

## ИНИЦИАТОР И ОРГАНИЗАТОР АВТОМАТИЗАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИИ

Большой талант – он в генах заложен. Но проявится он только если человек попадет в актуальную область деятельности. Двадцатый век был веком механики: за сто лет шагнула она от аэроплана до марсохода. И исключительное чутье на новации плюс природный талант привели Сергея Николаевича Кожевникова в самую актуальную область. Родись он на сто лет позже, оказался бы в информатике или в биомеханике, где он, впрочем, побывал и в веке двадцатом.

Большой Механик, он распахал огромное поле динамики тяжелых машин, а его увлекали новые горизонты – компьютерное моделирование этих объектов, когда еще и термина «компьютер» не было, и доступные аналоговые модели почти ничего не умели, а он почувствовал их перспективу, и уже в 60-е годы все ученики его днепропетровской школы применяли их при выполнении НИР, без принуждения и уговоров, - настолько это была удачная находка. А в других школах еще крутили арифмометры «Феликс».

Большой Ученый, он тем не менее, был «человеком команды». Посмотрите список научных трудов его – почти все они с соавторами, потому что труды эти не столько плод кабинетной работы наедине с формулами, а в массе своей результат совместной работы с учениками. Многочисленные ученики, которые всегда его окружали, и были его командой. Нас он использовал скорее не как помощников, а как разведчиков новых территорий его научных интересов. «Никому не дано знать и уметь все», - говорил он, а тем более, и успеть все. И посылал молодежь в разведку.

Посылал ли? Скорее, направлял. Стиль его руководства соответствовал канонам нынешнего «менеджмента персонала». Увидел где-то в стороне нечто интересное, прикинул, кто из команды посматривает в ту же сторону, и направлял в разведку. Ни он сам, ни команда в целом ничем не рисковала. А может, разведчики вернутся с добычей. И возвращались.

В 50-х годах появились аналоговые моделирующие машины – и туда направились А.Н.Ленский и В.И.Большаков и вернулись с огромной добычей – методикой моделирования роторных систем, которые стали интенсивно развивать и применять «дома», в динамике тяжелых машин.

Надо было свершить экспансию в область автоматизации. А давно хотелось: еще в 1948 году СН создал труд «Контроль и автоматика в металлургии», (изданный еще на тогдашней доисторической технике – на стеклографе) наверное, такое название прозвучало впервые в мире – и отправились на прокатные станы С.Д.Гринберг, А.П.Пух, Е.Г.Скуратов, сначала изучать объекты, а потом создавать и внедрять локальные системы автоматизации. Первую в истории ИЧМ промышленную систему автоматизации

внедрил Е.Г.Скуратов на Ленинградском сталепрокатном заводе, а за внедрение комплекса систем автоматического регулирования режима прокатки на непрерывных мелкосортных станах «Криворожстали» С.Д.Гринберг, Ю.П.Карпинский, О.Н.Кукушкин, В.И.Лошкарев, В.А.Чигринский получили Государственную премию УССР намного позже, в 1989 г.

Я привожу примеры достижений школы Кожевникова на примерах только «одноклассников» своих из класса «Отдел механизации и автоматизации» Института черной металлургии – СН так его назвал при основании в 1954 году, а при его преемнике на посту зав.отделом Анатолии Владимировиче Праздникове назывался он «Отдел металлургического машиностроения», а потом при моем руководстве и доньне – «Отдел технологического оборудования и систем управления».

Почти не развита была теория гидромеханических систем, а потому и гидропривод в металлургии применялся недостаточно, и отправились в эту проблематику А.В.Праздников и А.М.Иоффе, а пневмомеханическими системами занялся В.Ф.Пешат. Стройная теория этого класса систем легла в основу докторской диссертации А.В. Праздникова, а Родине достались бысродействующие подающие аппараты пыльгерстанов, методики расчетов гидромеханических систем. Не хочу повторять титул «к.т.н.» возле каждой упоминаемой фамилии, но практически каждый ученик нашей школы получал его. И получал за основательную, достойную диссертацию.

