

Роль и значение научных школ и центров развития в электротехнологии

Б. П. Саушкин

Московский политехнический университет,
г. Москва, 107023, Россия, e-mail: sbp47@mail.ru

1. НАУЧНАЯ ШКОЛА – ЭФФЕКТИВНАЯ ФОРМА И МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Инновационное развитие машиностроительного производства в значительной степени определяется состоянием научной составляющей технологии машиностроения как прикладной науки, тесно связанной с развитием фундаментальных наук [1].

Выделяют два пути развития прикладной науки: *экстерналистский* и *интерналистский*. Первый из них предполагает, что на развитие науки в первую очередь влияют внешние факторы, такие как потребности материального производства, состояние социально-экономической сферы общества. Развитие науки осуществляется в результате взаимодействия научных или научно-производственных сообществ с другими общественными институтами (государство, экономика, политика и т.д.) при определяющей роли этих институтов [2].

Второй путь основан на определяющей роли внутренней логики развития науки, преемственности ее научных идей, преемственности между старым и новым знанием. Выделенные механизмы развития науки следует рассматривать в их диалектическом взаимодействии и взаимосвязи.

Экстерналистский, или *директивный*, путь развития технологии машиностроения обеспечивает, в первую очередь, потребности материального производства, в значительной степени контролируется государством и осуществляется с участием государства [3].

Анализ основных механизмов директивного инновационного развития показывает, что они не обеспечивают, за редким исключением, основной принцип развития науки – принцип преемственности знаний, в них игнорируется внутренняя логика развития науки, научного направления. Недостатком директивного развития науки является то, что при его реализации наука выступает, как средство обеспечения социально-экономических задач государства (или крупного бизнеса), а ресурсы, выделяемые на развитие науки, концентрируются на тех ее направлениях, которые обеспечивают выдвинутые государством приоритеты.

При таком подходе есть опасность отстать в тех областях получения и накопления новых знаний, которые не укладываются в выделенные приоритеты, как это, например, случилось в России в середине 50-х годов прошлого века с кибернетикой и генетикой. Можно «не заметить» важное научное открытие, полученное на «побочных» направлениях исследований, и потерять так называемую упущенную выгоду. Дело в том, что, по мнению многих ученых, предугадать ту область научной деятельности, которая внесет наибольший вклад в развитие человечества в будущем, практически невозможно, поэтому отсутствие поддержки и финансирования отдельных научных и междисциплинарных направлений может привести к негативным результатам в долгосрочной перспективе. Суммируя сказанное, можно повторить известное изречение о том, что науку надо поддерживать как науку, а не как придаток промышленности.

Сказанное означает, что наряду с директивным направлением развития науки должен поддерживаться и обеспечиваться интерналистский (естественно-научный) путь ее развития, при котором на первый план выступает внутренняя логика развития научных знаний, порождающая проблематику исследований в тех либо иных областях. При наличии двух альтернативных путей развития в полной мере проявляется основополагающий закон развития – закон единства и борьбы противоположностей.

Важнейшей формой и в то же время механизмом реализации естественно-научного пути развития науки является *научная школа* (НШ), потому что *перспективы науки всегда определялись перспективами ведущих научных школ* [4–9].

Образование и развитие научных школ являются *давней российской традицией*, которая берет свое начало со времен Петра I и вытекает из особенностей культурно-исторического развития России. Один из основоположников этой области исследований М.Г. Ярошевский писал: «Термин «школа» ... при всей своей неопределенности ... означает, по общепринятому мнению историков, *во-первых, единство обучения творчеству и процесса исследования,*

во-вторых, позицию, которой придерживается одна группа ученых в отношении других». Научная школа является инструментом «воспитания исследовательского стиля мышления ... определенного способа подхода к проблемам». Он выделяет три типа научных школ: научно-образовательную школу, школу – исследовательский коллектив, школу как направление научных исследований, приобретающее при определенных социально-исторических условиях национальный, а иногда и интернациональный характер [4].

Следует отметить тот факт, что в публикациях современных западных исследователей понятие «научная школа» практически не употребляется. *Коренным отличием подхода западных и отечественных исследователей к научным школам является то, что в развитии науки первые делают акцент на мобильности научных коллективов (невидимые колледжи, солидарные группы и пр.), а вторые – на их стабильности.*

Термин «научная школа» не однозначен и имеет различные смысловые оттенки. Так, А.С. Левин дает феноменологическое определение научной школы, как исторически сложившейся в России формы совместной научной деятельности коллектива исследователей разного возраста и квалификации, руководимых признанным лидером, объединяемых общим направлением работ, обеспечивающих эффективность процесса исследований и рост квалификации сотрудников [5].

В [6, 7] научная школа определяется как форма организации научной деятельности, а именно – сложившийся в процессе совместной работы неформальный коллектив ученых, со своими традициями, возглавляемый ученым – основателем школы (впоследствии его учениками). Идеи лидера школы отличаются научной новизной, а построенная на их основе научно-исследовательская программа разделяется всеми членами коллектива, являющимися прямыми или косвенными учениками основателя школы.

Таким образом, научная школа выступает как производственный коллектив в науке (производство идей), а критерий его «продуктивности» рассматривается как один из самых значимых для ее идентификации. В более широкой трактовке, включающей школу, как направление в науке, – это виртуальное или реальное неформальное сообщество ученых, придерживающихся той или иной научно-исследовательской программы и развивающих ее дальше.

В работе [8] приводится развернутая классификация научных школ, подтверждающая

многозначность и многоаспектность этого понятия.

