

ВЫДАЮЩИЙСЯ ХИМИК-АНАЛИТИК*

В. А. Баровский*, И. А. Тарковская"

Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г.М. Доброва, Национальной академии наук Украины Киев
*** Научный и инженерно-технологический центр биотехнических систем "Сонар" Национальной академии наук Украины Киев*

Анатолий Кириллович Бабко стоит среди украинских ученых-химиков в одном ряду с А.И.Бродским, А.В.Думанским, А.И.Киприяновым, Ю.К.Делимарским, чьи имена составляют гордость украинской химической науки. Патриарх химиков-аналитиков бывшего СССР академик И.П.Алимарин говорил, что считает себя в какой-то мере учеником А.К.Бабко. Академик И.В.Тананаев в своих воспоминаниях об А.К.Бабко (1981 г.) писал: «Трудно сказать, с кем можно сравнить А.К.Бабко в классе коллег мирового значения».

Анатолий Кириллович Бабко родился 15 октября 1905 г. в г. Судженском Томской губернии (ныне Яйский район Кемеровской области) в семье железнодорожника. В 1908 г. его родители переехали в г. Сновск (ныне г. Щорс Черниговской обл.). Еще в школьные годы А.К. особенное внимание уделял естественным наукам. Однако помимо уроков, которые А.К. готовил очень быстро, он много читал, причем увлекался литературой не только художественной, но и специальной, в том числе по гуманитарным предметам – истории, политэкономии, философии. Особенно зачитывался он в те времена диалектикой Гегеля. Главным увлечением А.К. была химия. По семейным преданиям, он начал интересоваться химией чуть ли не с 7 лет – смешивал краски, готовил растворы, удивлялся химическим «чудесам» и восхищался ими. В школьные годы, примерно с 1918 г., в дровяном сарайчике у него была своя химическая лаборатория. Стол, полка с реактивами (соляная, серная, азотная кислоты, щелочи, аммиак, бура и др.), необходимая посуда – колбы, стаканчики, мензурки, ступки, холодильники, собственноручно изготовленный аппарат для получения дистиллированной воды. Создать такую лабораторию ему помогали местные врачи, поощряя его пылкость и целеустремленность. Друг школьных лет А.В. Ларионов писал: «Необходимые препараты он готовил сам. Я был свидетелем, как А.К. где-то достал стружки красной меди и выпаривал с азотной кислотой в чашке над примусом. Восторгу его не было конца, когда раствор окрашивался в синий цвет, а затем постепенно появлялись синие кристаллы... Где только возможно, он доставал металлические стружки – алюминиевые, железные – и готовил из них препараты, пополняя таким образом запасы реактивов своей лаборатории...». Позднее А.К. увлекся качественным анализом и, по свидетельству того же А.В. Ларионова, часто вместо похода на речку А.К. просил его «... намешать несколько солей, растереть в ступке, записать все это в книжку и дать ему определить качественный состав этой смеси. И пока задача не была решена, мы не шли на речку».

* Журнал аналитической химии, 1997, том 52, № 4, с. 425 - 434

В Сновской трудовой школе А.К. учился до 1922 г., но официально ее не заканчивал, а чтобы не терять год, подготовился самостоятельно и сдал в Чернигове экзамен экстерном по курсу средней школы и в этом же году поступил на химико-технологический факультет Киевского политехнического института. О студенческих годах А.К. писал в своих воспоминаниях И.В.Тананаев (в последующем академик), с которым они работали в одной комнате более 10 лет. Жил студент Бабко в скромной частной квартире. Большую часть времени проводил в институте (иногда там и ночевал). У них с И.В.Тананаевым была наибольшая лабораторная комната, в которой они могли проводить опыты для себя, вне учебной программы. И.В. Тананаев писал, что «...этим, в дополнение к увлеченности, необычным, нестандартным чтением лекций (их учителем – Н.А. Тананаевым) по курсам, связанным с различными разделами аналитической химии, и определилось, в конечном счете, намерение заняться аналитической химией».

Благодаря усилиям заведующего кафедрой аналитической химии, талантливого химика-аналитика и педагога Н.А. Тананаева на химфаке КПИ была введена специализация по аналитической химии, в рамках которой "аналитики" должны были выполнять дипломную работу исследовательского характера по аналитической химии в отличие от "технологов", защищавших дипломные проекты, непосредственно связанные с теми или иными заводами. Для "аналитиков" не считалось необходимым сдавать экзамены и зачеты по техническому черчению, архитектурному проектированию, деталям машин и т.п. В свою очередь, "аналитикам" читались необязательные для "технологов" курсы коллоидной химии, радиохимии и др.

А.К., естественно, был в составе группы "аналитиков" и с увлечением и настойчивостью занимался дипломной работой, посвященной разработке объемного метода определения диоксида кремния в силикатах - вопросу, которым до тех пор никто не занимался. И.В. Тананаев наблюдал "...за поэтапным решением задачи, как преодолевались многочисленные затруднения (как у сказочного героя, отрубавшего голову дракону, у которого на их месте выросло десять)". И далее И.В. Тананаев пишет: "В этой первой по настоящему серьезной работе проявился природный талант А.К. (умноженный, следует сказать, на трудолюбие), решившего задачу вполне самостоятельно и оригинально. Лично для меня (И.В.Т.) во многих десятках, возможно сотнях последующих своих научных работ А.К. виделся сквозь призму его дипломной работы, достойной оценки на значительно более высоком уровне, чем было принято формально для диплома... А.К., в сущности, никогда не работал под руководством в обычном смысле этого слова. Даже руководство его дипломной работой со стороны Н.А. Тананаева было чисто формальным. А.К. был всегда переполнен идеями, мыслями о новых проблемах аналитической химии, решая сам поставленные перед собой задачи".

