

Настоящие записки, как нить жизни в катализе, химической технологии и химической промышленности наматывались в «клубок». Не все было просто и объяснимо, и это все очень трудно и невозможно описать, поэтому многое осталось вне записок. Они имеют исключительно личное восприятие прошедшего сквозь годы.

Школа

Я родился в Москве 2 (15) сентября 1914 года, жил в районе Тверского бульвара.

Мой отец Гавриил Артемович до первой мировой войны и во время войны на фронте был водителем санитарной машины Московской городской управы. После войны служил водителем автобуса в московском коммунальном хозяйстве (МХК). С 1932 г. пенсионер. Мама Васа Гурьяновна – домашняя хозяйка. Ее отец Гурьянов Гурьян родился в 1850 г. В орловской губернии был крепостным. Умер в 1946 г. все время занимался сельским хозяйством, живя в деревне Гнездилово Болховского района.

Я учился в 10 школе имени Ф. Нансена, которая располагалась в Мерзляковском переулке (вблизи Никитских ворот). Школа была основана в 1906 г. Вначале это была гимназия, в которой учились только мальчики. Затем она стала женской гимназией, и потом в 1910 году это учебное заведение получило статус трудовой политехнической школы. С 1924 года она стала школой девятилеткой с химическим уклоном. Над школой шефствовала Центральная научно-опытная лаборатория (ЦНОЛ) на Садовой улице (впоследствии она стала Институтом ВНИОПИК).

В должности директора школы был талантливый, выдающийся педагог Иван Кузьмич Новиков. Он создал замечательный педагогический коллектив учителей и сохранил лучшие черты дореволюционной гимназии. Физику преподавал лучший педагог Георгий Иванович Фалеев, математику преподавал проф. С.И. Плужников. Сам Иван Кузьмич вел урок “как читать” газету и как относиться к текущим событиям. Среди выпускников школы было много впоследствии выдающихся химиков и физиков: академик, дважды герой соц. труда Б.П. Жуков, члены-корреспонденты М.В. Волькенштейн, С.В. Рытов, академик А.Д. Сахаров и другие, артисты Алексей Баталов, Игорь Ильинский, Миронова и другие. В 1931 году школу преобразовали в 3-

й Московский химический техникум, а затем последний курс перевели в Политехникумом им. Ленина, который я окончил в январе 1932 года по специальности техник-химик-технолог. В школе каждую первую субботу декабря каждого года собирались выпускники школы всех лет на школьный вечер.

Иван Кузьмич хорошо знал всех учеников и выпускников. Я от него в 1942 году получил открытку на фронте с добрыми пожеланиями. С 1967 года 10, а затем 110 школа стала специальной с углубленным изучением испанского языка.

По окончании 3-го хим. техникума (10 школа) в помещении Политехникума им. Ленина в 1932 году, я был направлен Всехимпромом в Гипрохим, здание которого находилось на углу ул. Ильинки и Ипатьевского переуллка. Гипрохим можно считать первым местом моей научной работы, где формировалось мое научное мировоззрение. Здесь были мои первые научные учителя, здесь была школа прикладной науки, роль которой значительна в моей последующей научной деятельности.

Гипрохим

Гипрохим был создан в 1931 году на базе проектной конторы “Химпроект”. В первые годы своего существования Гипрохим был многоотраслевым институтом, в котором разрабатывались проекты основных неорганических и ряда органических производств. На базе отделов Гипрохима в последующие годы организован ряд крупных специализированных институтов и среди них – Гипроазот (в 1933 г., в последующем ГИАП) и Гипрохлор (в последующем Союзниихлорпроект) и другие.

По проектам, разработанным Гипрохимом и его филиалами, созданы все предприятия основной химической промышленности и практически все отдельные производства серной кислоты, серы, фосфорсодержащих удобрений, минеральных солей.

В 1932 г. в Гипрохим пришло много молодежи. Я поступил в серно-кислотный отдел. С самого начала моей работы я окунулся в особенно благоприятную для формирования и воспитания научно-технической молодежи атмосферу, далекой от

формализма и бюрократизма, от чопорности, псевдоакадемизма старших. Для молодежи исключительное значение имело прямое общение со старшими инженерами и профессурой вузов, воспитанных в дореволюционное время и активно принимавших участие в работе Гипрохима: (профессора Н.Ф. Юшкевич, К.Ф. Малин, Д.А. Эгиз, П.М. Лукьянов и др.). Прямое общение проходило не только в стенах Гипрохима, но и на заводах во время пусковых операций и в неформальной обстановке.

В Гипрохиме в 1932 г. я познакомился с Г.К. Боресковым, работавшим в Одесском химико-технологическом Институте. Гипрохим выполнял расчеты и проектные работы для Константиновского контактного серно-кислотного завода, где Г.К. Боресков начинал свои опытные работы. В дальнейшем сотрудничество продолжалось с 1937–1941 гг. в НИУИФе, 1946–1956 гг. в Научно-исследовательском институте имени Л.Я. Карпова, 1959–1976 гг. в Институте катализа Сибирского отделения АН СССР, где я был заместителем директора Института.