Анализ существующих определений понятия «научная школа» позволяет сформулировать основные признаки, идентифицирующие НШ:

- наличие лидера, задающего вектор развития научной школы, являющегося автором оригинальных идей, методов и исследовательских программ;

- инновационный новаторский характер исследовательских программ;

- проявление эффекта саморазвития, базирующегося на кооперативных принципах деятельности, постоянном обмене результатами, идеями и пр. (как «по горизонтали» – внутри одного поколения, так и «по вертикали» – между учителями и учениками);

- проявление синергетического эффекта в результате консолидации труда ученых при разработке крупных научных проблем;

- оптимизация процесса обучения научной молодежи и воспроизводства научной культуры путем передачи как предметного содержания, так и культурных связей и ценностей от старшего поколения младшему;

- наличие системы традиций и ценностей школы, внутренних стандартов научной результативности и научной этики;

- минимальный цикл, позволяющий фиксировать существование школы, – это три поколения исследователей (основатель, последователь-преемник, ученики преемника);

- широкое публичное признание со стороны других научных направлений (международное, государственное, отраслевое, региональное).

В качестве основных характеристик при сравнении научных школ используют такие показатели, как известность в научном сообществе, высокий уровень и оригинальность исследований, научная репутация, научные традиции, преемственность поколений, которая часто трактуется как продолжение тематики исследований учителя в трудах его учеников. При оценке научных школ учитываются также количество подготовленных кандидатских и докторских диссертаций («учитель – ученик»); цитируемость трудов участников школы; общие научные идеи и ценности, которых придерживаются члены школы.

Анализ показывает, что в настоящее время используются в основном три категории понятий «научная школа»:

- формальное объединение, научно-образовательная организация различного статуса (университет, кафедра, факультет, НИИ, отдел, лаборатория);

– исследовательский (творческий) коллектив, не обязательно имеющий формальную принадлежность к какому-либо структурному подразделению университета или научно-исследовательского института;

– направление в науке, объединившее интересы группы исследователей.

Наряду с НШ существуют и иные формы организации совместной деятельности ученых, которые могут быть также весьма эффективными, что показывает как опыт развитых стран, так и современный российский опыт («многопрофильный научный коллектив», «научные группы, основанные на принципах гибкого проективного финансирования», «центры перспективных исследований») [10].

Несмотря на то, что появились иные формы организации труда ученых, у научной школы есть существенные преимущества: в ней существуют неформальность научных коммуникаций, мотивированность на подготовку научной молодежи, формируются научные традиции, в том числе и научные эвристики, способствующие результативности научного поиска [6].

2. РОССИЙСКИЕ НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ И ЦЕНТРЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ

Вышесказанное позволяет глубже понять процессы развития прикладной науки, характерные для второй половины XX века. Новые технологии, востребованные в наукоемких, как правило, оборонных отраслях промышленности, возникали в местах сосредоточения основных предприятий этих отраслей и развивались на базе существовавшей там научной инфраструктуры – высших учебных заведений, отраслевых НИИ.

Так, Б.Р. Лазаренко в период создания метода электроэрозионной обработки работал преимущественно в Москве – центре сосредоточения наукоемких предприятий и признанном научном центре. Это одна из причин быстрого распространения и развития метода и технологий на его основе.

Тульский центр развития электротехнологий создавался на базе Тульского машзавода, других заводов – производителей стрелково-артиллерийских систем и Тульского механического (позднее политехнического) института.

Технологии электрохимической размерной обработки позволили решить проблему эффективной обработки трехмерных аэродинамических поверхностей. Поэтому центры развития этих технологий, на базе которых впоследствии сформировались в большинстве своем научные школы и центры, располагались в Москве (заводы «Красный октябрь» и «Салют», отраслевые НИИ – ЭНИМС, НИАТ, НПО

«Техномаш», ВУЗы – МВТУ им. Н.Э. Баумана, МАИ, МАТИ и др.), Ленинграде (Ленинградский институт металлов, завод им. Климова, судостроительные организации, Ленинградский политехнический университет, СПКТБ электрообработки). Та же закономерность прослеживается при анализе научных центров электротехнологий в Уфе, Казани, Куйбышеве (Самаре), Рыбинске.

Исследователи, успешно работавшие в области ЭХРО, появлялись и в других городах: Тюмени (Е.В. Денисов, И.М. Морозов, О.К. Ольховатский), Новосибирске (В.Н. Филимоненко, Н.П. Поддубный, Б.А. Красильщиков, А.Г. Дегтяренко) – однако по ряду причин научные школы по этому направлению там не сформировались.

Исключение составляет Кишиневская научная школа, которая была создана в месте, где практически отсутствовала наукоемкая машиностроительная база. Этот феномен объясняется, на наш взгляд, двумя основными причинами:

– личностью Ю.Н. Петрова, который смог создать научную школу и стать ее лидером;

– созданный в Кишиневе (1961 г.) академический научный центр, его Институт прикладной физики (1964 г.) вынуждены были искать область применения и внедрения результатов исследований, связанных с машиностроительным производством, на ведущих наукоемких предприятиях страны, что они и делали;

– созданный в Кишиневе (1964 г.) политехнический институт стал готовить кадры, как для машиностроительного производства, так и для исследовательской работы в этой области знаний.

Б.Р. Лазаренко в 40–50-х годах по всем вышерассмотренным признакам создал в Москве научную школу в области электроэрозионной обработки. К числу его учеников относили себя такие авторитетные в научных кругах ученые, как Б.Н. Золотых, Г.Н. Мещеряков, Б.И. Ставицкий, Н.К. Фотеев, Д.З. Митяшкин и др.

