

## НАСЛЕДИЕ АКАДЕМИКА В.М. ГЛУШКОВА

### 1. Люди и судьбы

Академик Виктор Михайлович Глушков относится к плеяде выдающихся советских и украинских ученых, оказавших влияние не только на отечественную, но и мировую науку. Именно В.М. Глушков дал современной кибернетике и информатике импульс дальнейшего развития по сравнению с Н.Винером [1,2]. Являясь выдающимся математиком в области современной алгебры, он построил фундамент, на котором развиваются современная кибернетика и информатика. Научное наследие академика В.М. Глушкова огромно и многогранно. Естественно, что автор этой статьи не собирается говорить обо всем наследии, а только о той небольшой его части, с которой соприкасался непосредственно при выполнении тех или иных работ, а также преломленных через призму своего "я". Это связано с тем обстоятельством, что жизнь творческих людей продолжается и после их физической смерти. Она продолжается до тех пор, пока живы их идеи, есть результаты творчества и имеются продолжатели их идей. Подобный подход был свойствен и самому Виктору Михайловичу. Так, в беседе с Н. Павленко он говорил [3]: "Я думаю, что современники - это не те люди, которые живут одновременно со мной. Наши современники – это, прежде всего, те люди, которых волновали все те проблемы, которые волнуют людей сегодня".

В связи с 80-летием со дня рождения Виктора Михайловича хотел бы вспомнить несколько эпизодов непосредственных контактов с ним на заре его пребывания в Киеве.

Студентам механико-математического факультета Киевского университета им. Т.Г. Шевченко повезло: они стали одними из первых, кому начал читать спецкурс "Синтез электронных схем" молодой доктор физико-математических наук, директор ВЦ АН УССР В.М. Глушков. Студентам по "своим каналам" сразу же стало известно, что совсем недавно В.М. Глушков блестяще защитил докторскую диссертацию в МГУ. Уже гораздо позже узнали и ее название [4]. Среди студентов, слушавших спецкурс, был и автор этой статьи. Лекции В.М. Глушков читал прекрасно. Он умел излагать самые отвлеченные и трудные вопросы с редкой простотой и ясностью. Первые лекции я записывал фрагментарно: так просто, ясно и доходчиво излагал лектор материал. Но первое впечатление оказалось обманчивым, так как материал был достаточно сложным и сразу все охватить не представлялось возможным, а из книг в то время мне была доступна только одна [5]. Уже позже я узнал, что за этой легкостью и понятностью лекций, помимо острого ума и феноменальной памяти, лежит большой труд. Но, наряду с изложением заранее подготовленного материала, нередко на лекциях были и импровизации нового доказательства теорем. Эти свои качества Виктор Михайлович демонстрировал и на семинаре по изучению известного в пятидесятые годы прошлого столетия сборника "Автоматы" [23], где вместе с преподавателями и студентами КГУ участвовали и сотрудники ВЦ АН УССР.

Дальнейшее слушание лекций В.М. Глушкова произошло уже после окончания мной КГУ, в Доме научно - технической пропаганды на ул. Владимирской, где Виктор Михайлович читал для большой аудитории инженеров, преподавателей, военных, научных работников и студентов курс лекций, составивший в дальнейшем основу его монографии [6].

Соединяя в цепочку различные факты и события в жизни, иногда можно рассмотреть удивительные закономерности и связи.

Хочу вернуться к моменту появления В.М. Глушкова в Киеве. Известно, что молодого доктора физико-математических наук вскоре после защиты докторской диссертации пригласил в Киев тогдашний директор Института математики Б.В. Гнеденко. Это было приглашение для ознакомления с работой лаборатории вычислительной техники и математики при Институте математики АН УССР и, возможно, возглавления этой лаборатории. Вот как описывал этот момент из жизни Глушкова в своей художественно-документальной по-