В Гипрохиме мне, выпало счастье работать по проектам, предложенным проф. Н.Ф. Юшкевичем по строительству контактных заводов, контактно-башенных систем, получения серы и участвовать в Калате (теперь Кировоград) при пуске получения серы и ряда серно-кислотных заводов.

О Н.Ф. Юшкевиче, его школе и времени.

Н.Ф. Юшкевич, как ученый, инженер-технолог, конструктор, организатор, и руководитель научной школы стоит в первом ряду. Он также руководил широким фронтом работ по химической технологии. Он отличался прямоотой, честностью и полным отсутствием лукавства.

В истории науки проф. Н.Ф. Юшкевич вошел, прежде всего, как физико-химик, инженер химик-технолог. Он внес большой вклад в развитие термодинамики и кинетики химико-технологических процессов. Его работы в области кинетики по изучению влияния диффузионных процессов на скорость реакции относятся к периоду, когда она только начинала формироваться, как самостоятельная наука. Считаю, что успешное промышленное осуществление процесса в оптимальных условиях возможно

лишь на основе знания физико-химии механизма и кинетики процессов при сочетании исследований фундаментального характера с прикладными

Н.Ф. Юшкевичу принадлежит заслуга в решении проблем сырья и катализаторов, определяющих подъем и дальнейшее развитие отечественной серно-кислотной промышленности. В частности для производства серной кислоты решалась проблема использования отходящего сернистого газа уральских медеплавильных заводов в серную кислоту.

Во всех трудах Н.Ф. Юшкевича, начиная с самых ранних, посвященных медной плавке, работам в области кинетики и катализа, до работ по получению серы, явившихся крупным вкладом в развитие химии и химической технологии, четко прослеживается единая нить. Начиная с 1929 г. в СССР в МХТИ им. Менделеева под руководством Н.Ф. Юшкевича и И.Н. Шокина создавался кальциево-ванадиевый и барийванадиевый катализаторы для окисления SO_2 в SO_3 в производстве контактной серной кислоты. В 1931 году на Московском заводе “Нефтегаз” был пущен первый в СССР контактный аппарат, загруженный катализатором Н.Ф. Юшкевича. Разработанный катализатор готовился на Московской катализаторной мастерской фармацевтического завода им. Семашко. Было наработано в 1932 г. – 14 тонн, в 1933 г. – 36 тонн, в 1937 г. – 46 тонн. За это время загружено в контактные аппараты 30 контактных систем. В 1936 г. платина была полностью заменена на действующих заводах СССР ванадиевой контактной массой. Это был факт большой исторической важности для нашей молодой химической промышленности и страны.

Значительное место в деятельности Н.Ф. Юшкевича занимали работы по получению серы из колчедана и сернистого газа. Перед ним и его сотрудниками (В.А. Каржавин и др.) стояла задача изучить термодинамику взаимодействия SO_2 и CO , включая большое число побочных реакций образования CS_2 , COS , H_2S . В 1931 г. в Калате (на Урале) был построен и введен в эксплуатацию опытный завод получения серы из колчедана. По способу Н.Ф. Юшкевича в Германии во время Великой отечественной войны работало 2 завода получения серы: один в Шоппеницах (Силезия) и другой в Нордхаузене.

Н.Ф. Юшкевич в этих и других своих работах широко использовал для расчетов

математические методы, основываясь, прежде всего, на физико-химической сущности протекающих процессов, на детальной внутренней структуре сложного химико-технологического процесса. Н.Ф. Юшкевич вкладывал всю свою энергию и знания инженера-конструктора, ученого и организатора в исключительно важное дело создания отечественного производства серы.

Значительное внимание Н.Ф. Юшкевич уделял созданию промышленности синтеза аммиака, очистки азотно-водородной смеси от окиси углерода промывкой жидким азотом, процессу абсорбции CO_2 водой. Однако после 1937 г. работы проф. Н.Ф. Юшкевича длительное время замалчивались и результаты его работы были присвоены другими профессорами и сотрудниками.

Жизнь и деятельность проф. Н.Ф. Юшкевича показывает, как ученые и инженеры старших поколений, сочетая глубокие знания, многогранную деятельность, высокую гуманность и горячий патриотизм отдавали все свои силы и знания строительству нового социалистического общества.

Как я уже выше указывал, мне посчастливилось с 1932 по 1937 гг. сотрудничать с лабораторией Н.Ф. Юшкевича и осуществлять связь с проектированием каталитических процессов в Гипрохиме. Я принадлежал к младшему поколению сотрудников, испытавших на себе непосредственное влияние Николая Федоровича и его ближайших сотрудников. Меня поражала конкретность и благожелательность с которыми вникал Николай Федорович в деятельность своих сотрудников. Его суждения, как очень цельного человека, были почти всегда интересны и неожиданны. Научно-технические исследования и расчеты в годы работы в школе Н.Ф. Юшкевича вспоминаются с некоторой грустью.