Возвращаясь к роли лидера в формировании НШ, заметим, что после отъезда Б.Р. Лазаренко в Москве, по ряду причин, не нашлось авторитетного ученого, сумевшего объединить и координировать работы в области электротехнологий. Поэтому здесь сформировались локальные центры, решающие локальные (в пределах отрасли) научно-производственные задачи со своими лидерами. В то же время научный, организационно-технический и человеческий потенциалы личности Б.Р. Лазаренко были настолько велики, что он, объединив

вокруг себя значительную группу молодых ученых и инженеров, сумел в исторически короткие сроки создать новую школу в Кишиневе, в Институте прикладной физики.

В связи с этим можно лишь условно говорить о Московской НШ электротехнологов, понимая под этим совокупность локальных научных центров и отдельных исследователей, объединенных общим направлением работ.

Эффективный центр электротехнологий был создан в Научно-исследовательском институте технологии и организации производства (НИАТ), который работал на решение технологических задач Министерства авиационной промышленности и позднее разделился на НИАТ и НИИД.

Технологические работы выполнялись под руководством лауреата Ленинской премии, к.т.н. Дмитрия Захаровича Митяшкина – одного из учеников Б.Р. Лазаренко, а после его смерти соответствующий отдел возглавляли В.Ф. Орлов, А.К. Алтынбаев, Б.И. Чугунов. В отделе в разное время работали известные специалисты Е.П. Фортунатов, Г.А. Сычков, С.В. Клопова, А.И. Пчелкин, Н.А. Данильцева, В.А. Погорелов, В.Д. Дыдыкин.

Д.З. Митяшкин написал одну из лучших, на наш взгляд, книг по технологии ЭХРО [11], которая отличалась четкой формулировкой отдельных положений, краткостью и информативностью изложения материала, производственной направленностью.

Конструкторские работы в НИАТ возглавлял Е.И. Влазнев, актуальные и значимые работы в этом направлении выполнили Л.Я. Либов и В.И. Сомонов. В результате их разработок Ржевский электромеханический завод выпустил серию электрохимических станков ЭКУ 150, ЭКУ 151, ЭКУ 1500, ЭКУ 631, ЭКУ 1600, которые широко применялись в отрасли.

Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков (ЭНИМС) включал в свою структуру электрохимическое подразделение (отдел), возглавляемое А.Л. Лившицем. Он пытался стать лидером школы по формальным признакам, однако, по мнению многих ведущих ученых, таких как Б.Р. Лазаренко, Б.Н. Золотых, Ф.В. Седыкин, нарушал некоторые этические нормы поведения и в результате не пользовался вне стен ЭНИМС должным авторитетом. Более полная информация о конфликтной ситуации в мире электротехнологов изложена в воспоминаниях Б.И. Ставицкого и Е.М. Румянцева [12, 13].

Работами в области электрохимической обработки в ЭНИМСе руководил

д.т.н. Иона Иосифович Мороз, создавший коллектив исследователей, в который входили Г.А. Алексеев, Ю.С. Волков, И.Л. Харламов, О.А. Водяницкий, М.А. Моница, Э.Л. Гродзинский, Р.Б. Исакова, В.К. Настасий, В.С. Полуянов и др.

И.И. Мороз – участник ВОВ, завершил ее в звании капитана, награжден орденами и медалями. Будучи высококлассным специалистом, человеком доброжелательным и коммуникабельным, он пользовался заслуженным авторитетом у специалистов. Вместе со своим коллективом он внес в копилку электротехнологий много интересных и важных результатов. Под его руководством написана одна из первых в России книг по электрохимической размерной обработке [14].

Хотелось бы выделить в коллективе И.И. Мороза д.т.н. Ю.С. Волкова. Физик по образованию он глубоко проникся технологической идеологией и решил множество прикладных задач для различных видов электротехнологий. Юрий Степанович стремился охватить электротехнологии с единых методологических позиций. Им впервые предложена обобщенная модель бесконтактного формообразования, широко используемая и в настоящее время [15]. Незадолго до своей кончины, будучи зав. кафедрой электротехники, профессор Ю.С. Волков опубликовал замечательную книгу [16], в которой подвел итоги многолетней работы в области электротехнологий.

Б.Н. Золотых, защитивший в 1968 г. докторскую диссертацию, в которой подведены итоги многолетней научно-исследовательской работы коллектива ЦНИЛЭОМ, с 1965 по 2004 год преподавал в Московском институте электронного машиностроения. Однако говорить о том, что в МИЭМ им была создана научная школа, было бы не совсем корректно, так как отнюдь не все признаки научной школы, сформулированные в статье, были присущи этому коллективу. Впрочем, его научным лидером он, безусловно, был.

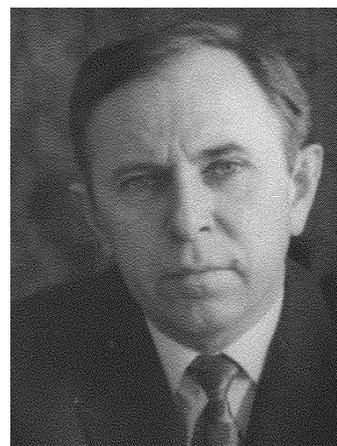
Профессор А.Г. Атанасянц возглавлял группу исследователей, работавших в МХТИ им. Д.И. Менделеева. Здесь были подготовлены 1 доктор и 9 кандидатов наук в области электрохимической размерной обработки. Выполненные работы были ориентированы на решение технологических задач предприятий Министерства среднего машиностроения. Кроме того, в диссертационном Совете МХТИ были защищены докторские диссертации Ю.Н. Кудимовым, Е.М. Румянцевым, Б.П. Саушкиным в области электрохимической размерной обработки.



