов);

структуры запоминающих устройств (А.Б. Фролов, А.Г. Шигин);
 языки и средства параллельного программирования (В.П. Кутепов);

архитектура и управление ЭВМ с магазинной памятью (Г.М. Кольнер);

имитационное моделирование ЭВМ (А.К. Поляков);

обеспечение надежности ЭВМ (И.И. Ладыгин);

методы и средства поискового проектирования ЭВМ (И.И. Дзегелёнок).

Опираясь на результаты этих работ, Анатолий Георгиевич в 80-х годах выделил структурное проектирование как наиболее яркое, весомое и содержательное направление в создании ЭВМ новых поколений.

С учетом возрастающей сложности ЭВМ главная ставка была сделана на создание теории, методов и средств автоматизированного проектирования. Как составная часть этих работ большой резонанс получили работы в области создания средств автоматизации имитационного моделирования.

Определенный успех был достигнут А.К. Поляковым. Ему удалось разработать систему автоматизации моделирования и соответствующий алгоритмический язык, обеспечивающий несколько смежных этапов проектирования ЭВМ.

Что же касается работ по планированию эксперимента на моделях, то они привели к рождению неординарного по тем временам направления, получившего с подачи Анатолия Георгиевича название «Активное программное моделирование». Столь серьезные результаты, конечно же, требовали всестороннего обсуждения в части их привязки к практике. Этой цели служил общегородской научно-технический семинар, проводившийся в МЭИ на протяжении 5 лет под руководством А.Г. Шигина и члена-корреспондента РАН Н.Я. Матюхина.

Большой импульс развитию фундаментальной теории, методов и средств автоматизированного проектирования ЭВМ (на уровне

микропрограммного управления) придали работы академика В.М. Глушкова. Авторитет Анатолия Георгиевича проявился и тогда, когда Виктор Михайлович Глушков согласился прочитать цикл лекций у нас в МЭИ по только что выполненным в ИК АН УССР разработкам.

Я хорошо помню, с каким увлечением В.М. Глушков читал эти лекции. Для нас, всех страждущих, была выделена огромная, хотя и не лучшая, аудитория Э-601. Те, кому не хватило места в аудитории, толпились в коридоре, пытаясь постичь сенсационные результаты. Речь шла о разработанной Глушковым и его коллегами-учениками теории автоматического преобразования микропрограмм с выявлением скрытого параллелизма. В перерывах лекции, теперь уже в виде бесед, переносились в коридор, где Анатолий Георгиевич обычно задавал Глушкову далеко не простые вопросы. В одной из таких бесед мне довелось принимать участие.

Научную школу профессора А.Г. Шигина можно по праву назвать уникальной не только по широте охвата «Computer science» и долголетию (50 лет!), но и по степени влияния на образование дочерних, самостоятельных школ.

**Анатолий Георгиевич Шигин — талантливый организатор
и незаурядный человек**
(из воспоминаний А.К. Полякова и И.И. Ладыгина)

Странно, как мало остается информации о незаурядном человеке после его смерти. В Интернете нет его биографии, списка трудов, нет и указания на его книги — одни из первых отечественных учебных пособий по вычислительной технике: Шигин А.Г. Цифровые вычислительные машины (элементы и узлы). М.: Энергия, 1971. 318 с.; Шигин А.Г., Дерюгин А.А. Цифровые вычислительные машины (память ЦВМ). М.: Энергия, 1975. 536 с.

Мне пришлось впервые встретиться с А.Г. Шигиным во время учебы в Московском энергетическом институте на лекциях по курсу «Вычислительные машины дискретного действия» (ВМДД) примерно в 1956—1957 гг.

Лектор он был не очень хороший, наверное, почти не готовился к лекциям специально — не чета электротехнику К.М. Поливанову или математику И.А. Брину, но предмет его лекций был новый и



После строительства оборонительных сооружений под Вязьмой. Второй справа — А.Г. Шигин



А.Г. Шигин— ветеран Великой Отечественной войны

современный. Потом, уже на старших курсах, мы с моим школьным и институтским товарищем С.Г. Грековым стали работать в научной группе отдела НИР при кафедре ВТ, группе, организованной и руководимой А.Г. Шигиным, и пришлось с ним познакомиться более близко. Кое-что он рассказывал о себе сам.