Огромны заслуги Н.Ф. Юшкевича не только в развитии науки и промышленности. Много труда вложил он в подготовку научных кадров и специалистов для химической промышленности, читая лекции в Уральском государственном университете и в институте им Д.И. Менделеева. С 1923 года был заведующим кафедрой ТНВ в МХТИ им. Д.И. Менделеева. Эта кафедра была одновременно кафедрой технического катализа, ОХТ и ТНВ. Н.Ф. Юшкевич читал курс технологии неорганических производств на основе физической химии.

Николай Федорович Юшкевич совместно с Н.Н. Ворожцовым (старшим) создал “Журнал химической промышленности” в 1924 году где он до 1937 года опубликовал 50 статей. Первая статья в первом номере первого тома была статья Н.Ф. Юшкевича.

В лице Н.Ф. Юшкевича мы имели классический образ ученого, высочайший профессионализм, энциклопедичность познаний. Вместе с такими людьми, как-то незаметно, медленно ушло важное понятие «научная школа» в химической технологии. Современная разросшаяся отраслевая наука развивалась, минуя научные школы, а в настоящее время она почти погибла благодаря реформе недоучек, младореформаторов и перевертышей.

Настоящая научная школа – это ведь не одно поколение ученых. Ученики, младшие коллеги – сильнейшие из них – сами становятся учителями, создают собственные школы, повторяя в них все лучшее, что им удалось получить от первосоздателя, главы научной школы. Так, В.А. Каржавин – лауреат Ленинской и Государственных премий СССР создал школу в области решений проблем новой техники, академик Н.М. Жаворонков – Герой Социалистического труда, дважды лауреат Государственной премии СССР создал школу по теоретическим основам химической технологии, проф. И.Р. Кричевский создал школу в области термодинамики химико-технологических систем. М.Х. Карапетьянц – продолжил глубокую связь химической технологии с термодинамикой, строением вещества. И.Н. Шокин зав. кафедрой неорганической химии – был выдающийся специалист в области синтеза катализатора.

Большое влияние на мою работу в области интенсификации башенного способа получения серной кислоты оказал профессор Военно-химической академии Константин Михайлович Малин, который впоследствии стал директором НИУИФ.

Местом первого участия в пуске и анализе промышленного процесса был серно-кислотный башенный цех Воскресенского химического комбината (ВХК) в 1932 г. Это была закупленная в Германии система Петерсена. ВХК был построен для переработки егорьевских фосфатов. В последующие годы под руководством профессора К.М. Малина (НИУИФ) и В.Н. Шульца (МХТИ им. Д.И. Менделеева) работа по интенсификации башенного процесса. Первоначальная производительность

нитрозного процесса составляла 18–22 кг/м³ сутки серной кислоты. Она была увеличена до 45 в 1934 г. и до 100 в 1936 г. успех интенсификации башенного объема определил необходимость интенсификации других агрегатов серно-кислотного цеха.

В лице профессоров В.Н. Ипатьева, С.В. Лебедева, Н.Ф. Юшкевича, К.М. Малина и других и их учеников на самой заре создания советской науки имели пример единства техники, образования, проектирования и управления, к чему мы вновь сейчас стремимся. В 1932 г. начали проводиться расчеты, основанные на глубоких физико-химических закономерностях. Н.Ф. Юшкевич и В.А. Каржавин развили термодинамические и физико-химические основы процессов азотной промышленности и производства серы из колчедана. К.М. Малин создавал методику расчетов в области башенного производства серной кислоты. Под руководством К.М. Малина был выпущен учебник для втузов «Технология серной кислоты и серы» часть первая в 1935 г. и часть вторая в 1937 г., в составлении которых я принимал участие. В учебниках значительное внимание было уделено химико-технологическим расчетам серно-кислотных систем.

Каково же было состояние науки и техники о расчетах и проектировании химической аппаратуры в начале работы в Гипрохиме? Хотелось бы напомнить, что особый вклад в развитие химической технологии и образования внес Д.И. Менделеев в Петербургском технологическом институте с 1860 по 1890 год. Далее идеи Д.И. Менделеева развивал А.К. Крупский. Он первый (в 1909 г.) опубликовал курс химической технологии, процессов и аппаратов, построенный на основе физической химии. Кстати заметить, что ученики А.К. Крупского создали лучшую в мире (для того времени) Тентелевскую контактную серно-кислотную систему. 1 сентября 1897 г. в Петрограде на Тентелевском заводе была введена в эксплуатацию первая контактная система на платиновом катализаторе.