Примечательна его студенческая практика на известном фарфоровом заводе Р.Ф. Кузнецова. Работая там, он сумел разгадать секрет окрашивающего посуду под мрамор состава, который был тайной нескольких поколений старых мастеров. За это А.К. получил ценные подарки - два чайных сервиза (одна чашка чудом сохранилась до сих пор), оригинальное блюдо и денежную премию, позволившую ему впервые на собственные средства приобрести костюм.

После блестящей защиты дипломной работы (1927 г.) А.К. был оставлен ассистентом при кафедре Н.А. Тананаева. Помимо большой педагогической нагрузки, которая, по свидетельству И.В. Тананаева, часто превышала установленную норму (1000 часов и более), активно занимался научной работой. В 1928 г. Анатолий Кириллович поступил в аспирантуру по специальности "аналитическая химия". Эксперименты, особенно длительные, зачастую проводились одновременно с занятиями со студентами, благо студенческие лаборатории находились рядом.

Одной из деталей последних студенческих и первых преподавательских лет было то, что А.К. и И.В. Тананаев проводили платные анализы различных материалов - различных сплавов, особенно баббитов, свинцовых белил, силикатов и даже пива. В проведении этих работ часто помогала жена (Л.А. Бабко). В заказчиках недостатка не было. В те времена аналитиков было очень мало, соответствующих лабораторий тоже. Вначале основную массу заказчиков составляли частники, затем стали обращаться и заводские работники, геологи и др. И.В. Тананаев отмечает, что получение денег за такие работы - это было не самое главное, хотя "молодые ученые редко бывают богатыми". Кроме этого "...приобреталась основательная аналитическая практика, которой обычно не хватает вузовским работникам. Анализы побуждали и к творческой работе, в результате чего по многим анализировавшимся объектам разрабатывались новые методики, рекомендовавшиеся заводам...". Часть заработанных денег (20-40%) по взаимному соглашению отчислялась на приобретение научной литературы для кафедры. Покупались многие новые книги, в том числе иностранные. За сравнительно короткий срок подборка специальной литературы в этой лично-общественной библиотеке стала шире и современнее институтской.

И.В. Тананаев пишет: "... Возник вопрос о переводе некоторых книг. Мало кто знает, что первый перевод "Объемного анализа" Кольтгоффа был сделан А.К. и мною...". Правда, перевод этот не был издан, поскольку, как ответили молодым ученым в издательстве, "книгу предполагают издать в Москве". Такая книга действительно вышла, но на несколько лет позже. Однако качество перевода было отличное, и киевское издательство заказало молодым ученым перевод нескольких немецких и английских книг на украинский язык. Это было сделано на том же высоком уровне (в переводах помогала Л.А. Бабко), однако издание украинских переводов тоже не состоялось по той же причине - со ссылкой на "центр". Правда, гонорар заплатили. На эти деньги состоялась первая туристическая поездка в Крым.

На кафедре аналитической химии царила творческая атмосфера, которая исходила от заведующего кафедрой Николая Александровича Тананаева. Самого Н.А. Тананаева в 1908 г. на химический факультет КПИ пригласил выдающийся химик-неорганик и физико-химик Л.А.Писаржевский. Кафедра аналитической химии КПИ была создана в 1922 г. В двадцатые-тридцатые годы она была крупнейшим исследовательским центром, в котором сформировался как химик-аналитик А.К. Бабко.

В 1934 г. А.К. перешел на кафедру аналитической химии Киевского университета, где работал доцентом. С 1937 г. он одновременно работал в Институте общей и неорганической химии АН УССР. В 1937 г. А.К. защитил кандидатскую диссертацию "Изучение ализарината алюминия", а в 1940 г. - докторскую диссертацию "Изучение процессов комплексообразования к применению внутрикомплексных соединений в колориметрии". С 1941 г. и до конца жизни А.К. руководил отделом аналитической химии Института общей и неорганической химии АН УССР. Во время войны, пребывая вместе с институтом в эвакуации в Уфе, он выполнял важные работы для оборонной промышленности. В частности, в 1941 г. он занимался изучением цветных и редких элементов, встречающихся в уральских месторождениях, консультировал заводские лаборатории Уфы. В 1942-1943 гг. изучал приборы зажигания авиамоторов, работал в области организации контроля производства некоторых новых сплавов.

С 1944 по 1960 г. заведовал кафедрой аналитической химии Киевского университета и до последних дней работал профессором этой кафедры. Сразу после войны Анатолий Кириллович стал общепризнанным лидером химиков-аналитиков Украины и одним из ведущих химиков-аналитиков страны.

Уже отмечалось, что в первые годы своей научной деятельности А.К. Бабко разработал титриметрический метод определения кремниевой кислоты в силикатах. Позже он предложил известковый метод определения щелочных металлов в силикатах и горных породах, фотометрический метод определения церия в виде разнолигандного комплекса с пероксидом водорода и этилендиа-минтетруксусной кислотой.

Одним из первых в СССР (1941 г.) А.К. Бабко с Г.П. Полищук и А.И. Волковой опубликовал работу по определению индия в концентратах. Анатолий Кириллович принял активное участие в работе первой Всесоюзной конференции по аналитической химии, которая проходила в Москве в 1939 г. Он выступил с докладом "К применению внутрикомплексных соединений в колориметрии: изучение определения алюминия посредством ауристрикарбоновой кислоты". Комплексными соединениями и их применением в аналитической химии ученый занимался всю свою жизнь.