вести известный писатель Юрий Мушкетик [7]: "Неймовірно хвилювання пройняло Глушкова. Спочатку з того - звідки його знає Гнеденко? (Пізніше Віктор Михайлович довідався, що першу протекцію йому склав Симонов, з яким він жив у гуртожитку МДУ: "Жив зі мною один дивак...", відтак Борис Володимирович прочитав роботу Глушкова. Далі його здивувала сама пропозиція. Але лабораторія обчислювальної техніки АН УРСР - це, на-самперед, МЕОМ - мала електронна обчислювальна машина, створена під керівництвом академіка Лебедєва, і роботи, пов'язані з нею. Що він знає про ці роботи? А що він, Глушков, знає про кібернетику взагалі?" Так, хто же составил Виктору Михайловичу "протекцію" и кто же этот "чудак"? Настало время раскрыть некоторые "тайны мадридского двора". Мой научный руководитель Ю.В. Благовещенский рассказывал мне об этом эпизоде и просил сохранить всё в тайне. Но давно умерли фигуранты описанного эпизода и для правды истории, а заодно и для восстановления генеалогии жизни идей, я назову имя того "чудака", который посоветовал Гнеденко пригласить В.М. Глушкова в Киев, возглавить лабораторию вычислительной техники. Под псевдонимом Симонов, в повести Мушкетика [7], скрывался Ю.В. Благовещенский. Кличка "чудак" относится не к интеллектуальным способностям Ю.В. Благовещенского, а к его имиджу и рассеянности. Юрий Владимирович Благовещенский – человек энциклопедических знаний, виртуоз решения проблем прикладной математики и механики. Область научных интересов: конформные отображения, моделирование задач кручения и сгиба, вычислительные методы и т.п. Ю.В. Благовещенский занимался разработкой математического обеспечения машин «Промінь» и МИР, лауреат Государственной премии СССР.

Интересно проследить генеалогию научных связей и идей. Ю.В. Благовещенский (10.09.1910 – 14.08.1979) был учеником академика Дмитрия Александровича Граве (06.09.1863 – 19.12.1939), основоположника советской алгебраической школы [8]. Его основные работы посвящены алгебре, теории чисел, прикладной математике и механике, наряду с этим занимался также вопросами математической физики, теоретической механики, теории земного магнетизма, гидравлики и др., преподавал в Киевском университете. В свою очередь, Д.А. Граве был учеником академика П.Л. Чебышева (26.05.1821 - 08.12.1894), выдающегося математика и механика, в определённой степени причастного к созданию вычислительных средств и имеющего мировую известность. В то же время учениками Д.А. Граве были академик О.Ю. Шмидт (работы которого по алгебре развил В.М. Глушков), чл.-кор. АН СССР Н.Г. Чеботарев, чл.-кор. АН УССР Ю.Д. Соколов и другие. Вот так переплетаются люди, судьбы и идеи. Ещё одно совпадение произошло при написании книги [9]. Когда мы пришли в издательство "Техника" с рукописью, её директор, хорошо знавшая Ю.В. Благовещенского как научного редактора, посоветовала ему принести рекомендательное письмо от В.М. Глушкова. Когда мы принесли письмо, то оказалось, что на первом этапе мы попали к редактору Н.М. Корнильевой, которая редактировала книгу В.М. Глушкова "Введение в АСУ". Она рассказывала, как эта книга готовилась к печати "конвейерным" методом, т.е. написанные части книги сразу попадали в редакцию и шли в работу. Вот так случайно через пять лет пересеклись наши издательские пути.

Проблема конвейера еще не раз обсуждалась в трудах В.М. Глушкова. Это и создание электронного конвейера на предприятии, микро- и макроконвейеры при построении ЭВМ и т.д.

## **2. Использование и развитие идей и результатов В.М. Глушкова**

Идеи и результаты В.М. Глушкова я начал использовать непосредственно сразу после окончания КГУ. Так, в начале шестидесятых годов прошлого столетия идея Виктора Михайловича об использовании электронного конвейера на предприятии была мной использована при оптимизации состава и управления робототехнической линии (содержащей две автоматических "руки") силуминовых покрытий на Киевском радиозаводе. Это позволило почти в 2 раза увеличить ее производительность. Для достижения такой производительности и улучшения качества покрытий помимо этого пришлось добавить автомат плотности тока.