Анализ химических процессов с учетом влияния процессов переноса вещества, тепла и количества движения был впервые проведен также в нашей стране проф. Д.А. Франк-Каменецким. За рубежом эти проблемы начали развиваться только в 1956–1958 гг. и наука о процессах и аппаратах, включая и реакционные процессы получила название Chem. Enj. Sci.

В нашей стране впервые систематический курс основных процессов и аппаратов химической технологии был прочитан И.А. Тищенко в МВТУ. С 1908 г. под руководством Дмитрия Павловича Коновалова вел этот курс в петрозаводском технологическом институте Леонид Философович Фокин и с 1929 г. его ученик Константин Феофанович Павлов. Вышедшая в 1932 г. книга Л.В. Фокина и К.Ф. Павлова «Методы расчета типовой химической аппаратуры» была нашей настольной книгой в Гипрохиме. В этой книге было стремление авторов дать простые методы и формулы для инженеров, не связывая химико-технологические процессы с фундаментальными естественными науками. Профессор Андрей Георгиевич Касаткин в Менделеевском Институте впервые ввел в учебник раздел «Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов», сохраняя инженерный феноменологический опыт расчета химической аппаратуры.

В тридцатые годы все были под впечатлением бурного развития теории подобия, которая успешно применялась в тепло и массопередаче, энергетике, авиации дозвуковых скоростей. Теория подобия широко использовалась в Германии Дамкеллером и в США Босфором. Однако первые же попытки применить теорию подобия к проектированию реакционных устройств были неудачны. Основной причиной отсутствия физического подобия реакторов при изменении масштаба является невозможность сохранения одинаковым влияние физических факторов: процессов переноса вещества и тепла на скорость химического превращения в реакторах разного масштаба. Это обусловлено тем, что основной критерий каталитического превращения – критерий скорости реакции требует для своего постоянства при изменении геометрических размеров изменения линейной скорости реагирующих веществ, в сторону, противоположную той, в которой она должна измениться для постоянства критериев Рейнольдса и Пекле, определяющих гидродинамическое подобие.

Для сохранения постоянства времени контактирования, необходимо постоянство отношения L/V (L – высота слоя, V – скорость реакционной смеси), а для гидродинамического подобия произведения $L.V$.

В науке об основных типовых процессах и аппаратах химической технологии с

самого начала ее развития выпали реакционные процессы – химические реакторы.

Конструкции химических реакторов определяются особенностями химических реакций и не могут считаться типовыми. Поэтому химические реакторы вошли в курсы химической технологии. Теории реакционных процессов и реакторов принадлежит важнейшая роль в химической технологии. Эта роль не только науки, как основы производства, но и как науки фундаментальной наряду с основными типовыми процессами химической технологии. В реакционных процессах и аппаратах значительное место занимают проблемы кинетики реакции, гидродинамики потоков и влияние процессов переноса вещества и энергии на скорость химического превращения.

За рубежом в довоенное время наука развивалась в университетах в отрыве от решения конкретных проблем, так как в фирмах царствовал эмпирический подход, результаты которого тщательно оберегались от конкурентов. Фирмам было достаточно инженерного опыта и интуиции для решения своих задач. В университетах в основном развивалась только теория подобия.

Первая книга в США о процессах и аппаратах была выпущена в 1933 г. Мак Адамсем и была посвящена только теплопередаче. Первый учебник Уокера, Люиса и Мак Адамса, вышедший также в 1933 г., был переведен на русский язык под редакцией К.Ф. Павлова в 1936 г. Основой этой книги служила теория подобия.

В Германии теория подобия развивалась Дамкелларом и Тиле. У нас теория подобия развивалась в школе академика М.В. Кирпичева. В Англии первая монография по химическим реакторам была книга Денбига, вышедшая в 1951 г. Большой вклад в развитие процессов и аппаратов внес в Англии проф. Данквертс в 1953 г. Он рассмотрел реактор идеального смешения и ввел понятие функций распределения времени пребывания в аппаратах и метод трассера для ее определения. Этот метод активно и широко впоследствии пропагандировал О. Левеншпиль в США. Однако метод оказался малочувствительным для анализа работы аппаратуры и не нашел применения в решении промышленных задач.

Появление в 1947 г. в США книги Хоугема и Ватсона по кинетике и катализу ознаменовало появление американской школы по химической инженерной науке

(Chemical Engineering Science), что соответствовало нашей области процессов и аппаратов химических производств, успешно развиваемой в 1930–1940 гг.