В обзоре "Комплексные соединения в аналитической химии", опубликованном в 1945 г. в журнале "Заводская лаборатория" А.К. писал: "На Всесоюзной конференции по аналитической химии (1939 г.) было

указано, что одним из главных направлений в аналитической химии должна быть реализация принципа независимости определений путем использования специфического действия реактивов и подавления нежелательных реакций маскирующими средствами. Если к раствору оксалата прибавить соли алюминия, то такой раствор не дает осадка с ионами кальция вследствие очень малой диссоциации алюминийоксалатного комплексного соединения, концентрация остающегося свободного иона оксалата настолько мала, что не достигается произведение растворимости оксалата кальция. Присутствие железа часто мешает определению многих элементов из-за протекания аналогичных реакций. Однако имеется много реактивов, связывающих железо в комплексное соединение, в результате чего оно устраняется из реакции. Так, например, железо в присутствии фторида, пирофосфата и других комплексообразующих реагентов не дает реакции с роданидом и не выделяет йод из йодистого калия. При определении цинка посредством феррицианида железо связывают пирофосфатом. Этот же реактив применяют при роданидном методе определения кобальта. В других случаях железо связывают в комплексное соединение фосфорной кислотой, фторидом, щавелевой и винной кислотами".

А.К. отмечает, что устойчивость и диссоциация образующихся комплексных соединений зависит от кислотности раствора, в особенности при образовании комплексных соединений металлов со слабыми кислотами, фенолами, красителями типа ализарина. В этих случаях при увеличении кислотности идет разложение комплексного соединения вследствие вытеснения в свободном виде слабой кислоты (или фенола). При увеличении рН возможны два независимых процесса: комплексное соединение может разложиться с выделением гидроксида металла или, наоборот, может произойти образование еще более устойчивого комплексного соединения с увеличением координационного числа. То или другое направление процесса зависит от соотношения произведения растворимости гидроксида металла и константы устойчивости его комплекса. Влияние рН на устойчивость таких комплексных соединений создает дополнительные возможности, которые широко используются в количественном анализе, например при разделении металлов оксихинолином или дитизоном.

Образование комплексных соединений различной устойчивости в то время еще недостаточно использовалось для анализа сложных объектов. Неоднократно делались попытки применить образование малодиссоциирующих групп для прямого титрования. Главную трудность при этом представляет ступенчатая диссоциация комплексных соединений. Наиболее известны координационно насыщенные комплексные соединения. Однако обычно эти же компоненты способны при диссоциации в растворе давать также и комплексные соединения с меньшим координационным числом. Так, при исследовании ртутьгалогенидных комплексов Абега и др. еще в 1903—1905 гг. доказали образование полного ряда комплексных групп: HgCl^+ , HgCl_2 , HgCl_3^- , HgCl_4^{2-} с постоянно увеличивающейся константой ступенчатой диссоциации. Такая схема диссоциации комплексных соединений (и образования их) имеет общий характер. Ступенчатый характер образования комплексных соединений доказан А.К. экспериментально в цикле работ по изучению

оксалатных комплексов алюминия наряду с хлоридными комплексами железа, комплексными соединениями кальция и кадмия с органическими кислотами, аммиачными комплексами.

Особое значение в аналитической химии имеет образование нерастворимых комплексных соединений. Анатолий Кириллович отмечает фторид, применяющийся в разнообразных определениях, а также иодат - ценный реактив для определения редких элементов и комплексные фосфаты и нитриты. Из органических реагентов наибольшее значение имеют те, которые дают внутрикомплексные соединения. 1-нафтол дает нерастворимые феноляты со многими металлами, однако эти соединения легко разрушаются кислотами, сильно гидролизуются, хинолин дает комплексы с некоторыми металлами, однако эти комплексы недостаточно устойчивы. Если же в реактиве находятся рядом обе группы ($=NH$ и $-OH$), то получается известный реактив 8-оксихинолин, который дает с большинством металлов труднорастворимые внутрикомплексные соединения. Введение в 1-нафтол комплексообразующей группы NO дает также ценный реактив - нитрозонафтол. Во внутрикомплексных соединениях металл связан "клевшеобразной связью" с двумя (рядом стоящими) группами реагента, поэтому эти соединения характеризуются увеличенной энергией химической связи, что делает их особенно ценными для анализа.

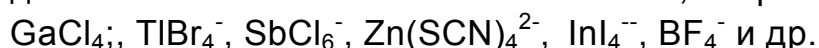
Кроме использования самого процесса образования комплексных соединений для реакций осаждения и растворения Анатолий Кириллович указывает на применение уже готовых комплексных соединений в качестве осадителей. Эта область была недостаточно изучена, хотя имела ряд ценных примеров неорганических реагентов, таких как феррицианид, кобальтонитрит, роданомеркуриат, гетерополикислоты.

А.К. подчеркивал большое значение растворимости многих комплексных соединений в органических растворителях для целей аналитической химии. В то время методы анализа с экстракцией комплексных соединений уже широко разрабатывались. Многие комплексы лучше растворимы в органических растворителях, чем в воде. Экстракция комплексных соединений создает большие возможности увеличения чувствительности реакции, позволяет нарушить в благоприятную сторону сложные условия равновесия в воде фазе: за счет того, что в неводном растворителе диссоциация комплексных соединений обычно уменьшается.