В начале семидесятых годов при разработке аванпроекта ЭКВМ «Искра-125» совместно с отделом ИК АН УССР, возглавляемым И.В. Сергиенко, опираясь на опыт разработки машины "Украина" и МИР, а также на научные положения В.М. Глушкова и З.Л. Рабиновича о повышении машинного интеллекта [10-12], был разра-

ботан встроенный язык высокого уровня для ЭКВМ «Искра 125». Идеи В.М. Глушкова и накопленный опыт по созданию вычислительных средств реального времени, работающих в условиях жестких ограничений, позволили разработать целый ряд вычислительных средств, которые не уступали по своим функциональным и техническим характеристикам лучшим зарубежным образцам. Примечательно, что это осуществлялось на отечественной элементной базе, которая значительно уступала зарубежной.

Еще в 1960 г. в работе "Два универсальных критерия эффективности вычислительных машин" В.М. Глушков выдвинул идею оценивания эффективности ЭВМ на основе экономических критериев [13]. После этого многие исследователи предлагали различные усовершенствования данных критериев. Не остался в стороне и автор этой статьи. Так, в работе "Интенсификация процесса вычислений" [14] был предложен ряд критериев, среди которых наибольший интерес, представляет минимаксный критерий, учитывающий противоречивость выдвигаемых к вычислительным системам требований. Дальнейшее развитие этот критерий получил в последующих работах автора [15-17]. Также в 1960 г. в работе "Проблемы вычислительной техники и вычислительной математики" В.М. Глушков писал [12,18]: "Чрезвычайно важна проблема построения теории надежности электронных цифровых машин. Эта проблема имеет два аспекта: статический и динамический". В статическом аспекте теория надежности электронных цифровых машин не представляет собой чего-либо принципиально нового по сравнению с теорией надежности электронной аппаратуры вообще. Здесь речь идет о выработке методики расчета параметров схемы, обеспечивающих возможно больше изменяющихся с течением времени номиналов без заметного изменения качества работы".

Таким образом, речь идет об обеспечении функционирования системы без заметного изменения качества работы в случае возникших сбоев и отказов, т.е. отказоустойчивость вычислительных средств.

Автор данной статьи также занимался проблемой отказоустойчивости вычислительных средств [16]. Так, на основе анализа живучести биологических систем и рассмотрения возможностей элементно-технологического, информационного, организационного и алгоритмических базисов сформулированы принципы построения таких вычислительных средств. При этом основное внимание уделено интенсификации процессов вычислений, адаптации вычислительных средств к условиям применения, балансу требований к обеспечению отказоустойчивости, используя различные виды избыточности и способы ее использования.

В конце своей жизни в работе "Основные архитектурные принципы повышения производительности ЭВМ" [12, 18] В.М. Глушков гениально предсказал будущее развитие вычислительных средств. В этой работе он писал: "... мозгоподобные структуры с параллельными процессами, управление многими потоками данных и команд, несомненно, представляют собой высший уровень развития архитектур ЭВМ, однако, на нынешнем этапе электронной технологии полная и бескомпромиссная их реализация является пока преждевременной. Необходимы компромиссные решения, представляющие собой переходные этапы к мозгоподобным структурам будущего... Любую ЭВМ можно рассматривать как своеобразную фабрику (или в простейших случаях мастерскую) по переработке информации. Эта аналогия выходит за рамки простых популяризаторских целей и является в действительности настолько глубокой, что может служить (и уже не раз служила) источником новых идей в развитии архитектуры ЭВМ и вычислительных комплексов". Эта идея для Виктора Михайловича была не случайной. О перспективности подобных мозгоподобных структур Глушков докладывал на конференции в Киеве еще в 1959 году. Автором этой статьи на основе исследования эволюции развития вычислительных средств и обобщенного закона зеркальной симметрии, а также принципа смешанного экстремума [14,15,17] была установлена справедливость предсказания В.М. Глушкова с небольшими уточнениями. Первое из уточнений относится к тому, что сетевое взаимодействие присуще не только ЭВМ, но и вычислительным сетям, бурно развивающимся в настоящее время. Второе уточнение касается специализации различных видов ЭВМ. Так, мозгоподобные структуры более приспособлены для обработки образов и знаний, включая системы планирования и принятия решений по управлению различными процессами. Третье уточнение касается того, что архитектура будущих вычислительных средств будет комбинированной, в соответствии с

принципом смешанного экстремума, так как даже вычислительные средства, предназначенные для вычислений, в основном, будут работать, с одной стороны, в составе вычислительной сети, а, с другой стороны, сетевая архитектура будет необходима для ввода-вывода информации и планирования вычислительного процесса в будущих ЭВМ.