В 1955 г. в США начала развиваться школа Амундсона (Amundson) в химической инженерной области (Chemical Engineering). Ее работы объединили ряд крупных исследователей R Aris, Luss, Ray, Carberry и др. Начало систематического развития Chemical Engineering Science было положено в 1957 г. на первой конференции ISCRE (International Symposium on Chemical Reaction Engineering). Второй симпозиум состоялся в 1960 г. в Голландии, а третий в 1964 г. в Англии. В работе последних двух симпозиумов участвовали Георгий Константинович Боресков и я с докладами о математическом моделировании каталитических реакторов. В последующем, каждые два года конференции ISCRE проходили по очереди в США и Европе. 6–8 июня 2004 г. в Чикаго состоялась последняя. На второй и третьей конференциях ISCRE идеи части американских исследователей о всемогуществе «черного ящика» и корреляционных эмпирических зависимостей, которые по их мнению были пригодными для любой сложной системы, считались вредными и были отвергнуты. Слишком много физики и физической химии было спрятано внутри этого черного ящика от инженера. В этот период у нас в Московском химико-технологическом Институте им. Д.И. Менделеева начала расцветать химическая кибернетика.

Большой вклад в развитие Chemical Engineering (химической технологии) внесли James Wei из Массачусетского Технологического института в Кембридже (США), Rutherford Aris из Университета в Миннесоте (США), P.V. Danekwerts из Кембриджа (Англия) и многие другие. Высокую математическую культуру в Chemical Engineering Science внес R. Aris.

Особенно интенсивное развитие Chemical Engineering Science получило в 1973 г. во время нефтяного кризиса. Растущая зависимость промышленности от сырья и носителей энергии требовала сокращения экзозатрат и затрат сырья. Резко возросли затраты на научно-исследовательские (особенно экспериментальные) работы. В настоящее время за почти пятидесятилетнее развитие Chemical Engineering Science превратилась в высокоразвитую зрелую науку о химико-технологических процессах во многих отраслях промышленности (электроника, биотехнология, материаловедение и

др.). 38 томов журнала Chemical Engineering Science отражают историю развития и современное состояние в этой области. Можно сказать, что Chemical Engineering Science находится в расцвете.

Из этого краткого обзора работ за рубежом следует, что развитие Chem. Enj. Sci в нашей стране развивалось раньше, на хорошем уровне, начиная с тридцатых годов и независимо от Запада одновременно со становлением и развитием химической промышленности. Возникает вопрос: каковы причины такого положения?

Некоторая задержка в развитии науки за рубежом в довоенные годы обусловлена высокими барьерами между высшими учебными заведениями и фирмами по сравнению с нашими условиями. Развитие химической промышленности в довоенные годы в нашей стране характеризуется полным единством теории и практики. Ученые химики-технологи не замыкались в стенах лабораторий, они старались нести свои научные достижения в практику. Они не знали различий между чистой фундаментальной и прикладной наукой. В их трудах обе стороны знаний взаимно дополняли и оплодотворяли друг друга, что к сожалению, в последнее двадцатилетие наше успешное развитие науки о процессах и аппаратах утрачено.

В отличие от большинства ученых И.А. Тищенко, Н.Ф. Юшкевич и А.Г. Касаткин были одновременно не только крупными учеными, инженерами химиками-технологами, инженерами-конструкторами, но и организаторами химической промышленности в стране. Их значение мало известно и не понято, в полной мере нашими современниками. Нам необходимо ощутить их научно-технический подвиг в создании теории и практики химической технологии. Необходимо знать и понять события истории первой половины XX века. В этой истории абсолютное большинство наших ведущих профессоров в области химии и химической технологии относились к пассионарной части общества. Большинство профессоров и инженеров были глубоко убеждены, что именно от их деятельности и зависит судьба России. Научно-техническая интеллигенция химиков инженеров-технологов первого поколения искренне приняла новую идеологию, цели и задачи построения социалистического государства. Основные черты интеллигенции – бескорыстие, совестливость, отсутствие жадности денег, образованность, высокая мораль, преданность народу – обеспечивали

воспитание молодежи и активную творческую деятельность.

Молодая советская наука вообще, о химической технологии, процессах и аппаратах в частности неправдоподобно быстро развивалась в труднейших материальных условиях, уверенно достигая, а во многих случаях, превосходя мировой уровень. Основой этих успехов был энтузиазм и патриотизм профессоров, преподавателей, научной молодежи, вызванных общественными патриотическими идеями. Современная молодежь должна понимать, что старшее первое поколение опиралось на гуманистическое мировоззрение в своей деятельности. На плечах нашего народа лежала невиданно трудная задача: преобразовать страну на основе передовых идей во всех отношениях.

Одной из главных предпосылок интеллектуального подъема был энтузиазм и советский патриотизм молодежи. Старшие товарищи прививали им систему ценностей высшей из всего, что знала история. В Советском Союзе решались реальные общенациональные задачи, которые поставила эпоха – форсированная индустриализация народного хозяйства, общий подъем образования и культуры населения.

Следующей причиной нашего преимущества было осуществление коллективных исследований с участием специалистов различного профиля. У нас в то время прибыль и деньги не служили барьером между специалистами. Коллективный интеллект необходим для развития междисциплинарных наук, каким является наука о процессах и аппаратах, и химическая технология. Возможности коллективного интеллекта постоянно возрастают с нарастающей скоростью, тогда как индивидуальный интеллект мало изменяется со временем.