Анатолий Георгиевич родился в 1922 г. в Москве. Его отец Георгий Григорьевич работал в Главном управлении снабжения Наркомпищепрома СССР. В первые дни войны он ушел добровольцем на фронт в ряды московского народного ополчения и погиб в 1942 г. под г. Вязьмой. Мать — Ольга Дмитриевна Шигина работала бухгалтером, в том числе в МЭИ.

В 1939 г., окончив московскую школу, А.Г. Шигин поступил в МЭИ.

Анатолий Георгиевич был из того военного поколения 1920—1927 годов рождения, которое почти полностью было выбито войной. Он, будучи студентом МЭИ, имел бронь от армии, но в 1942 г. сам пошел на фронт добровольцем. Служил в воздушно-десантных частях. Немцы называли эти войска «сталинскими головорезами». А.Г. Шигин был помощником командира взвода 1-й воздушно-десантной дивизии Северо-Западного фронта. Участвовал в боях, был ранен. После возвращения из госпиталя служил техником радиосвязи на Северо-Западном, Ленинградском, Третьем Прибалтийском фронтах и на Балтийском флоте. Из военных эпизодов Анатолий Георгиевич вспоминал, как во время ураганного артобстрела командир взвода послал его с товарищем на передовую, чтобы вытащить из-под огня пулемет. А это явно грозило верной смертью. В квартире у него на видном месте висела фотография его погибшего фронтового товарища (того, с кем тащили пулемет, или другого — точно не помню).

Вернувшись с войны, А.Г. Шигин завершил обучение в МЭИ в 1949 г. по специальности «Автоматика и телемеханика». Закончив аспирантуру, в 1952 г. защитил кандидатскую диссертацию по недавно созданному научному направлению — «Электронные вычислительные машины». В 1952 г. он продолжил чтение в МЭИ курса лекций «Вычислительные машины дискретного действия», впервые в СССР поставленного в МЭИ одним из основателей этого направле-

ния в СССР академиком С.А. Лебедевым. С 1954 г. А.Г. Шигин доцент кафедры вычислительной техники, а в 1983 г. он был избран на должность профессора кафедры вычислительных машин, систем и сетей (ВМСС).

Как у многих из прошедших войну людей, у него не было того страха перед начальством, которое отличало нас, школяров. Анатолий Георгиевич без колебаний открывал двери высоких кабинетов и часто добивался нужных решений.

Анатолий Георгиевич был хорошим психологом, умел чувствовать и отбирать людей, увлекать их выполнением больших задач, может, иногда и приукрашивая их «светлое будущее».

По современной терминологии он был прекрасным менеджером. В 1951 г. он создал в МЭИ одну из первых и самых сильных групп отдела научно-исследовательских работ (ОНИР), численность которой в лучшие годы превышала 40 человек.

Если касаться только вопросов создания новой цифровой аппаратуры, то первое поколение этой группы (50-е годы — А. Томашпольский, Б. Дунаев, В. Антонов, И. Потемкин и др.) создало несколько сложных по тому времени приборов для измерения и задания точных интервалов

Торжественное заседание,
посвященное 25-летию
юбилею кафедры ВТ



времени, сначала на элементной базе из электронных ламп, а потом на феррит-транзисторных элементах.

Многие студенты шли на кафедру и пытались быстрее приобщиться к атмосфере личного участия в создании вычислительных машин будущего. И такую возможность предоставляло студенческое конструкторское бюро (СКБ) кафедры ВТ, организованное А.Г. Шигиным в конце 50-х годов. Студенты разных поколений, а затем и выпускники кафедры активно участвовали в конкретных разработках по заказу различных предприятий. Широкие связи с выдающимися учеными того времени, личная эрудиция А.Г. Шигина позволяли студентам быстро становиться специалистами высокой квалификации и, что немаловажно, коллективом единомышленников. А.Г. Шигин, посещая «вычислительные» предприятия в Москве, Киеве, Минске, Казани, Тбилиси, Ереване и т.д. либо с деловыми целями, либо для участия в конференциях, обязательно брал с собой ту или иную группу из инженеров, аспирантов или студентов. Его авторитет и известность в научном мире передавались и его ученикам. Особенностью СКБ было то, что аспиранты и инженеры курировали студентов старших курсов, а они в свою очередь курировали студентов младших курсов. В дальнейшем, после того как значительно вырос штат инженеров, СКБ вошел в отдел научно-исследовательских работ.