Это уже общепризнано – призы спрятаны на стыках наук. Чем сложнее стык, тем вероятнее заблудиться в сплетениях научных теорий, но и приз велик, например, это Государственная премия СССР. Такую оценку получил Сергей Николаевич вместе с А.С.Ткаченко, Б.М.Климковским, А.В.Праздниковым за работы по коренному усовершенствованию станов периодической холодной прокатки труб. Это самый динамичный объект, который достался нашей школе – сложная электромеханическая система, но творческий коллектив, вооруженный уже хорошо наработанной теорией и методиками экспериментальных исследований, «укротил» динамические нагрузки неожиданным путем – еще усложнив систему, добавив в нее пневматические пружины.

СН уважал своих учеников, да как же можно не уважать плоды своих трудов. И доверял нам. Как-то в начале 80-х годов состоялось решение ЦК о всеобщей роботизации промышленности. И завертелась бумажная круговерть – планы мероприятий, программы развития, запросы и справки. В некоторых организациях занялись такой техникой. Звонит мне СН из Киева: «Как вы относитесь к этому направлению?». Я следил за этим делом и выработал свое отношение: «Это не для металлургии, Сергей Николаевич». И он тоже не пошел за модой. Как видите, оказалось, что это не только не для металлургии – роботы так и не вышли из стен, точнее, с полов лабораторий в промышленность.

Сергей Николаевич никогда не ошибался в оценке актуальности. Во второй половине 50-х годов, после эпохи послевоенного восстановления, экономика СССР вступила в эпоху модернизации на базе научно-технических достижений. И тогда появилась его 14-страничная брошюра «Пути автоматизации металлургического оборудования»(1958!), которая и сейчас потрясает глубиной и прозорливостью анализа проблемы.

*«Цель автоматизации заключается в том, чтобы в результате общего количества труда – прошлого, затраченного на изыскание, проектирование и изготовление машин и оборудования, а также систем управления и регулирования, и текущего, затраченного непосредственно на выполнение технологических операций и поддержание оборудования в работоспособном состоянии, - получить возможно большее количество годного продукта»,* - это как будто выписка из стандарта ISO 9000-2000 (через 40 лет!) по системе управления качеством. И никаких разговоров о повышении качества, улучшении условий труда и сокращении численности персонала, которые и тогда и сейчас ведутся, затеняя основную цель автоматизации, какой ее сформулировал СН и как это соответствует международной системе стандартизации. Здесь же СН проявил и глубокое понимание экономики, однозначно опираясь при оценке технико-экономической эффективности на показатель приведенных затрат, который значительно позже был принят как нормативный.

*«Всегда требуется установить разумные границы автоматизации, потому что с точки зрения экономической, - следовательно, с точки зрения затрат общего труда, - доведение автоматизации до предела может оказаться излишним».* Через 25 лет эту идею постиг зам. Министра черной металлургии СССР А.Ф.Борисов, заставил технологические институты вместе с автоматчиками разработать Рациональные объемы автоматизации металлургических агрегатов, и мы все нашли общий язык. До того процесс автоматизации металлургического производства происходил в дуэте

Такого рода «идеологические» основы автоматизации в промышленности чрезвычайно важны, поскольку они позволяют уже на стадии постановки задачи отсеять неактуальные идеи. Например, зачем решать задачу повышения точности прокатки на заготовочных станах, если она не повлияет на точность готовой продукции? Стоит ли оснащать несовершенную рабочую машину системами автоматизации, которые призваны компенсировать ее недостатки? «Лучшая автоматика – это когда можно без автоматика»,- говаривал Сергей Николаевич. И такие же слова говорили и серьезные автоматчики.

Естественно, что будучи механиком, СН формулировал задачу автоматизации как задачу *автоматически управляемой машины*. Но существовало, что ей предшествовала «предзадача»: *«Не всякую машину можно переводить на автоматическое управление, необходимо проанализировать работы отдельных машин и целых комплексов, чтобы убе-*

*даться, что они удовлетворяют требованиям автоматического управления – с точки зрения целесообразности использования исполнительных механизмов, пределов точности их работы, степени надежности, реальной производительности. Естественно, что прежде должны устраняться обнаруженные недостатки, и только после того выбирается надежная система управления».* То есть, в первую очередь нужно заняться объектом управления – машиной. Здесь мы использовали всю мощь теоретических и экспериментальных методов динамики тяжелых машин, обобщенных в монографиях С.Н.Кожевникова «Динамика машин с упругими звеньями»(1961), «Теория механизмов и машин»(1973), «Динамика нестационарных процессов в машинах»(1986).