Вспоминая и думая о прошедшем пути, и особенно о довоенных годах, то видишь, что благотворный исторический путь русской науки обусловлен теснейшей связью с развитием производства. Когда наука отходит от решения практически важных задач и от производства то возникает опасность развиваться по линии наименьшего сопротивления.

Именно в этом было величие начального периода развития химической промышленности. Фундамент широкого и глубокого развития науки и техники в

нашей стране начал закладываться в 20-е годы. У нас не было различия между фундаментальной и прикладной науками. Примером может служить производство синтетического каучука. Синтетический каучук по промышленной технологии академика С.В. Лебедева был получен в России впервые в мире. Это произошло в феврале 1934 г. В течение года было построено три завода. Первый из них был введен в эксплуатацию в Ярославле, затем еще два в Воронеже и Ефремове. В 1936 г. был построен завод в Казани. Производство аналогичного продукта в Германии было организовано только в 1937 г., а в США в 1942 г.

Независимый самостоятельный характер нашего развития химической промышленности в довоенные годы отчетливо виден на примерах создания промышленности сернокислотных контактных и башенных систем, суперфосфатных заводов, оборонных предприятий, создание технологических линий большой мощности, развитие кинетики гетерогенных каталитических реакций, – важнейшие черты научно-технического прогресса.

Чтобы наука о катализе развивалась успешно, она должна порождать промышленные каталитические процессы. Только промышленные каталитические процессы делают теорию катализа понятной и очевидной для инженеров-технологов. Только в этом случае ученый приумножает истину о катализе. Если ученый владеет фундаментальными вопросами развития науки о катализе, то, почему бы ему не решать конкретные проблемы на высоком научном уровне. Деление полезно только частное, временное, тактическое, но не стратегическое. Деление науки о катализе на чистую и прикладную могут проводить лишь ограниченные люди. Единство науки и техники, началось с М.В. Ломоносова. Это наше национальное богатство и гордость и ими надо дорожить. Уместно привести слова и Д.М. Менделеева: «Цель науки предвидение и польза». Эти идеи успешно реализовывали академики А.Н. Крылов, Н.Е. Жуковский, П.Л. Чебышев, В.Н. Ипатьев, С.В. Лебедев, Л.И. Мандельштам, И.В. Курчатов, А.А. Андронов, И.Е. Тамм и другие.

Физический факультет МГУ (1935–1941 гг.)

При проектировании сложных химико-технологических аппаратов и систем я остро ощутил недостаток знаний по физике и математике. Поэтому, хотя я был зачислен в 1936 г. на 3-й курс Менделеевского института по рекомендации проф. Н.Ф. Юшкевича, у меня возникло стремление поступить на физический факультет МГУ.

Поступление на физический факультет в 1935 г. было очень трудным. В этом году было отменено обязательное требование для поступающих в ВУЗ иметь трехлетний стаж производственной работы. Физфак располагался в кирпичном корпусе во дворе позади главного старого здания МГУ на Моховой улице. Конкурс был очень большой. Поступали выпускники школ в течение 3-х лет. Поэтому зачисление на 1 курс физического факультета было огромной радостью. Эта радость во много раз возросла, когда я понял, что на физическом факультете состоялась научная школа мирового уровня – школа академика Л.И. Мандельштама. Учебу на физфаке совмещал с работой в Гипрохиме.

В наши молодые годы естественно-научное знание принималось за идеал научного знания вообще, естественные науки имеют дело с реальностью, которая предсказуема. Общественные науки казались менее предсказуемы и поэтому считались менее “научными”. Лучшая часть молодежи шла в естественные и технические науки. Поэтому в последующем мы несли огромные потери и необратимые провалы из-за низкого научного уровня общественных наук поставляющих руководителей государства.

Уже в тридцатые годы было ясно, что XX век становится веком физики, квантовой механики, теории колебаний волн, радиофизики, оптики, нелинейных проблем в аэро- и гидродинамике и в других разделах. Физике удалось в большей степени, чем другим наукам выявить закономерности реального мира. Я предполагал, что наряду с физико-химическими и химико-технологическими знаниями необходимо физико-математическое мышление.

Я думаю, что физика и в XXI веке будет иметь даже большее значение, чем в

минувшем столетии. Решение стоящих задач, особенно в области биофизики, невозможно без широкого спектра знаний физики о законах природы и использования физических методов исследований. Изучение фундаментальных явлений и проблем устойчивого развития человечества, а также нанофизики, нанотехнологии и критических технологий. Большое место займет нелинейная динамика, методы статистической физики в изучении техники и экономики. Методы нелинейной динамики и физики открытых систем универсальны и применимы к многим сферам деятельности человека.