**Борис Романович
Лазаренко (1910–1979)**



**Борис Никифорович
Золотых (1920–2008)**



**Федор Владимирович
Седыкин (1927–1982)**



**Юрий Николаевич
Петров (1921–1990)**



**Анатолий Георгиевич
Атанасянц (1929–2015)**



**Евгений Михайлович
Румянцев (1935–2002)**

Рис. 1. Лидеры научных школ и руководители центров электрообработки.

В Институте электрохимии АН СССР им. А.Н. Фрумкина существовала лаборатория электрохимии металлов, которая в определенном смысле объединяла и координировала работы в области электрохимии высоких плотностей тока (д.х.н., проф. Б.Н. Кабанов, к.х.н. В.Д. Кашеев, д.х.н. А.Д. Давыдов и др.). Владимир Дмитриевич Кашеев и Алексей Дмитриевич Давыдов стояли у истоков создания основных методик исследования анодных процессов при высокоскоростном электролизе. Так, ими впервые апробирована для этих целей методика вращающегося дискового электрода, получившая в дальнейшем широкое распространение.

В отраслевом технологическом институте Министерства общего машиностроения (ныне ФГУП «НПО «Техномаш») направлением электрообработки руководили к.т.н. М.В. Щербак и к.т.н. В.Х. Постановов, позднее – к.т.н. Ю.П. Астахов и д.т.н., проф. Б.П. Саушкин. Этот центр электротехнологий по инициативе М.В. Щербака и В.Х. Постановова тесно сотрудничал с Ф.В. Седыкиным и его школой. В нем разработан целый ряд технологий и оборудования, оказавших значительное влияние на

развитие производства ракетно-космической техники.

Кроме перечисленных центров электрообработки в Москве успешно работали специалисты, не входившие в специализированные коллективы электрообработчиков. К ним относятся, например, к.т.н. Б.А. Артамонов (ВНИИГПЭ), д.т.н. В.М. Мордохай (КБ «Якорь»), к.т.н. А.В. Глазков (МЭИ), д.т.н. А.Г. Бойцов (МА-ТИ) и др.

Ученик Б.Р. Лазаренко А.Д. Верхотуров, работая в Киеве заведующим лабораторией Института проблем материаловедения АН УССР, в 1984 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Научные основы формирования легированного слоя и создания электродных материалов при электроискровом легировании». Переехав на Дальний Восток, он создал по своей инициативе два академических института (Институт машиноведения и металлургии в Комсомольске-на-Амуре и Институт материаловедения в Хабаровске). А.Д. Верхотуров является создателем научной школы в области электроискрового легирования (ЭИЛ) на Дальнем Востоке, основоположником нового

этапа в развитии науки о материалах – материаловедении, организатором двух академических институтов.



**Анатолий Демьянович
Верхотуров (1936–2017)**

Под научным руководством А.Д. Верхотурова подготовлены и защищены 7 докторских и более 20 кандидатских диссертаций, им опубликовано более 700 научных работ, в том числе 22 монографии. О дальневосточной научной школе подробно рассказано в [17].

Научно-исследовательским коллективом, обладающим всеми признаками научной школы, являлась тульская школа электрообработчиков, руководимая Ф.В. Седыкиным. Особенно хотелось бы выделить таких учеников Федора Владимировича, как д.т.н., проф. Л.Б. Дмитриев, д.т.н., проф. В.И. Филин, д.т.н., проф. В.В. Любимов, д.т.н., проф. Н.И. Иванов, д.т.н., проф. В.К. Сундуков, к.т.н. Ю.А. Белобрагин, к.т.н. В.Г. Шляков, к.т.н. М.Л. Чмир, к.т.н. Г.Н. Панов, к.т.н. В.В. Бородин, д.т.н. С.В. Усов. Эта школа и ее лидер также представлены в [17].

Сильный коллектив электротехнологов сложился в Куйбышеве. Это город, в котором функционировали уникальные по ряду признаков машиностроительные предприятия авиационно-космической отрасли (завод им. М.В. Фрунзе, агрегатный завод, завод «Металлист» и др.). Это город, в котором располагалось ОКБ Генерального конструктора академика Николая Дмитриевича Кузнецова, активно поддерживавшего разработки в области электротехнологий.

Такие профессионалы, как Б.И. Петров, В.А. Шманев, В.Г. Филимошин, В.А. Головачев, В.П. Александров, Ю.А. Сираж, Н.Д. Проничев, Б.Н. Березков и их товарищи заслужили широкое признание своими работами в области электрообработки.

В ОГК-2 моторостроительного завода им. М.В. Фрунзе под руководством Б.И. Петрова были разработаны электрохимические станки серии АГЭ, нашедшие широкое применение в отрасли авиационного моторостроения. В Куйбышеве была издана первая в России книга по электрохимической размерной обработке [18].

Однако единого общепринятого идеологического лидера в Куйбышевском научном центре не было. Поэтому говорить о Куйбышевской школе электрообработки, с точки зрения вышеизложенных признаков школы, было бы не корректно. Следует заметить, что в настоящее время на кафедре производства двигателей летательных аппаратов Самарского научного центра проф. Н.Д. Проничев с коллегами, продолжая и поддерживая традиции, осуществляет широкий фронт исследований по новому направлению наукоемких технологий – технологиям аддитивного формообразования.