Как теоретик, держался СН классического стиля – конкретные постановки задач, рациональная сложность аналитических моделей, эксперименты на реальном оборудовании для идентификации моделей и для проверки результатов исследования. Его не коснулась мода на теоретико-множественные абстракции, которая появилась в двадцатом веке с подачи математиков Бурбаки. Когда кто-нибудь пытался нырнуть слишком глубоко и запутывался в водорослях интегралов, СН констатировал: «Он пал жертвой математического описания». Такой рациональный подход к сложности применяемых математических моделей и у него и у всех нас выработался именно из-за постоянных экспериментов на реальной технике. Каждый сам понимал, что машина всегда сложнее матмодели и бесполезно с ней соревноваться, усложняя систему уравнений. Наоборот, надо ее (модель) упрощать, оставляя только отражение существенных свойств. Кое-кто из наших шел еще дальше: при защите кандидатской диссертации А.Ф.Крисанов сообщил: «Наша машина описывалась нелинейными уравнениями, и их не удавалось решить. Тогда мы усовершенствовали машину, и она стала описываться линейными уравнениями».

Экспериментальные осциллограммы – это был хлеб наш насущный. Но прежде нужно иметь датчики. И СН занимался этим вопросом всю жизнь, начиная с 1953 года, когда вышла его работа «Аппаратура для исследования работы машин», где были описаны 20 уникальных приборов, изготовленных его верным соратником Андреем Кирилловичем Козленко, настоящим гроссмейстером слесарно-токарного дела. Каких-то промышленных приборов для наших уникальных условий применения не было, да и сейчас практически нет, хотя СН в конце своей деятельности даже добился выполнения специальной программы «Унификация методов экспериментального исследования тяжелых машин» по линии Международной федерации по ТММ. Но так и не получилась унификация. Сейчас даже хуже стало – исчезли и средства регистрации информации, добрые старые осциллографы. «А ноутбуки?»- советует продвинутая молодежь. Но только жалко их ноутбуки оставлять возле прокатного стана. И сейчас мой дипломник В.Косьмин начал разработку принципиально новых средств регистрации экспериментальной информации на микрочипах.

Но в арсенале СН не было методов анализа надежности и производительности металлургических машин, о которых он говорит в приведенной выше цитате. Они были позже разработаны нами, его учениками и обобщены в докторских диссертациях В.И.Большакова, В.С.Егорова, О.Н.Кукушкина, в кандидатских диссертациях Е.Я. Клоцмана, В.И.Головки, А.Н.Городецкого, В.В.Кукушкина и успешно применены к исследованиям доменного, сталеплавильного и прокатного оборудования.

Еще одна важная область автоматизации машин, глубоко разработанная С.Н.Кожевниковым и его школой - быстродействующие и надежные исполнительные механизмы, гидравлические и пневматические. Работа началась с создания учебника «Аппаратура и механизмы гидро-, пневмо-, и электроавтоматики металлургических машин» (1961). Глубокие исследования таких сложных гидромеханических систем как подающие аппараты пильгерстанов, гидравлические кантователи и манипуляторы, гидропрессы, позволили создать принципиально новые машины и решить необходимые задачи автоматизации. Эти работы обобщены в докторской диссертации А.В.Праздниковой и его монографии «Гидропривод в металлургии»(1973), кандидатских диссертациях А.М.Иоффе, Э.А.Смоляницкого, В.В.Бережного, Н.В.Михайловского, в монографиях С.Н.Кожевникова и В.Ф.Пешата «Гидравлический и пневматический приводы металлургических машин»(1973), А.М.Иоффе, О.Н.Кукушкина, В.А.Сергиени и др. «Гидравлическое оборудование металлургических цехов»(1989).

В 80-х годах на базе накопленного опыта в этой области нами были созданы принципиально новые электро-пневмо-гидравлические регуляторы расхода технической воды с дискретным управлением. Эта аппаратура предназначена для систем управления охлаждением прокатных валков и полосы при горячей прокатке, она поставлена на мелкосерийное производство в Опытном производстве ИЧМ.