Образование окрашенных комплексных соединений являлось основой многих специфических реакций качественного анализа и большей части методов колориметрии. В этом аспекте А.К. отмечает работы Ф. Файгля в области капельного анализа, работы Л.М. Кульберга в области теории действия органических реагентов и работы Дж. Йоу и Е. Сендела в области колориметрии. Особо подчеркивал А.К. тот факт, что для специфичности и чувствительности реакции, для точности колориметрического определения очень большое значение имеет знание химических условий проведения реакции. В этой области большое

значение имели работы самого А.К. Бабко, С.А. Вознесенского, П.В. Некрасова и В.В. Овсянникова, И.В. Тананаева, И.М. Колтгофа и Е. Сендела. В те годы уже было известно большое значение константы диссоциации комплексных соединений для выбора реагента, его требуемого избытка, и других химических условий проведения реакции. При прочих равных условиях лучшим реагентом будет такой, который дает комплексное соединение с меньшей константой диссоциации, т.е. с большей энергией химической связи, - это обеспечивает желаемый сдвиг равновесия, большую точность и чувствительность определения. За выдающиеся заслуги в развитии аналитической химии и химии координационных соединений Анатолий Кириллович был избран в 1948 г. членом-корреспондентом, а в 1957 - действительным членом Академии наук Украинской ССР.

В 1950 и в 1962 гг. А.К. опубликовал обзоры по применению экстракции в аналитической химии. В этих обзорах он подчеркивал, что применение экстракции имеет большое значение для разделения отдельных компонентов при анализе сложных объектов. Главное преимущество экстракции по сравнению с осаждением заключается в устранении явления соосаждения. Кроме того, в ряде случаев экстракция дает возможность увеличивать чувствительность и точность определения. Анатолий Кириллович отмечал рост числа работ по исследованию экстракции элементов в виде комплексов состава металл-галогенид (роданид) - органическое основание (типа пиридина или основного красителя). Изучались условия образования и экстракции, а также состав извлекающихся соединений и оптические свойства растворов. Среди красителей в экстракционно-фотометрическом анализе широкое распространение получили родамин, бутилродамин, метиловый фиолетовый, кристаллический фиолетовый, бриллиантовый зеленый, малахитовый зеленый, а также метиленовый голубой. Экстракция при помощи этих красителей использовалась главным образом для определения различных элементов, находящихся в водном растворе в виде анионов металлокомплексных кислот, например



Особое место в творческом наследии ученого занимали исследования по физико-химическому анализу комплексных соединений в растворе. Указанные исследования обобщены в монографии (1955 г.) и в обзоре, посвященном Курнаковским чтениям (1961 г.).

Ряд трудностей в известной степени задержал применение физико-химического анализа для изучения комплексообразования в растворах. Классические формы физико-химического анализа возникли в борьбе с чисто препаративными методами в химии простых соединений. При ряде общеизвестных достоинств препаративный метод имел серьезные недостатки. В случае многообразия продуктов реакции, особенно когда эти продукты находятся в подвижном равновесии, когда это равновесие легко регулируется изменением температуры или состава, метод физико-химического анализа является, несомненно, более ценным, чем препаративный метод. В настоящее время, писал А.К., почти

общепринято, что состав твердой фазы, выделенной из раствора, часто вовсе не характеризует состояние вещества в растворе. Для характеристики комплексов большинства элементов в растворе также почти общепринятым является применение физико-химического анализа в той или другой форме.

Основные черты и особенности применения физико-химического анализа в указанной области заключаются в следующем:

а) Изучение характеристик комплексов в растворе, так как именно здесь, а не в твердой фазе проявляются свойства комплексов, наиболее важные для теории вопроса и для применения в различных областях.

б) Компоненты и продукты реакции в изучаемых равновесиях являются обычно ионами. При изменении условий отдельные формы не исчезают, меняются лишь доминирующие формы, а также (притом в очень широких пределах) меняется концентрация отдельных форм и свободных ионов.

в) Основным фактором, влияющим на состояние равновесия, является концентрация реагирующих компонентов, а также таких компонентов, которые хотя и не входят в состав образующегося соединения, но представляют своего рода среду реакции. В соответствии с общими положениями физико-химического анализа изучаются не отдельные соединения, а система в целом. В отличие от классических форм физико-химического анализа, концентрация лигандов изменяется иногда на много порядков. В связи с этим в диаграммах равновесия для концентрации часто используется логарифмический масштаб.

Применение принципов физико-химического анализа по отношению к окрашенным соединениям в растворах позволило установить состав многих соединений, а с помощью принципов равновесия разработать основные способы достижения оптимальных условий.

Большое внимание на протяжении всей своей жизни Анатолий Кириллович уделял развитию фотометрического анализа. Он считал, что теория фотометрических методов анализа должна обеспечить такое понимание реакции, чтобы химик мог управлять ею и обоснованно находить оптимальные условия и выбирать наилучший реагент при данном сочетании элементов. Основным требованием к условиям реакции является, очевидно, соблюдение воспроизводимой пропорциональности между общей концентрацией определяемого вещества и оптической плотностью раствора. Между тем в первом периоде развития фотометрии часто не был известен даже состав окрашенных комплексов в растворе. В 30- и 40-е гг. в лабораториях ряда стран, в том числе и на Украине, были установлены основные закономерности образования окрашенных комплексов. Так, в Киевском университете и в Институте общей и неорганической химии АН УССР коллективом исследователей под руководством А.К. Бабко была изучена связь между константой диссоциации окрашенного комплекса и соблюдением указанной выше пропорциональности между общей концентрацией и оптической плотностью раствора. Был подробно изучен химизм реакций и их физико-химические характеристики для некоторых важных групп окрашенных соединений -

роданидных комплексов железа, кобальта, молибдена и других металлов, салицилатных и фенолятных комплексов различных металлов, комплексов с некоторыми металлохромными органическими реактивами. Было показано, что, установив даже небольшое число основных констант, характеризующих прочность связи между металлом и лигандом, можно рассчитать приближенные значения других констант и далее рассчитать диаграмму равновесия, т.е. концентрационные условия образования некоторого семейства окрашенных комплексных соединений. Оказалось, что с помощью таких диаграмм равновесия можно рассчитать оптимальные условия реакции, устранить влияние мешающих компонентов. На основании общих закономерностей, а также новых данных о химизме реакций была написана монография (в соавторстве с А.Т. Пилипенко) "Колориметрический анализ" (1951 г.). В отличие от зарубежных монографий того времени, все методики в указанной монографии обоснованы физико-химическими характеристиками реакций и химическими свойствами окрашенных соединений.