В Уфе при наличии всех прочих общих признаков такой лидер, по общему мнению, был. Это к.т.н., доцент А.К. Журавский. В начале 60-х под руководством профессора А.М. Мыздрикова в Уфимском авиационном институте была организована научно-исследовательская лаборатория электрических методов обработки, которая в 1982 году была преобразована в специальное конструкторско-технологическое бюро «Искра». А.К. Журавский стал первым директором и научным руководителем этого СКТБ.

Наряду с проведением научно-исследовательских и опытно конструкторских работ в СКТБ готовили научные кадры – защищают кандидатские диссертации В.С. Гепштейн, А.Е. Винокуров, В.И. Полянин, А.Г. Ахмадиев, К.В. Такунцов и др. Позже в СКТБ появляются доктора наук – это Н.А. Амирханова, З.М. Брусиловский, А.Н. Зайцев, В.Н. Атрощенко.

А.К. Журавский непосредственно руководил работой над диссертациями З.М. Брусиловского, К.В. Такунцова, С.А. Демина, А.И. Полевкина, Р.А. Зарипова, А.Н. Зайцева, Е.Ф. Елагина, В.Н. Серавкина, В.Н. Загорюя. Сам он докторскую диссертацию не защищал, хотя по праву считался лидером и основателем Уфимской школы электротехнологов.

Говоря о роли А.К. Журавского в формировании Уфимской школы электротехнологов, следует отметить такого квалифицированного и много сделавшего исследователя, как д.т.н., профессор Наиля Анваровна Амирханова. Судя по результатам ее работы, можно говорить о Наиле Анваровне как о руководителе Уфимской школы высокоскоростной электрохимической обработки металлов и сплавов.

Она подготовила целый ряд кандидатов наук в этой области, написала (в соавторстве) несколько монографий, успешно преподавала и заведовала кафедрой химии в Уфимском авиационном институте. Наиля Анваровна пользуется большим уважением в среде специалистов по электрохимической обработке.

В Казани единой научной школы по электрообработке не было, а образовались четыре научных центра. Первый из них возглавлял Геннадий Никифорович Корчагин, сначала доцент, а затем профессор и заведующий кафедрой Казанского авиационного института им. А.Н. Туполева. После окончания КАИ Геннадий Никифорович поступил в аспирантуру по кафедре производства двигателей летательных аппаратов, в 1958 году он защитил кандидатскую, а в 1982 – докторскую диссертацию.

Сферой его научных интересов являлась гидродинамика многофазных потоков, формирующихся при анодном растворении металлов в узких межэлектродных каналах. Для экспериментальных исследований на кафедре был создан, апробирован и широко использовался в экспериментах специальный стенд, позволяющий производить скоростную киносъемку гидродинамических процессов в межэлектродном промежутке (16–20 тысяч кадров в секунду). Выявленные физико-технические эффекты позволили Г.Н. Корчагину разработать корректную математическую модель формообразования, экспериментально и теоретически обосновать технические мероприятия позволяющие повысить точность электрохимического изготовления крупногабаритных лопаток компрессора ГТД.

Г.Н. Корчагин был руководителем кандидатских диссертаций Ю.Н. Блощицына (главного инженера Казанского моторостроительного завода), Г.Н. Бабкина, И.Х. Мингазетдинова, В.А. Макарова, Ш.А. Бурчакова и др.

Вторым центром электротехнологий в том же институте руководил Альберт Хамзоевич Каримов, доцент кафедры производства двигателей летательных аппаратов, впоследствии – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной физики. Его научные интересы концентрировались в области теории и практики электрохимического формообразования сложно-контурных поверхностей типа гравюр ковочных штампов. В качестве основного метода повышения точности изготовления лопаточных штампов А.Х. Каримов использовал корректирование формы электрода-инструмента.

Альберт Хамзоевич не только выполнил большой объем экспериментальных работ, но и

совместно с д.т.н., проф. В.В. Клоковым разработал расчетные теоретические модели формообразования и сравнил результаты теоретических расчетов и экспериментальные данные [19]. В качестве практического результата – разработка РТМ и ОСТА, разработка практических рекомендаций и в конечном счете повышение точности заготовок лопаток, получаемых горячей штамповкой.

Третий центр электротехнологий сформировался на механико-математическом факультете Казанского университета вокруг доцента В.В. Клокова, впоследствии д.т.н., профессора. Владимир Васильевич занимался проблемой расчета преимущественно двумерных задач электрохимического формообразования на основе разработанного им математического аппарата.



**Владислав Павлович
Смоленцев – лидер
Воронежской школы**

Четвертый центр возглавлял Владислав Павлович Смоленцев, работавший в Казани заместителем директора по научной работе филиала НИИАТ, а затем – заведующим кафедрой технологии машиностроения и деталей машин Казанского химико-технологического института. В 1972 г. он защитил докторскую диссертацию «Разработка научных основ и методов расчета технологических параметров электрохимической размерной обработки каналов». Научным консультантом у него был Ю.Н. Петров, а оппонировали Б.Н. Лазаренко, Ф.В. Седыкин, А.Ф. Богоявленский. В 1979 году в связи с избранием по конкурсу на должность заведующего кафедрой технологии машиностроения Воронежского политехнического института (ныне Воронежский государственный технический университет) Владислав Павлович переехал в Воронеж, где создал и продолжает развивать воронежскую школу электротех-

нологов, получившую широкую известность и признание научной общественности. Под его руководством стали докторами технических наук В.В. Трофимов, Ю.С. Волков, В.Н. Воронов, В.В. Бердник, М.И. Чижов, А.И. Болдырев, З.Б. Садыков и другие ученые.