В небольшом узком помещении, которое получило название «трамвай», где размещались студенты и сотрудники, работа в прямом смысле кипела — студенты младших курсов (после занятий до позднего вечера) с помощью тестеров отбирали годные к использованию транзисторы, диоды и другие элементы, более ловкие «мотали» ферритовые сердечники, опытным доверяли паять с помощью навесного монтажа схемы, разработанные старшими, которые с помощью осциллографов отлаживали их. Самым впечатляющим результатом работы СКБ и группы НИР было создание электронного прибора «Измеритель интервалов времени», который был отправлен для участия в выставке в Италию (г. Генуя), где стал лауреатом выставки. Постепенно научные интересы самых способных участников СКБ стали расходиться, и они начали работать по своим направлениям, но руководителем всех работ оставался Анатолий Георгиевич. Следует отметить, что многие, почувствовав свою

самостоятельность, уходили в другие организации и стали известными учеными в своей области знаний. Те, кто остался работать на кафедре, добились значительных результатов, отмеченных премиями Минвуза СССР, медалями Выставки достижений народного хозяйства СССР и др.

Другое поколение, середины и конца 60-х годов: Г. Кольнер, А. Жаров, Н. Васильев, В. Фальк, Т. Строева, В. Смирнов, И. Ладыгин и др. — создало первую в СССР безадресную ЭВМ БЕТА-65, на которую получили авторское свидетельство и которая проработала на кафедре десяток лет. Машина строилась на элементах транзисторной логики.

Создавалась не только аппаратура ЭВМ, но и все ее системное программное обеспечение, включая транслятор с языка АЛГОЛ. Причем основную техническую работу выполняли либо дипломники, либо только что защитившие диплом инженеры.

Ряд работ в группе выполнялся по постановлению Правительства СССР. Велась работа по созданию систем имитационного моделирования цифровой аппаратуры, методам синтеза устройств. С 70-х годов группа занималась в основном вопросами анализа структур высокопроизводительных ЭВМ.

Атмосфера в группе была творческой, работали не считаясь со временем. Наши техники прозвали Анатолия Георгиевича «папа».

Запомнились поездки с Анатолием Георгиевичем на конференции. Особенно любили мы ездить с ним в Киев в Институт кибернетики АН УССР, ныне имени В.М. Глушкова.

Думаю, что основной объем информации Анатолий Георгиевич получал из общения с людьми.

Как-то он рассказал, что ему предлагали перейти на работу в Министерство иностранных дел — я думаю, что из него вышел бы неплохой дипломат.

Анатолий Георгиевич сначала жил в коммунальной квартире на Яузском бульваре вместе с матерью. Потом им удалось переехать поближе к МЭИ в отдельную квартиру на Энергетической улице. Свою мать он очень любил, бережно к ней относился и заботился о ней до самой смерти. Анатолий Георгиевич часто приглашал к себе в гости и аспирантов, и инженеров, и студентов — не только на дни рождения и праздники, но и для игры в карты, в шахматы

и просто без повода. Он был поклонником сыров и хороших коньяков, чем гости с удовольствием пользовались.

Рабочая комната Анатолия Георгиевича была полна книг не только по вычислительной технике, но и по искусству.

За выполненные научно-исследовательские работы Анатолий Георгиевич был награжден орденом Дружбы народов, золотой и серебряной медалями ВДНХ, другими знаками отличия. За участие в Великой Отечественной войне — орденом Красной Звезды и орденом Отечественной войны I степени, а также военными медалями.