В.М. Глушков затронул тему о роли информации в Природе. Так, в работе [12] "Об информационных возможностях современных электронных вычислительных машин" еще в 1960 году он писал: "Под информацией в современной науке принято понимать меру неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и времени. При таком понимании информации оказывается возможным говорить, например, об информации, которую несет солнечный луч, шум горного обвала, шорох листвы и т.п. Во всяком случае при этом необязательно требовать осмысленности, с которой обычно неразрывно связывается понятие информации в ее обычном, житейском понимании".

Данная идея В.М. Глушкова нашла дальнейшее продолжение в работе автора этой статьи "Информация - феномен природы: роль информации в естественной и искусственной природе" [19]. В ней на основе разнообразных фактов из живой и неживой природы, включая искусственную, созданную человеком, сформулирован постулат о роли информации (ее взаимодействии и влиянии) в естественных и искусственных процессах, происходящих в живой, неживой и искусственной природе. На основе сформулированного постулата в работе предлагается создание новой базовой науки – посткибернетики. Эта наука должна стать правопреемницей ныне существующих наук: кибернетики, информатики, computer science, имеющих своим основным предметом изучения информацию, ее свойства, механизмы взаимодействия и влияния на скорость протекания и направленность в разнообразных процессах и явлениях в живой, неживой природе. Этим самым, по мнению автора, произойдет преодоление противопоставления кибернетики Н. Винера и В.М. Глушкова, а также кризиса, который она переживает [20, 22].

Более подробно остановимся на принципах построения АСУ, предложенных В.М. Глушковым в книге «Введение в АСУ» [23]. В 1972 году при появлении эти принципы произвели очень большое впечатление на разработчиков и пользователей АСУ своей комплексностью, продуманностью и фундаментальностью. Но проходит время и кажется, что данные принципы уже не так важны, а, возможно, и устарели. С такой точкой зрения столкнулись авторы работы "Справочник - словарь терминов АСУ" [24]. И стоило больших трудов убедить сомневающихся соавторов в том, что эти принципы носят фундаментальный характер и их можно применять не только к АСУ организационного типа, а и для большинства видов АСУ. Понятно, что при этом требовалось их модернизировать и дополнять новым содержанием. Так, например, принцип согласования пропускных способностей отдельных частей системы. Была сделана привязка принципа к уже известным законам Амдала и Флина, включая и положения самого же В.М. Глушкова, высказанные после опубликования этих принципов (в частности, что основные вычислительные затраты ЭВМ сосредоточены в циклах). Приведем еще один пример. Так, принцип функциональной избыточности в справочнике [24] был дополнен связью с принципом ортогональности Г. Майерса, функциональной ориентацией процессоров, статической и динамической адаптацией. Таким образом, оказалось, что рассматриваемый принцип важен не только в АСУ, но и для обеспечения высокого уровня отказоустойчивости [16]. Предложенные В.М. Глушковым принципы построения АСУ в дальнейшем стали идейной основой для создания основных принципов интенсификации процесса вычислений [14]. Отметим, что последний, тринадцатый принцип, - единство ближних и дальних целей, непосредственно сформулировал В.М. Глушков.

Гносиологически понятие кибернетика тесно связано с управлением человеческим обществом. Так, еще в 1834 году, строя свою всеобъемлющую классификацию наук, известный французский физик Ампер назвал эту науку кибернетикой. Если заглянуть в глубь веков, то ещё древнегреческие мыслители задумывались о принципах построения, в их понимании, справедливого общества. Не обошел вниманием связи кибернетики и общества ее создатель Н. Винер [2]. Зная многогранность Виктора Михайловича как ученого и человека бы-