Около трех десятков лет Владислав Павлович успешно руководит в Воронеже специализированным Советом по присуждению ученых степеней (ныне – региональный Совет). На сегодняшний день Владислав Павлович является, по мнению авторов, наиболее авторитетным ученым и специалистом в области электротехнологий в России. Он сумел создать и, что самое главное, сохранить и упрочить в трудные времена воронежскую школу электро-технологов.



**Владимир Николаевич Гусев
(1904–1954)**

Ленинград (ныне Санкт-Петербург) является одним из индустриальных и научных центров России. Это, по сути дела, колыбель электрообработки, поскольку В.Н. Гусев – первопроходец российской электротехнологической школы, – работая в начале 50-х начальником лаборатории электрообработки в Ленинградском институте металлов, охватывал все работы по указанной тематике, впервые реализуя обобщенный подход к этому технологическому кластеру в целом [17]. Целый ряд специалистов, работавших с В.Н. Гусевым, после его смерти в 1954 году продолжал работать по этой тематике в других организациях: на заводе им. В.Я. Климова, в НИИ-13, в Институте металлов.

В Ленинграде было создано СПКТБ электрообработки под руководством А.Л. Вишницкого, а позднее А.И. Генералова, в котором трудились до 500 человек. Учеными и инженерами Ленинграда был выполнен целый ряд первоклассных разработок по технологиям электрохимической, ультразвуковой, электроэрозионной,

комбинированной обработки. Широкой популярностью пользовались справочники по электрохимическим и электрофизическим методам обработки, изданные в разные годы под редакцией Л.Я. Попилова, В.А. Волосатова, Е.Ф. Немилова.

В Ивановском химико-технологическом институте д.т.н., профессором Е.М. Румянцевым была создана и эффективно работала школа по электрохимической размерной обработке. До прихода в ИХТИ Евгений Михайлович долгое время создавал новые технологии и оборудование на Ржевском электромеханическом заводе Министерства авиационной промышленности и обладал большим производственным опытом. Это помогло ему быстро освоиться в высшей школе, мобилизовать коллектив кафедры технологии электрохимических производств и создать на базе кафедры научную школу, представленную такими исследователями, как д.х.н. С.А. Лилин, к.т.н. В.М. Бурков, к.т.н. В.И. Волков, к.т.н. О.И. Невский, к.т.н. Т.Ф. Юдина, д.т.н. А.В. Балмасов, к.т.н. Е.П. Гришина и др.

Евгений Михайлович оставил после своего ухода в мир иной книгу воспоминаний о становлении и развитии электротехнологий [13]. В этой книге он сумел дать объективную оценку событиям и людям, создававшим наукоемкие отечественные технологии во второй половине прошлого века.

2.1. Настоящее и будущее научных школ

Социально-экономический катаклизм 90-х годов тяжело обрушился на российскую науку, отбросив большинство ее направлений, в том числе методы и технологии электрической обработки, с ведущих позиций в мировом рейтинге [20]. Наука понесла кадровые потери, часть первоклассных исследователей покинула страну, часть отошла от исследовательской работы. Разрушились налаженные связи науки с производством, резко сократилось финансирование научных исследований [1].

Интерес к проблеме идентификации научных школ возник в связи с инициированием программы поддержки ведущих научных школ (Постановление Правительства РФ «О грантах Президента Российской Федерации для поддержки научных исследований молодых российских ученых – докторов наук и государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации» (№ 633 от 23 мая 1996 г.). Программа сыграла позитивную роль, хотя результаты ее реализации и подвергались справедливой критике [21, 22].

Эта поддержка была вызвана бедственным состоянием российских научных школ на рубеже веков. Дело в том, что какую бы форму организации не принимали научные школы, вне зависимости от стадий становления и истории развития, *они могут существовать только при постоянном внимании администрации, при всесторонней поддержке, в том числе и финансовой*, если это необходимо. Непонимание этого привело к практическому исчезновению многих отечественных научных школ. В этой связи проблема идентификации научных школ стала актуальной по следующим причинам [22]:

- многолетнее существование научных школ доказало эффективное воздействие их на научно-технический прогресс;

- эффективное управление наукой, по существу, сводится к управлению научными коллективами, среди которых была и научная школа как особый случай, способствующий высокой интенсификации труда;

- именно научные школы, являясь многоцелевыми объединениями, обеспечивают наряду с получением новых знаний «воспроизводство» научной культуры в следующих поколениях ученых.

Эти признаки формируют лишь достаточные условия принадлежности к НШ, поэтому вопрос о достоверном отнесении данного научного коллектива к НШ и выделении ему адресной финансовой поддержки остается открытым.

Для его решения сформулированы принципы, выполнение которых дает объективную возможность осуществлять с помощью механизмов финансирования реальное управление развитием и деятельностью научных школ:

1. *Принцип признания научным сообществом актуальности данной научной проблемы;*

2. *Принцип самоидентификации* – финансирование научного коллектива будет означать его готовность решать крупную, актуальную научную задачу;

2. *Принцип конкретики* решаемой актуальной проблемы (четко и внятно сформулированное задание с конкретным результатом и сроками исполнения);

3. *Принцип безусловной ответственности за результат* НИР. Несоответствие полученных результатов затраченным ресурсам означает отказ от финансирования или существенное снижение финансирования последующих исследований данного коллектива;

4. *Принцип исполнительской дисциплины;*

5. *Принцип нулевого отчета*, заключающийся в отказе от практики финансирования НШ под ее сложившийся имидж, под служебное положение руководителя, под сложившиеся в

ней научные авторитеты, под административный ресурс.