А. К. Бабко развил и широко внедрил метод изомолярных серий, посредством которого были установлены состав и устойчивость многих комплексных соединений в растворах.

Анатолий Кириллович первым предложил объективный критерий для выбора реагентов в фотометрическом анализе. Эта проблема возникла в 60-е годы, когда на каждый элемент было предложено несколько (иногда - несколько десятков) реагентов и одной из главных трудностей для заводского работника стал выбор между описанными в литературе реагентами. Для характеристики чувствительности методики наиболее важен молекулярный коэффициент светопоглощения (ϵ) и разница ($\Delta\epsilon$) между соответствующими величинами для комплекса и реагента при оптимальной длине волны. Для оценки точности и надежности фотометрического определения предложено рассчитывать абсолютную и относительную разницу максимумов спектра поглощения комплекса и реагента.

Аналогичные характеристики удалось найти и для люминесцентных реакций. Очевидно, что чувствительность люминесцентных реакций может быть объективно определена как произведение величины, характеризующей поглощение света (ϵ), и величины, показывающей степень превращения поглощенной энергии в световую эмиссию. Последнее свойство соответствует величине квантового выхода люминесценции.

При изучении взаимодействия трех комплексообразующих компонентов обычно применяли схему конкуренции, когда третий компонент вытеснял один из первых двух из координационной сферы. Однако со временем во многих лабораториях было показано, что нередко наблюдается взаимодействие по типу "кооперации", в результате чего образуется комплекс, содержащий все три компонента, при этом, как правило, возрастает чувствительность аналитической реакции.

В 1948 г. в "Журнале общей химии" вышла статья А.К. Бабко с изложением результатов изучения комплекса меди с салициловой кислотой и пиридином. Особенностью этой интересной и важной публикации была оценка перспективности для аналитической химии изучения подобных трехкомпонентных систем.

В 50-60-е годы наиболее широко были изучены и применялись в анализе и технике реакции образования тройных соединений в системе ион металла, органическое основание, электроотрицательный лиганд. Теория и применение этой группы комплексов в фотометрическом анализе системно были изучены А.К. Бабко совместно с М.М. Тананайко и другими сотрудниками. Доклад Анатолия Кирилловича на пленарном заседании секции аналитической химии XX Международного конгресса по чистой химии и прикладной химии в Москве в 1965 г. "Тройные (смешанные) комплексы и их использование в анализе" произвел очень большое впечатление, был отмечен как один из лучших и во многом способствовал популяризации работ по использованию этой группы соединений как в СССР, так и за рубежом.

Со временем углубление знаний в области теории сложных равновесий позволило подойти к вопросу о состоянии и реакционной способности высоковалентных элементов в растворах. Эти элементы широко применяются, имеют ряд ценных свойств, для их выделения из руд и разделения обычно используют водные растворы. В то же время поведение их, в особенности образование их комплексов было изучено мало. В ИОНХ АН УССР А.К. Бабко совместно с Б.И. Набиванцем, В.В. Лукачиной, Г.И. Гридчиной и другими были получены первые значения констант, характеризующих состав и устойчивость ряда комплексов тантала, ниобия, молибдена и других металлов. Для изучения оказалось необходимым применить разнообразные методы, в их числе методы ионного обмена, растворимости, диализа, экстракции и др.

В 1975-1976 гг. И.М. Ориент было проведено наукометрическое исследование творческого наследия А.К. Бабко (Украинский химический журнал, 1976,42, № 10, С. 21068-1073). Мы приводим из этой статьи список часто цитируемых работ А.К. Бабко и его соавторов (по SCI 1965-1974 гг., цитирование свыше 5 раз в году). Как видно из списка, наиболее часто цитировались статьи по изучению высоковалентных металлов в растворах, двойным и тройным комплексам и их применению в аналитической химии, гетерополикислотам, сравнительному изучению органических реагентов.

Было также изучено цитирование восьми книг, написанных А.К. Бабко в соавторстве с А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницким, М.И. Штокало, Л.И. Дубовенко и О.П. Рябушко. Методика заключалась в сканировании ссылок на книги в списках литературы в "Журнале аналитической химии" и журнале "Заводская лаборатория" в 1973-1974 гг. По степени использования за этот период времени книги располагаются в следующий ряд: "Физико-химический анализ комплексных соединений в растворе" (1955), "Фотометрический анализ". Т. 1, (1968), "Физико-химические методы анализа" (1968), "Хемилюминесцентный анализ" (1966),

"Колориметрический анализ" (1951), "Количественный анализ" (1956, 1962, 1968), "Металл-индикаторный метод исследования комплексных соединений" (1969), "Фотометрический анализ" (1974). Наиболее широко цитировалась в указанный период в СССР и за рубежом, несмотря на двадцатилетнюю давность, книга "Физико-химический анализ комплексных соединений в растворе" (К.: Изд-во АН УССР, 1955). Она попадает в число десяти наиболее часто цитировавшихся в 1973-1974 гг. в СССР книг по аналитической химии (книги Шарло, Сендела, Блюма, Яцимирского, Золотова, Бимиша, Гинзбург и др.).