Как уже отмечалось, сильной чертой Анатолия Георгиевича было желание и умение работать с людьми.

Среди его заслуг — привлечение к работе на кафедре вычислительной техники МЭИ в качестве совместителей выдающихся отечественных ученых — пионеров вычислительной техники СССР, таких как М.А. Карцев, Н.Я. Матюхин, А.И. Китов, Э.М. Бененсон и др. Со всеми ими у А.Г. Шигина были прекрасные отношения. У него было много знакомых — все его знали и уважали. В.С. Бурцев, впоследствии академик, был его дипломником.

Многим из своих сотрудников Анатолий Георгиевич помогал жизненными советами и участием — кому с лечением (он навещал сотрудников в больнице и общался с докторами), кому в сердечных делах, кому в устройстве на работу в МЭИ.

В годы ограничения числа сотрудников-евреев он не побоялся принять на работу в группу НИР пришедших из армии А. Фихмана (впоследствии писателя, сотрудника журнала «Новый мир»), А. Вайсбурда и др.

У Анатолия Георгиевича было большое число аспирантов (более 40) можно сказать, «школа Шигина». Многие из них внесли значительный вклад в развитие вычислительной техники в стране и в учебный процесс МЭИ. Память о своем Учителе они хранят всю жизнь.

О школе Шигина с добрым юмором

В части поиска лучшего названия научной группы вспоминается такой забавный эпизод. Начнем издаека. Успех деятельности группы зависел и от многих внешних факторов. Это и обеспечение

защиты диссертаций сотрудниками группы, и выделение площадей, и пополнение преподавательского состава кафедры из числа научных сотрудников группы, и поддержка в выделении нового оборудования. Тогда многое зависело от заведующего кафедрой и декана факультета. Но нам повезло.

В 70—80-е годы эти ключевые должности в одном лице совмещал профессор Юрий Матвеевич Шамаев. Прежде всего он заботился о своей научной группе и сформированной им специальности «Конструирование ЭВМ». Несмотря на противоборство с самим А.Г. Шигиным в разделении сфер влияния, к нам, молодым сотрудникам группы А.Г. Шигина, Юрий Матвеевич относился на удивление уважительно. Он прислушивался к нашему мнению, особенно тогда, когда речь заходила о направлениях дальнейшего развития вычислительной техники. Советовался с нами, да и сам давал мудрые советы «на все случаи жизни». Так что у всех на устах было только два имени: Шигин — Шамаев.

Наиболее ярко мысль о неразрывной связи двух великих имен в обеспечении полнокровной жизни научной группы сумел выразить Владимир Бондаренко — руководитель СТЭМ-АВТФ начала 60-х годов. Володя был любим не только потоком А-59, откуда

А.Г. Шигин
и И.М. Тетельбаум



он родом, но и студентами последующих поколений. Это был наш «народный» артист. Поэтому его частенько приглашали на роль ведущего театрализованных представлений с участием сохранившихся артистов студенческого театра эстрадных миниатюр (СТЭМ), в свое время необыкновенно востребованного.

Действо происходило в ДК МЭИ. Отмечали очередной юбилей факультета. В своем юмористическом докладе Володя, конечно же, остановился и на кипучей деятельности научной группы Шигина, выдержал театральную паузу и изрек: «великолепнейших успехов добилась известнейшая на факультете группа... НИИ ШИША».

Зал грохнул от смеха. Мы же, представители названной группы, ничуть не обиделись. Ведь нас вознесли на уровень НИИ. Но на обретенное название, можно сказать, наложили «табу», поскольку оно не вызвало положительных эмоций у нашего начальства. Хотя доля истины в этой шутке все-таки была. Ведь нам катастрофически не хватало площадей, инженерных ставок, машинного времени в ВЦ МЭИ и, чего греха таить, медалей ВДНХ для молодых инженеров, работающих на подхвате великих дел и свершений.

С позиций сегодняшнего дня условия для серьезной работы в НИИ ШИША были просто райские. Заказов на проведение хозяйственных НИТР и НИОКР было хоть отбавляй. Проблем финансирования не было. Творческий коллектив мог одновременно вести НИР и НИОКР по трем, а то и по пяти темам, хотя трудовой энтузиазм на увеличении зарплаты никак не сказывался. Но мы были молоды, счастливы и удовлетворяли интерес к науке за счет государства.