На рис. 2 представлена схема, поясняющая естественно-научный путь развития технологической науки на базе системы научных школ. Сердцевиной, ядром данного пути является научный творческий коллектив во главе со своим лидером, формирующий научную школу, отвечающую сформулированным ранее признакам. Ядро окружено информационной оболочкой, формирующей базу знаний школы и перечень востребованных проблем развития научного направления.

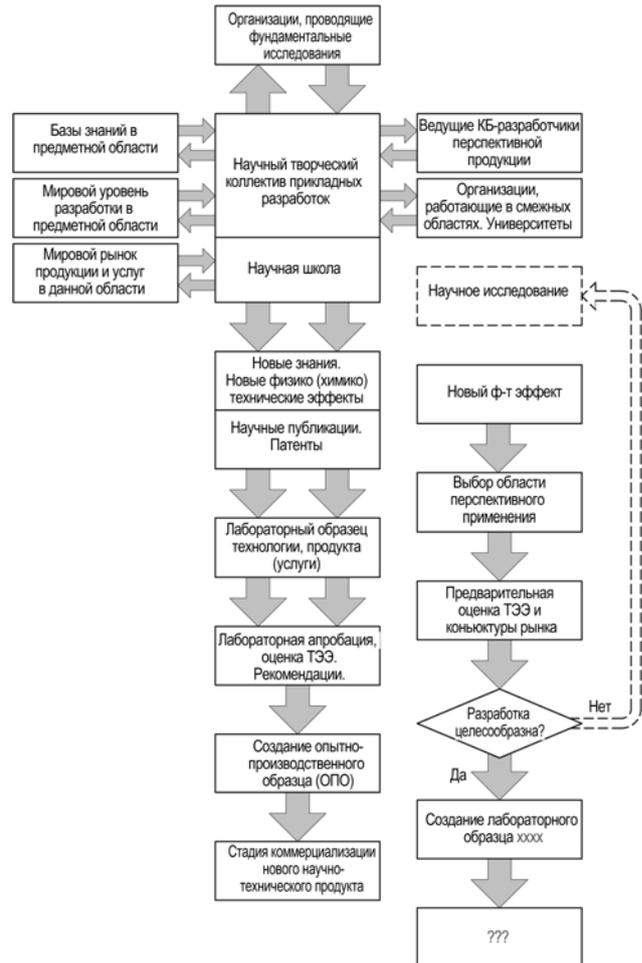


Рис. 2. Естественно-научный путь развития технологической науки.

В основе развития школы лежит прежде всего логика развития основной фундаментальной науки (наук), формирующей базу теоретических знаний, методологию и инструментарий теоретических исследований. Цель этих исследований носит двоякий характер:

- выявление и обоснование новых научно-технических эффектов (например, физико-технических), которые можно использовать в данной предметной прикладной области [23];

- теоретическое обоснование постановки и результатов экспериментальных исследований в прикладной области.

Научно-технические эффекты, явления, новые закономерности и особенности протекания основных процессов дают пищу для размышлений, составляют предмет дальнейших инноваций и вместе с потоком новой информации в области предметной деятельности создают основу для формулирования и постановки проблем и задач развития прикладного направления НШ. Таким образом, протекают процессы появления и развития идей, обусловленные внутренней логикой развития науки. Перечисленные новые знания часто появляются на стадии прикладных исследований, проявляются в виде открытий, изобретений, рациональных нововведений, требующих теоретического обоснования и описания [24].

Научной продукцией являются научные публикации, патенты, научно-технические отчеты, качественный и количественный анализ которых является важной характеристикой и оценкой деятельности НШ.

Вместе с тем прикладная наука всегда нацелена на практическое использование результатов исследований, о чем говорит, например, опыт отечественных НШ в области технологии машиностроения, созданных крупными учеными, такими как И.А. Тиме, В.М. Кован, А.П. Соколовский, А.И. Каширин, В.С. Корсаков, Б.С. Балакшин, А.М. Дальский, П.И. Ящерицин, Ф.С. Демьянюк, А.А. Маталин, Б.М. Базров и многие другие известные российские технологи.

Как справедливо заметил проф. А.П. Соколовский, учение о технологии машиностроения родилось в цехе и не должно порывать с ним связи [25]. Поэтому в большинстве научных школ в области технологии машиностроения получение научной продукции, то есть получение и аккумуляция новых знаний, не являлось и не является самоцелью. Научная продукция используется для продолжения работ вплоть до передачи конкретной разработки на производство в виде технологических рекомендаций, опытных образцов новых или улучшенных технологий, включая средства технологического оснащения и программный продукт.

Для этого после формулирования проблемы, процедура которого описана выше, на этапе научно-исследовательских работ (НИР) проводятся дополнительные исследования, призванные уточнить и обосновать ее наилучшее техническое решение. В ряде случаев такое решение не очевидно, и приходится рассматривать и оценивать несколько решений-альтернатив с последующим выбором наилучшего варианта. Эта работа сопровож-

дается проведением лабораторных исследований на физических моделях, использованием математического моделирования. Как правило, на данном этапе удастся оценить предполагаемые технические характеристики объекта проектирования, произвести предварительную технико-экономическую оценку принятого технического решения.

Полученные данные позволяют разработать техническое задание на проектирование, которое служит основой для проведения этапа опытно-конструкторских работ (ОКР). Проводятся проектные и конструкторские работы, создается технологическая и конструкторская документация, изготавливают и испытывают макеты нового оборудования или технического устройства.