В последние годы жизни Анатолий Кириллович увлекся хемилюминесцентными реакциями и их применением в анализе. Оригинальные работы, выполненные в этой области, легли в основу монографии "Хемилюминесцентный анализ" (1966; совместно с Л.И. Дубовенко и Н.М. Луковской). Была также изучена хемилюминесценция люминола при взаимодействии пероксида водорода с триэтилентетрамином в присутствии солей железа с сульфосалицилальдегидэтилендиамином. Показана роль этих комплексов в хемилюминесценции люминола. На основе изученных реакций разработаны методы определения наногаммовых количеств железа и марганца (совместно с И.Е. Калиниченко). Следует отметить работы, выполненные совместно с А.В.Терлецкой, по разработке хемилюминесцентных методик определения гипохлорита, серебра, палладия и осмия.

Наиболее часто цитируемые работы А.К. Бабко и его соавторов
(по SCI 1965-1974 гг., цитирование более 5 раз в году)

Работа	Литературная ссылка
Изучение состояния молибдата в растворах	Журн. неорг. химии, 1957, т. 2, с. 2085 (с Б.И. Набиванцем)
Железо-салицилатные комплексы	ЖОХ, 1945, т. 15, с. 745
Окрашенные молибден-роданидные комплексы	ЖОХ, 1947, т. 17, с. 642
Изучение фосфорно-титаномолибде-нового комплекса	Журн. неорг. химии, 1961, т. 6, с. 2091 (с Ю.Ф.Шкаравским)
Салицилатные комплексы меди	ЖОХ, 1947, т. 17, с. 443
Оксалатные комплексы тантала	Журн. неорг. химии, 1965, т. 10, с. 865(с В. В.Лукачиной и Б.И. Набиванцем)
Сравнение реактивов для колориметрического определения циркония	Укр. хим. журн., 1960. т.26, с. 514 (с В.Т. Василенко)
Спектрофотометрическое исследование реагентов для определения индия	Журн. анал. химии, 1962, т. 17, с. 698 (с П.П.Кишом)

Применение фосфорно-молибдатов основных красителей для экстракционно-фотометрического определения фосфора	Журн. анал. химии, 1966, т. 21, с. 196 (с Ю.Ф. Шкаравским и В.И. Куликом)
Применение трифенилметановых красителей для экстракционно-фотометрического определения микроколичеств фосфата	Укр. хим.журн., 1967, т.33, с. 951 (с Ю.Ф. Шкаравским и Е.М.Ивашкович)
Экстракционно-фотометрическое определение фосфатов в присутствии силиката и арсената	Журн. анал. химии, 1966, т. 21, с. 1966 (с Ю.Ф. Шкаравским и Е.М.Ивашкович)
Фотометрическое определение ниобия с ксиленоловым оранжевым	Журн. анал. химии, 1962, т. 17, с. 1068 (с В.В. Лукачиной и Б.И.Набиванцем)
Фотометрическое определение циркония	Зав. лаб., 1961, т. 27, с. 640 (с. В.Т. Василенко)
Применение метода изомолярных серий и методов сдвига равновесия с использованием металл-индикаторов для определения состава комплексов	Укр. хим. журн., 1962, т. 28, с. 293 (с М.И. Штокало)

Всю свою творческую жизнь Анатолий Кириллович уделял большое внимание подготовке научных кадров. В 1956 г. он совместно с И.В. Пятницким подготовил учебник по количественному анализу. Одной из особенностей этого учебника было включение в него физико-химических методов анализа. При создании учебника имелось в виду сократить разрыв между уровнем преподавания в вузе и уровнем научных журналов. В тексте учебника было много ссылок на оригинальные работы самих авторов и других известных химиков-аналитиков. Ссылки служили связующим звеном между учебным материалом и новейшими достижениями аналитической химии, приучали студентов к самостоятельному знакомству с периодической литературой.

На протяжении всей своей научной жизни А.К. был тесно связан с заводскими лабораториями. Так, он долгие годы был постоянным консультантом Киевского геологуправления, аналитических лабораторий завода "Большевик", завода имени Артема, мотоциклетного завода, Бучанского стекольного завода. Он также был членом ученого совета Института хлорной промышленности (1959-1964 гг.), одновременно был научным консультантом аналитической лаборатории в том же институте. Заведующая аналитической лабораторией в те годы Г.С. Лисецкая (ученица Анатолия Кирилловича) вспоминает, что эта лаборатория была одной из первых в бывшем Советском Союзе, которая проводила исследования в области аналитической химии следов элементов. Специфика работы требовала концентрирования микрокомпонентов в минимальном объеме. Ученый часто приезжал в институт, его приезд был праздником в лаборатории.

Анатолий Кириллович способствовал проведению республиканских и всесоюзных конференций работников заводских лабораторий. В 1956 г. на республиканском научно-техническом совещании по применению физико-химических методов анализа и органических реактивов в металлургической и металлообрабатывающей промышленности (Днепропетровск, 1956 г.) А.К. выступил с докладом "Задачи аналитической химии в свете решений XX съезда КПСС".

В докладе рассматривалась задача увеличения точности аналитических определений. Это имело в то время большое значение, ибо систематических работ в этом направлении не велось. Даже лаборатория стандартных образцов очень мало занималась изучением точности методов, применяемых для анализа различных материалов. Кроме того, А.К. отметил возрастающее значение для прикладной аналитической химии работ по сравнительному изучению методов анализа. Необходимо было научно обоснованное сравнение различных методов, проведенное со статистической обработкой данных с учетом состава исследуемого материала, количества определяемого элемента, требуемой точности и скорости. Только при этих условиях возможен целесообразный выбор и внедрение новых методов.