В конце двадцатых и тридцатые годы на физическом факультете Московского государственного Университета возникла группа физиков, главой которой был будущий академик Л.И. Мандельштам. В те годы становления квантовой механики и радиофизики было большой удачей для советской физики создание этой группы в составе талантливых людей с высокой моральной нравственностью: И.Е. Тамма, М.А. Леонтовича, А.А. Андропова, Г.С. Лансберга, С.И. Вавилова и их учеников: С.П. Стрелкова, С.М. Рытова, В.С. Фурцева и других. Высочайший уровень проводимых исследований нелинейных явлений в оптических, радиоволновых, звуковых, гидродинамических областях сочетался с высоким уровнем физико-математического образования. Наиболее характерной особенностью всех научных исследований на физфаке являлось глубокий физический анализ колебательных процессов. Основной целью было развитие физико-математического содержания. Особым праздником для физиков и для нас студентов был московский семинар физиков под руководством Л.И. Мандельштама. На этих семинарах я увидел всех выдающихся физиков. Участвовали и ленинградские физики, а также и зарубежные гости, из которых я запомнил Эренфеста. Это были годы бурного развития физического факультета МГУ.

В России в области естественных наук и математики всегда существовали научные школы, которые в СССР являлись главным достижением и богатством естественных и технических наук. Современная обстановка конкуренции и отвоевывание грантов ведет к уничтожению научных школ.

Какое содержание заключено в словах научная школа? Как я уже указывал при

рассмотрении школы Н.Ф. Юшкевича по химической технологии. научная школа является группой научных работников, возглавляемой крупным ученым, объединенных областью научной работы и ее методом, дающих в науке и технике новое оригинальное направление, характерное для всех сотрудников данной школы. Школой мирового уровня была также школа академиков Л.И. Мандельштама и А.А. Андропова. Я видел на примерах Л.И. Мандельштама, А.А. Андропова, И.Е. Тамма, М.А. Леонтовича сколь велико было влияние этих выдающихся физиков не только на профессиональное понимание физики, но и на моральный облик студентов и аспирантов, стиль и поведение. Их внутренняя духовная независимость, мужественная борьба с А.К. Тимирязевым, Н.С. Акуловым и академиком В.Д. Миткевичем основывалась на высоком интеллекте. Эти качества они пронесли через все годы и оказывали облагораживающее влияние на работу Академии наук СССР. Высокая нравственность школы опиралась на гармоническое сочетание высочайших знаний, опыта, здравого смысла, разума, интуиции. Физический факультет МГУ в довоенное время был школой не только по профессии, но и школой высоких качеств ученых, с вязанных с высокими требовательностью, моральных и этических норм. Для создания школы в области нелинейной физики необходимы были не только умственные способности, но и нравственная ответственность и высокая мораль в коллективе. Нравственность опиралась на гармоническое сочетание знаний, опыта, здравого смысла, разума, интуиции и веры. Это сочетание является источником духовной силы, дающей активную деятельность в достижении благородных целей.

Когда я учился на физфаке МГУ, Игорь Евгеньевич Тамм заведовал кафедрой теоретической физики. Как теоретическая физика, так и он сам обладал притягательной силой, что определило мое решение выбрать эту специальность. Мечтая получить результаты дипломной работы в области теории катализа, что первоначально и определило желание выбрать эту тему работы

В 1932 г. И.Е. Тамм опубликовал работу “О возможных связанных состояниях электронов на поверхности кристалла” (*Physikalische Zeitschrift der Sowjet Union*. 1932, Band I, Heft 6, 733), в которой предсказывалось существование на поверхности кристаллов особых электронных состояний, впоследствии названных таммовскими.

Находящиеся в этих состояниях электроны локализованы непосредственно вблизи поверхности. Собственная функция такого состояния поверхности спадает экспоненциально в обе стороны от разграничивающей поверхности. Находящиеся в этих состояниях электроны как бы прилипают к поверхности.

А.А. Жуховицкий – проф. Физико-химического института имени Л.Я. Карпова после лекции в МГУ в 1938 г. по квантовой химии обратил мое внимание на эту работу и передал мне отписки своей работы “Zur Quantentheorie der Katalyse”, опубликованной в журнале Acta Physicochimica URSS vol 1, 1935 г., № 6, с. 901–912. В результате обсуждения с Таммом возникла возможная тема моей дипломной работы о роли таммовских состояний в реакционной способности поверхности металлических катализаторов. Однако И.Е. Тамм посчитал, что эта работа не созрела для дипломной работы. В это время отсутствовали не только сколько-нибудь надежные экспериментальные данные, подтверждающие существование этих состояний, но и попыток их обнаружить не было. Это было обусловлено отсутствием чистых поверхностей и возможностей проводить экспериментальные исследования при глубоком вакууме, недостижимом в те годы. Темой моей дипломной работы определение помех в электронных, связанных со статистическими флуктуациями, обусловленных дискретной структурой вещества и тепловым движениями носителей зарядов. Электрические флуктуации (шумы) определяют предел чувствительности к внешним сигналам. Я оценил величину флуктуации тока на основе квантовой механики для случая, когда необходимо учитывать квантовые особенности.