ло бы неестественным, чтобы он не обратил свое внимание на такую животрепещущую тему. Прежде всего В.М. Глушков подходил к ней как кибернетик и ему было понятно, что в централизованном обществе с плановой экономикой невозможно улучшить благосостояние народа без мощных средств учета, контроля и управления. Но без использования средств вычислительной техники и техники связи решить эту проблему эффективно невозможно. Так родилась идея создания ОГАС – общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учёта планирования и управления народным хозяйством, функционирующей на принципах организационного, методологического и технического единства и единой автоматизированной системы связи [12,18]. В работе "Социально-экономическое управление в эпоху научно технической революции", написанной в 1979 году, В.М. Глушков писал [12]: "... слепое копирование механизмов стимулирования, использующихся в капиталистической системе, в наших условиях не может дать адекватные результаты. Это относится в полной мере и к таким механизмам, как механизм конкуренции между отдельными предприятиями и связанный с ним рыночный механизм. В лучшем случае подобные механизмы могут позволить взять лишь достигаемые относительно малыми усилиями поверхностные пласты резервов". Вполне понятно, что как кибернетик и пылкий исследователь Виктор Михайлович понимал, что без обратных связей, которые дает конкуренция между предприятиями, нельзя обойтись. Но, с другой стороны, он, естественно, не мог и не хотел выступать против существующей системы. Поэтому предложил промежуточное решение. В той же работе В.М. Глушков пишет [12]: "Как стимулировать процесс полного раскрытия предприятиями своих возможностей? Как уже отмечалось выше, достичь этой цели, используя механизмы конкуренции между предприятиями и рыночными отношениями, в наших условиях невозможно. В 1972 году автору пришла в голову мысль использовать вместо внешней конкуренции, когда каждое предприятие выступает как единое целое, внутреннюю конкуренцию в рамках каждого предприятия, вводя различные системы стимулирования для различных работающих и прежде всего для различных звеньев аппарата управления". Приведенные цитаты показывают, что в рамках тоталитарных систем даже гениальные люди вынуждены вместо прямых путей решения политико-экономических проблем искать обходные пути.

В работе автора статьи, написанной уже в настоящее время [25], исследованы возможности плановой и рыночной экономики. На основе этих исследований показано, что как плановая, так и рыночная экономика, не являются оптимальными для построения постиндустриального социально-экологического общества. Наиболее близка к оптимальной рыночно-плановая система. О правильности таких выводов служит эволюция передовых государств в этом направлении, а также опыт Китая.

Итак, введение в строй системы ОГАС не могло спасти как плановую, так и рыночную систему. Однако будущее постиндустриальное социально-экологическое общество с рыночно-плановой экономикой [25] открывает новые возможности для возрождения идей и опыта создания нового поколения ОГАС. Этому будет способствовать эффективная инфраструктура, включающая средства коммуникации, средства вычислительной техники и обилие программных продуктов. При этом решение проблем, связанных с созданием оптимального экономического и гражданского обществ в наиболее полном объеме, будет одной из первоочередных задач новой науки посткибернетики [19, 25].

В заключение хочется отметить очень важное качество Виктора Михайловича – умение создавать деловую и демократичную атмосферу при обсуждении самых сложных научно-технических проблем. На этих обсуждениях никому не представлялась возможность "давить" своим авторитетом и создавались максимально комфортные условия для проведения "мозгового штурма" обсуждаемой проблемы. Еще более важно, что такой стиль обсуждения вошел в кровь и плоть тогдашних сотрудников Института кибернетики и передается как эстафетная палочка от одного поколения к следующему, распространяясь на весь ныне существующий Кибернетический центр.

### 3. Послесловие

Мы должны быть благодарны нашим великим предшественникам, которых В.М. Глушков называл современниками, за их гигантский первооткрывательский труд. Благодаря им мы расширили свой горизонт виденья и благодаря этому осуществляется непрерывность развития науки.

В связи с этим наследие и результаты творчества В.М. Глушкова надо воспринимать не как догму, а как повод для размышления о том, как его результаты и идеи можно усовершенствовать, исходя из новых знаний и фактов.

В заключение хочу напомнить слова академика В.М. Глушкова, обращенные к нам в беседе с журналом М. Павленко, автором книги "Академік Глушков: погляд у майбутнє" [3]: "Кібернетика як наука може дати надзвичайно багато, – говорив В.М. Глушков, – натомість вона вимагає захопленості, відданості і готовності трудитися з повною віддачею фізичних і духовних сил. Вона не терпить людей незібраних, білоручок і "вузьких спеціалістів".