Анатолий Кириллович подготовил 49 кандидатов и 9 докторов наук. Их диссертационные темы охватывают многие важнейшие разделы аналитической химии.

Научная школа А.К. Бабко жива. Особенно интенсивно развивается хемилюминесцентный анализ, в этой области подготовлено свыше 20 кандидатских диссертаций. Новое развитие получили работы по исследованию разнолигандных комплексов и их применению в анализе. Интересные результаты получены по лиганд-лигандному взаимодействию, оригинальные направления появились по применению экстракции. Развиваются работы по равновесию комплексообразования в растворах и металл-индикаторному методу. Создан ряд монографий по фундаментальным основам аналитической химии, в которых идеи Анатолия Кирилловича получили развитие. Следует отметить пособие по аналитической химии, написанное А.Т. Пилипенко и И.В. Пятницким, предназначенное для студентов химических и химико-технологических специальностей высших учебных заведений (М.: Химия, 1990 г.).

А.К. Бабко считал, что родные и близкие не могут объективно характеризовать человека. "Даже дочка моя утверждала, что я самый красивый и умный", - шутил он. Поэтому в последующем тексте слово будет предоставлено главным образом его друзьям, коллегам, знакомым, самому ученому.

Незадолго до своего последнего юбилея в 1965 г. в официальном письме с отказом от организации юбилейных торжеств, направленном в Президиум АН Украины, директору ИОНХ АН УССР (где он тогда работал), декану химфака КГУ, А.К. писал:

"...Я вовсе не осуждаю товарищей, которые отмечают свой юбилей, и не считаю это чем-то недостойным... Просто одни люди любят воскресенья, а другие любят разные дни недели. Это не противоречие, а дело вкуса. Я с детства не любил праздников. "Праздником" я могу считать день получения оттисков статьи в журнале, день выхода из печати книги или, например, день Нового года, в котором защитили диссертации 6 моих сотрудников (был недавно такой год).

Однако совершенно очевидно, что день рождения - это не моя заслуга, а моих родителей давно нет, я им ничего не могу подарить.

Прошу Вас не вести по этому поводу никакой обычной работы, а именно: не посылать приглашений, не готовить никаких заседаний, не хлопотать о награждениях... Помещение статьи в "Украинском химическом журнале" я считаю просто неуместным - пока я там работаю редактором. Очень прошу Вас об этом, и мне будет даже веселее - пусть все думают, что мне еще нет 60 лет..."

Юбилейные дни А.К. намечал провести в горах Кавказа (параллельно с чтением курса лекции в Тбилисском университете), однако болезнь помешала его планам.

А вот предыдущий юбилей - 50-летие - ему удался. Он был в это время на конференции по аналитической химии в Алма-Ате, где главный день провел на озере. Там, писал он: "Вместо стен ресторана - красивые скалы. Вместо паркета - камни и голубая гладь озера. Вместо цветов в корзинках - желтые и красные осенние краски деревьев. Вместо оркестра, радио или патефона - тишина гор и слабый шум воды. Вместо торта и шампанского - отличный горный сыр, голубая вода озера, воздух, крепко настоявшийся на горных травах".

Кстати, к подаркам у А.К. отношение было своеобразное. Дарить близким и друзьям он очень любил. Правда, объяснял он это тоже оригинально - тем, что он просто эгоист и делает это исключительно для своего собственного удовольствия, потому что ему просто нравится дарить. Для себя же купленных за деньги подарков он не признавал. Во всяком случае дети или внуки могли доставить ему удовольствие только тем, что было сделано собственными руками.

В автографе подаренной дочери книги (первое издание "Количественного анализа", 1956 г.) А.К. писал: "...бывшему студенту (лаборатория 5, теория 5), будущему ученому (чтобы все - не ниже!)". Через несколько лет (1963 г.) второе издание этой же книги предлагалось уже "...только в обмен (авансом) на ее будущую книгу "Ионный обмен на Необыкновенном Угле". Пожалуй, если бы не эти посвящения, такие книги (И.А. Тарковская "Окисленный уголь", 1981 г. и "Сто "профессий" угля", 1990 г.) возможно, и не появились бы на свет.

Многие ученики А.К. отмечают его доброту, научную принципиальность, титаническую работоспособность. И.В. Пятницкий вспоминает: "Анатолий Кириллович был доброжелательным человеком, принципиальным и честным, требовательным, но справедливым, исключительно работоспособным, крупным и талантливым ученым. Кто-то сказал, что гений - это 1% гениальности и 99% работоспособности.

Это в полной мере относится и к таланту Анатолия Кирилловича. Я всегда завидовал белой завистью этим его качествам, его увлеченности химией, результатам его труда".

Анатолий Кириллович всегда говорил, что успех в каждом деле является функцией затраченного времени; у одного эта функция более простая, а у других - более сложная, но всегда - функция затраченного труда.

Очень многие большие ученые, достигнув определенных степеней, непосредственно экспериментом уже не занимаются, для этого есть аспиранты, соискатели, инженеры, научные сотрудники. А.К. работал экспериментально практически до конца своих дней. При этом бывало и так, что он сам проверял показавшиеся ему сомнительными утверждения рецензируемых работ, а в годы эвакуации в Уфе поздно ночами, когда в лаборатории никого не было, А.К. сам разливал в бутылки зажигательную смесь.