Описанные выше результаты школы Кожевникова выходят за рамки поставленной им задачи автоматического управления *машинами* и входят в более широкую область *автоматизации технологических процессов*. «Никто не обнимет необъятное», и СН не пытался это сделать. Но это пришлось сделать его ученикам, когда они пришли к конкретным машинам, обеспечивающим технологический процесс. Первый объект – непрерывный сортопрокатный стан, где рабочие машины – прокатные клетки связаны полосой, через которую осуществляются прямые и обратные технологические связи между ними. Для описания такого объекта недостаточно уравнений движения машин, нужны уравнения процесса прокатки. Резко возрастает размерность системы уравнений объекта. Оказалось, лучше всего составлять математическую модель такого объекта механику-автоматчику вместе с прокатчиком. Здесь пригодился и опыт командной работы, свойственный нашей школе и опыт применения аналоговых моделей. В результате В.А.Чигринский и М.П.Топоровский создали непревзойденную по детальности до сего времени модель 6-тиклетевой группы

непрерывного стана и, соответственно, две кандидатских диссертации – по алгоритмам управления процессом (1967) и по закономерностям непрерывной прокатки (1965). «И свое пожайте, и чужого не цурайтесь,» – так учил Тарас Шевченко. «Экспансия» автоматчиков в прокатные вопросы наблюдалась непрерывно и приносила зрелые плоды. Вослед пошли наши механики-автоматчики во главе с В.И.Большаковым в технологию доменного производства и уже собирают плоды не только на ниве шихтоподачи, но и при загрузке доменных печей. Прикоснулись мы уже и к десульфурации чугуна (А.С.Кожевников), к брикетированию шихтовых материалов (И.Г.Муравьева, В.А.Носков). В автоматизации сталеплавильного производства активно работают мои ученики в Металлургической академии С.В.Бейцун, А.В.Жаданос, А.С.Седяров. Везде от нас есть толк, хотя мы, казалось бы, вышли за рамки школы Кожевникова.

Дело в том, что рамки этих на самом деле не существует и никогда не существовало, потому что главное свойство нашей школы – новаторство, и мы по-прежнему ходим в разведку, как приучил нас СН.

Сейчас я со своей командой занимаюсь применением радиолокации для автоматизированного контроля технологических процессов – как это далеко от динамики тяжелых машин! Это не совсем так – применяют микроволновые приборы для бесконтактного контроля вибраций машин. Однако, дело не в этом, я уверен, что СН заинтересовался бы проблематикой этой в целом и ничуть не удивился бы такому увлечению. В отличие от некоторых корифеев, которые с трудом переваривали докторскую диссертацию В.И.Головки на эту тему.

То ли еще будет! Если наш стиль воспримут наши ученики.

Однако, возвратимся к программной брошюре «Пути автоматизации металлургического оборудования». Не только верные идеи здесь изложены, но и конкретные, выполнимые (и выполненные во многом им самим) организационные меры:

- **Систематизировать информацию об имеющихся промышленных средствах автоматизации** – СН написал учебник «Аппаратура и механизмы гидро-, пневмо-, и электроавтоматики металлургических машин», позже стали систематически издавать каталоги Государственной системы приборов.

- **Создать два института автоматизации в черной металлургии** – НИИАЧерМет в Днепропетровске создал сам СН. А в Москве организовался ВНИИАЧерМет.

- **Создать лаборатории автоматизации и механизации на крупных металлургических заводах** – первую ЦЛИАМ, на трубопрокатном заводе им. Ленина, создал СН.

- **В крупных конструкторских бюро создать расчетные лаборатории, оснащенные моделирующими установками** – все это сбылось, но уже с применением ЦВМ.

- *Развернуть подготовку инженеров по автоматизации в черной металлургии* – развертывание пошло после того как СН организовал эту подготовку в Днепропетровском металлургическом институте, где она успешно продолжается, в том числе усилиями его учеников профессоров В.С.Егорова и О.Н.Кукушкина, доцентов А.Н.Чернышова, А.Н.Силича, Е.Г.Скуратова и уже их учеников.

Полвека прошло. Масштабы реализации этих идей поражают. Породил их великий наш Учитель Сергей Николаевич Кожевников. А мы, его ученики не столько созерцали, сколько создавали этот прогресс.

Кукушкин Олег Николаевич  
Доктор технических наук, профессор  
Заслуженный деятель науки и техники Украины  
Лауреат Государственной премии УССР  
Профессор кафедры автоматизации производственных процессов  
Национальной металлургической академии Украины