Таким был и сам Виктор Михайлович и такими завещал быть будущим кибернетикам.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине: Пер. с англ. – М.: Сов. радио, 1958. – 216 с.
2. Винер Н. Кибернетика и общество: Пер. с англ. – М., 1958 – 2000. – 200 с.
3. Павленко М. Академік Глушков: погляд у майбутнє. – Київ: Молодь, 1988. – 120 с.
4. Глушков В.М. Топологические локально нильпотентные группы: Дис... д-ра физ.-мат. наук. – Москва, 1955. – 245 с.
5. Синтез электронных вычислительных и управляющих схем: Пер. с англ. – М.: Иностранная литература, 1954. – 358 с.
6. Глушков В.М. Синтез цифровых автоматов. – М.: ГИФМЛ, 1962. – 476 с.
7. Мушкетик Ю. На круті гори. Художньо-документальна повість. – Київ: Дніпро, 1976. – 175 с.
8. Боголюбов А.Н. Математики, механики: Библиографический справочник. – Киев: Наукова думка, 1983. – 640 с.
9. Благовещенский Ю.В., Теслер Г.С. Вычисление элементарных функций на ЭВМ. – Киев: техника, 1977. – 208 с.
10. Человек и вычислительная техника / В.М. Глушков, В.Н. Брановицкий, А.М. Довгяло, З.Л. Рабинович, А.А. Стогний. – Киев: Наукова думка, 1971. – 294 с.
11. Вычислительные машины с развитыми системами интерпретации / В.М. Глушков, А.А. Барабанов, Л.А. Калиниченко, С.Д. Михновский, З.Л. Рабинович. – Киев: Наукова думка, 1970. – 280 с.
12. Глушков В.М. Кибернетика, вычислительная техника, информатика: В 3 т. – Киев: Наукова думка, 1990. – Т. 1. – 264 с.; Т. 2. – 268 с.; Т. 3. – 224 с.
13. Глушков В.М. Два универсальных критерия эффективности вычислительных машин // Докл. АН УССР. – 1960. – № 4. – С. 477 – 481.
14. Теслер Г.С. Интенсификация процесса вычислений // Математические машины и системы. – 1999. – № 2. – С. 25 – 37.
15. Теслер Г.С. Принципы смешанного экстремума как основа эволюции вычислительных средств // Математические машины и системы. – 2002. – № 1. – С. 3 – 13.
16. Теслер Г.С. Концепция создания вычислительных средств с высоким уровнем отказоустойчивости // Математические машины и системы. – 2002. – № 2. – С. 176 – 183.
17. Теслер Г.С. Перспективы развития вычислительных средств с сетевым взаимодействием // Математические машины и системы. – 2001. – № 1,2. – С. 3 – 12.
18. Глушков В.М. Кибернетика. Вопросы теории и практики. – М.: Наука, 1986. – 488 с.
19. Теслер Г.С. Информация – феномен природы: роль информации в естественной и искусственной природе // Математические машины и системы. – 2003. – № 1. – С. 155 – 165.
20. Дидук Н.Н., Коваль В.Н. Существует ли наука кибернетика // Проблемы управления и информатики. – 2001. – № 3. – С. 133 – 155.
21. Полонников Р.И., Юсупов Р.И. Воспримет ли кибернетику XXI век // Проблемы управления и информатики. – 2001. – № 6. – С. 132 – 152.
22. Соловьев О.В. Описание случая целенаправленного поведения живой системы, в которой отсутствует противоречие между целенаправленностью (или жива, жива кибернетика) // Проблемы управления и информатики. – 2002. – № 2. – С. 140 – 152.
23. Глушков В.М. Введение в АСУ. – Киев: Техника, 1972. – 312 с.
24. Справочник – словарь терминов АСУ / В.И. Вьюн, А.А. Кобозев, Т.А. Паничевская, Г.С. Теслер / Под ред. д.т.н. Ю.Е. Антипова, чл.-корр. АН УССР А.А. Морозова. – М.: Радио и связь, 1990. – 128 с.
25. Теслер Г.С. Концепция построения постиндустриального информационного общества // Математические машины и системы. – 2000. – № 2,3. – С. 185 – 193.
26. Автоматы: Сб. статей / Под ред. К.Э. Шеннона, Дж. Маккарти: Пер. с англ. – М.: изд-во иностранной литературы, 1956. – 403 с.