Из воспоминаний Ю.А. Золотова "Оппонент и наставник":

"В начале 60-х гг. я иногда встречал А.К. Бабко в библиотеке нашего института - московского Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского. Он просматривал новые журналы или, может быть, старые, которых он не мог достать в Киеве. Это было как-то необычно, не так уж часто далекие и именитые гости, приезжая в командировку в другой институт, идут в библиотеку. Куда привычнее видеть их на заседаниях или в разговорах. Причем чувствовалось, что Анатолий Кириллович не просто занимал библиотекой "окна" между другими делами: он работал. Из статей Анатолия Кирилловича видно, что он читал много и серьезно..."

...Радуюсь, что А.К. Бабко был оппонентом по моей докторской диссертации. Защита была в конце холодного и темного декабря 1965 г. А.К. поправлялся после тяжелой болезни и не смог приехать на заседание совета, но отзыв прислал. Это было заключение глубокое, умное, оно меня взволновало. Там была и критика, и пожелания. Если вообще бывают критические замечания, приносящие удовлетворение критикуемому, то замечания в этом отзыве были такими: обдуманными, конструктивными, в них была подлинная заинтересованность в развитии объединяющего нас научного направления.

Особый предмет моих добрых воспоминаний об А.К. Бабко - это его письма. В них Анатолий Кириллович - труженик, человек, любящий свое дело, ответственный, очень крупный ученый и заботливый наставник..."

Доклады А.К. на конференциях, совещаниях всегда были глубокими и содержательными. Особенно запомнились друзьям и коллегам выступления в дискуссиях, где он часто находил простые и убедительные примеры, выражения, образы. Так, в частности, И.П. Алимарин, вспоминая общение с А.К. на конференциях, описал случай, когда, чтобы обратить внимание выступавшего на сложность и малую точность предлагавшейся методики, А.К. говорил: "Можно, конечно, взвесить верблюда, затем остричь его и снова взвесить, но не проще ли взвесить саму шерсть?"

Интенсивность труда А.К. была очень высокой. Вот, например, найденный в архиве перечень дел на февраль 1957 г. Планировались обзор в "Успехи химии" о комплексонах, статьи в "Заводскую лабораторию" о развитии аналитической химии за три года и об экстракции, статья в "Вісник АН УРСР" о развитии неорганической и аналитической химии на Украине, доклад на совещании по редким и цветным металлам, а также по аналитической химии Ti и Zr, рецензии на статьи в УХЖ, Зав. лаб., ЖАХ, проект решения ЦК о развитии работ по редким элементам на Украине, отчет о методологической работе лаборатории для комиссии ЦК, отчет о технической пропаганде на заседании бюро отделения АН, о работе комиссии по составлению "Хім. словника". Кроме этого намечалось проведение философского кружка, аспирантской сессии, конкурсной комиссии, командировка в Москву на координационное совещание АН СССР. И это все нужно было сделать лично и сверх основной работы по руководству отделом и кафедрой, встреч с аспирантами, соискателями, приезжими. И такая нагрузка была каждый месяц, каждый год. Естественно, что бесполезные потери рабочего времени на заседания, общение с проверяющими общественниками и т.п. А.К. весьма раздражали. По этому поводу он смеялся: "Висит объявление - состоится лекция о том, есть ли жизнь на других планетах. Надо раньше выяснить, если ли столько же заседаний на других планетах, как у нас. Если есть, лекция теряет всякий интерес".

Несмотря на занятость и колоссальные объемы выполняемой работы, отдыхать А.К. Бабко тоже умел. Выходные дни он обычно проводил с семьей, детьми, внуками. Отдых, естественно, был активным и проходил по-разному в зависимости от настроения, погоды, времени года. Частыми были выезды за город - в лес, на Днепр.

В молодые годы - городским транспортом, потом - на моторной лодке, машиной. А.К. был отличным пловцом, гребцом, аккуратно и мастерски водил машину.

А.К. любил театр - и оперу, и балет, и драму. По выходным часто устраивались семейные (с детьми, внуками) "культпоходы" в театр, иногда в цирк. Интересные концерты и постановки посещались, естественно, и в другие дни недели. Очень любил и глубоко чувствовал музыку. Имел большую фонотеку с записями любимых композиторов, исполнителей, постановок, концертов.

Анатолий Кириллович был высокоинтеллигентным человеком. И.В. Пятницкий пишет: "В наше время слово "интеллигент" приобрело в глазах некоторых людей отрицательный оттенок. Не могу удержаться, чтобы не привести цитату из одной статьи академика Д.С. Лихачева, где он дал блестящее определение понятию "интеллигент". Вот эта цитата: "Лишите подлинно интеллигентного человека полностью его памяти. Пусть он забыл все на свете, не будет знать классической литературы, не будет помнить величайшие произведения искусства, забудет важнейшие исторические события, но если при этом он сохранит восприимчивость к культурным ценностям, эстетическое чутье, сможет отличить настоящее произведение искусства от грубой "шту-ковщины", сделанной чтобы только

удивить, если он сможет восхититься красотой природы, чтобы понять характер и индивидуальность другого человека, войти в его положение, а поняв другого человека, помочь ему, не проявив грубости, равнодушия, злорадства, зависти, а оценить другого по достоинству, - вот это и будет интеллигентный человек". "Вот это и будет Анатолий Кириллович" - скажу я.

Такая характеристика, действительно, полностью относится к Анатолию Кирилловичу, и конечно же, он вдобавок не забыл ни великих произведений искусства, ни классиков литературы, ни всего того, о чем сказано в первой части этого определения. Вот за все это мы уважали и любили Анатолия Кирилловича, вот за такие его качества он и был дорог как человек и как ученый!»