В исследованиях инновационной деятельности этап ОКР рассматривают как границу, за которой следует этап коммерциализации, в том числе маркетинг, тиражирование созданных виртуальных и материализованных нововведений, их расширенное внедрение в производство, продажа и пр. [26]. Обычно из-за недостатка сил и средств на стадии коммерциализации научные школы участвуют опосредствованно (консультации, авторский надзор) и привлекаются другие организации, входящие в инновационную среду.

Таким образом, научная школа в процессе своей деятельности производит технологические инновации и доводит их до стадии коммерциализации, руководствуясь двумя основными принципами:

- внутренней логикой развития науки;
- производственными (общественными)

потребностями в достаточно узкой области предметной деятельности.

Поток таких нововведений, производимых НШ и иными институтами организации совместной деятельности ученых, образует постоянно воспроизводимый рынок инноваций, обеспечивающий инновационную деятельность на последующих стадиях коммерциализации. Образно говоря, директивный путь развития науки обеспечивает управление инновационной деятельностью сверху вниз, а естественно-научный путь – снизу вверх. Очевидно, их разумное сочетание является необходимым условием успешной инновационной деятельности.

В заключение необходимо сказать о том, что деятельность российских научных школ и центров в области электрообработки к настоящему времени, безусловно, видоизменилась. Сократилось их число, снизилось качество

научных публикаций. Многие школы и центры снизили темпы воспроизводства научных кадров. Подтверждением этому является низкий рейтинг российской технологической науки в мировом научном пространстве [1, 20].

Причины этого носят как объективный, так и субъективный характер. Частично эти причины назывались выше, более подробно они анализируются в работе [1]. Будем надеяться, что в обозримом будущем грамотное и эффективное управление страной приведет к росту и укреплению российской экономики, а, следовательно, к повышению качественного и количественного уровня российской науки и образования, в том числе в области наукоемких технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. *Машиностроение в условиях инновационной парадигмы развития производственных систем*. Под ред. Б.П. Саушкина. М.: Московский Политех, 2019. 250 с.
2. Рузавин Г.И. *Методология научного познания*. М.: ЮНИТИ–ДАНА. 2009. 287 с.
3. Иванов В.В. *Стратегические направления модернизации: инновации, наука, образование*. М.: Наука, 2012. 106 с.
4. Ярошевский М.Г. *Логика развития науки и научная школа. Школы в науке*. Под ред. С.Р. Микулинского, М.Г. Ярошевского, Г. Кребера, Г. Штейнера. М.: Наука, 1977. 86 с.
5. <http://informika.ru/text/magaz/newpaper/messedu/cour0010/1800.html> – Электронный ресурс.
6. Павельева Т.Ю. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки*. 2011, (4), 83–90.
7. Павельева Т.Ю. *Научные школы в системе науки: философский анализ*. Автореф. дисс. докт. филос. наук. М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ «СТАНКИН». 2012. 48 с.
8. Грезнева О.Ю. *Высшее образование в России*. 2004, (5), 42–43.
9. Владимиров А.И. *О научных и научно-педагогических школах*. М.: Издательский дом «Недра». 2013. 61 с.
10. Дежина И.Г., Киселева В.В. *Тенденции развития научных школ в современной России*. М.: ИЭПП. 2008. 126 с.
11. Митяшкин Д.З. *Теоретические основы формообразования при электрохимической обработке*. М.: Машиностроение. 1976. 64 с.
12. Ставицкий Б.И. *Из истории электроискровой обработки материалов*. Харьков: ЧФ «ЦентрИнформ», 2013. 104 с.
13. Румянцев Е.М. *Чтобы знали и помнили...* Иваново: Изд-во ИГХТА, 1997. 182 с.
14. Мороз И.И. и др. *Электрохимическая обработка металлов*. М.: Машиностроение, 1969. 208 с.
15. Лившиц А.Л., Волков Ю.С. *Введение в теорию размерного формообразования электрофизико-химическими методами*. Киев: Вища школа, 1978. 120 с.
16. Волков Ю.С. *Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов: учебное пособие*. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 396 с.
17. *Основоположники электрических методов и технологий обработки материалов. Коллективная монография*. Под науч. редакцией Б.П. Саушкина. М.: Изд-во Мосполитеха, 2020. 212 с.
18. *Электрохимическая размерная обработка деталей сложной формы*. Головачев В.А. и др. М.: Машиностроение, 1969. 198 с.
19. Каримов А.Х., Клоков В.В., Филатов Е.И. *Методы расчета электрохимического формообразования*. Казань: Изд-во Казанского университета. 1990. 386 с.
20. Моргунов Ю.А., Полуянов В.С., Саушкин Б.П. *Экономические стратегии*, 2017, (7), 110–119.
21. Дежина М., Егирев С. Ведущие научные школы – российский феномен? Электронный ресурс: http://kapital-rus.ru/articles/article/vedushchie_nauchnye_shkoly_rossijskijfenomen/
22. Розов Н.Х. *Понятие «научная школа» и проблема финансирования науки в России*. М.: Научная цифровая библиотека PORTALUS.RU. Дата обновления 14.11.2007. URL: <http://portalus.ru/modules/shkola/rus> (дата обращения 23.04.2018).
23. Лукьянец В.А., Алмазова З.И., Бурмистрова Н.П. и др. *Физические эффекты в машиностроении*. Справочник. М.: Машиностроение. 1993. 226 с.
24. Капица П.Л. *Эксперимент, теория, практика*. М.: Наука. 1977. 288 с.
25. Соколовский А.П. *Научные основы технологии машиностроения*. М. Л.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. 1955. 515 с.
26. Бухарова М. *Проблемы теории и практики управления*. 2013, (1), 111–119.