Эстафета поколений в формировании дочерних научных школ и направлений

Прежде всего мы отметим две дочерние научные школы, сформированные бывшими сотрудниками группы ОНИР Шигина, которые возвысились до ученых с мировым именем.

Под номером один — научная школа академика РАЕН Дмитрия Александровича Поспелова, доктора технических наук, профессора, лауреата международной премии им. Джона фон Неймана. Основное направление деятельности школы — проблемы искусственного интеллекта. Дмитрий Александрович на протяжении 10 лет был бессменным председателем Российской ассоциации искусствен-

ного интеллекта. Внес огромный вклад в создание и развитие теории семиотического управления большими системами.

Школа академика РАЕН Вячеслава Афанасьевича Горбатова, доктора технических наук, профессора, лауреата международной премии им. Джона фон Неймана. Главное направление деятельности его школы — автоматизация проектирования систем логического управления. Основой школы Горбатова является сделанное им открытие — теория характеристического синтеза дискретных систем. Его научные результаты представлены более чем в 400 опубликованных работах. Школой академика Горбатова подготовлено свыше 100 кандидатов и докторов наук в области информатики, вычислительной техники и экономики.

Отмеченные научные школы выросли, живут и продолжают свое развитие за пределами МЭИ. Ну а в самом МЭИ уже существуют, действуют и продолжают образовываться научные школы, возглавляемые учениками А.Г. Шигина. Здесь мы назовем одну из них, которая является, пожалуй, наиболее яркой в МЭИ на протяжении последних 20 лет.

Это школа доктора технических наук, профессора Виталия Павловича Кутепова, которая успела вырастить и воспитать целую плеяду талантливых ученых в области параллельного программирования. Было время, когда о параллельном программировании мало кто слышал, а если кто и слышал, то сомневался,

Внешний вид кластера на полигоне стендовых испытаний



а нужно ли оно вообще? Сейчас сомнения позади. Суперкомпьютерные системы и технологии у многих (по крайней мере, в МЭИ) на слуху. Большим событием в МЭИ явилось приобретение супер-ЭВМ в виде кластера, состоящего из многоядерных рабочих станций, пиковая производительность которого достигает 280 GFops.

По инициативе В.П. Кутепова и при активном участии профессора И.И.Ладыгина создан Центр суперкомпьютерных технологий.

Не меньший интерес представляет школа профессора Вадима Николаевича Вагина, являющегося прямым наследником школы Д.А. Пospelова в области создания интеллектуальных систем правдоподобного вывода.

В свою очередь из упомянутой школы В.П. Кутепова образовалась пока еще молодая школа Вадима Николаевича Фалька — создателя ряда теоретических обобщений компьютерных архитектур.

Образование научных школ не самоцель. Главное — их рост и их движения. И, конечно же, их влияние на воспитание востребованных в России (и не только) высококвалифицированных специалистов.

А в заключение приведем слова нашего Учителя профессора А.Г. Шигина: «Без ведения серьезной научной работы коллективом преподавателей вуза не может быть качественной подготовки специалиста ни в какой отрасли знаний и тем более в области компьютерных наук».

Примечания

Литературные источники, нашедшие отражение в данной статье:

1. **Аркадий Частиков.** Архитекторы компьютерного мира. СПб: ВХВ—Петербург, 2002. 384 с.
2. **Малиновский Б.Н.** История вычислительной техники в лицах. Киев: Изд-во «А.С.К.», 1995.
3. **Малиновский Б.Н.** Академик С. Лебедев. — Киев: Наукова думка, 1992. 192 с.
4. **Виртуальный компьютерный музей Э.М. Пройдакова.**
<http://www.computer-museum.ru>
5. **Дзегелёнок И.И.** Исключительная роль МЭИ в становлении и развитии отечественной вычислительной техники // Информационная математика. М.: АСТ—Физматлит. 2004. № 1 (4).