Флуктуации – случайные отклонения возникают в проводниках и в отсутствии тока; они связаны с наличием принципиально неустранимых источников собственных шумов.

За последние 30 лет накоплен огромный экспериментальный материал по таммовским состояниям. Сейчас убедительно доказано, что свойства поверхностей кристаллов и процессы на них протекающие определяются, в значительной мере, наличием и характером таммовских состояний и числом заполняющих их электронов. Каталитическая активность, состоящая в образовании химических связей на поверхности, в первую очередь, определяется электронами, находящимися в таммовских

состояниях.

Великая Отечественная война

19 июня 1941 г. я окончил физический факультет с отличием. Учеба продолжалась 6 лет, т.к. одновременно осуществлялась военная подготовка в специальных группах. Традиционно на физфаке подготавливали артиллеристов. Однако наш выпуск подготавливал штурманов для авиации, у кого было хорошее зрение, а остальных готовили младших лейтенантов пехоты.

26 июня я получил повестку явиться в военкомат и 28 июня был зачислен командиром взвода в 252 стрелковую дивизию, организованную для защиты Москвы и располагавшейся под Серпуховом. В одной роте в других взводах командирами были мои друзья физики – однокурсники, также окончившие физфак МГУ: Е. Золотаревский и Л. Скворцов. 5 июля наша дивизия была срочно погружена в эшелоны и была направлена на Западную Двину и вошла в состав 29 армии. 10 июля 1941 г. был первый бой, в котором мы понесли значительные потери. Был убит Е. Золотаревский. Бои на рубеже Западной Двины продолжались до 10 сентября, а затем был перерыв до 30 сентября. 30 сентября началось крупнейшее наступление немецких войск на Москву, продолжавшееся до 5 декабря. Наша армия отступила через Ржев–Старицу–Калинин и фронт стабилизировался только в районе Торжка, оставив 16 октября г. Калинин. С декабря 1941 г. по февраль 1943 г. наша армия находилась в тяжелых непрерывных боях на Ржевском направлении. С марта 1942 г. я был переведен в штаб 29 армии в Отдел снабжения горючим. 20 февраля 1943 г. 29 армия была расформирована и ее штаб тыла был передан в 1 танковую армию в районе г. Калинина под командованием генерал-лейтенанта (в то время) М.Е. Катуква. Я в этой армии начал служить старшим помощником начальника отдела снабжения горючим (ОСГ) танковой армии, а затем стал начальником ОСГ армии; Танковая армия участвовала в 6 фронтальных операциях: Курская битва 6-12 июля 1943 г. (1 оборонительный этап) и 3-23 августа (удар на г. Богодухов (2 этап); 24 декабря 1943 г. – апрель 1944 г. – Житомирско-Бердическая операция к Карпатам (выход на границу СССР, взятие

Черновиц 29/Ш); 13 июля – 21 августа 1944 г. Львовское-Сандомирская операция; 14 января 1945 г. – 3 февраля операция Висла – Одер (освобождение Варшавы); 28 февраля – 28 марта Восточно-Померанская операция (удар на Гдыню); 16 апреля – 2 мая – Берлинская операция. Цена Победы оказалась высокой. Вероятно, она могла быть и меньше, а могла бы и больше, если бы не сильное патриотическое чувство советского народа и его умение воевать. Реальность же такова. какая она есть. Разграблена треть национального богатства СССР; разорено огромное число городов и поселков, сожжено около 100 тысяч сел и деревень; уничтожено 32 тысячи промышленных предприятий. Потеря миллионов, в большинстве случаев, лучших во всех отношениях сынов нашей Родины (из 26 участников войны, окончивших физфак в 1941 г. вернулись только 6 человек) – вот неполный итог потерь советского народа ради того, чтобы отстаивать свою самостоятельность, территориальную целостность и возможность свободно жить современному поколению. Это надо знать и помнить!

После акта капитуляции фашистской Германии наша армия была оставлена в составе оккупационных войск и располагалась в Саксонии. Штаб армии находился в Дрездене. До организации Советской администрации командующий 1 гвардейской танковой армией маршал Михаил Ефимович Катукоев, занял должность генерал-губернатора Саксонии. Штаб армии осуществлял руководство по решению текущих вопросов и проблем. Я как начальник Отдела снабжения горючим армии курировал все заводы синтетического горючего и химических продуктов. В Саксонии располагались несколько крупных химических заводов. Я содействовал представителям министерства химической промышленности в демонтаже химических комбинатов и отправке оборудования в Советский союз.

После победы 1 Гвардейская танковая армия (звание гвардейская получила за Львовско-Сандомирскую операцию) располагалась в г. Дрезден. После окончания войны генерал-полковник М.Е. Катукоев был генерал-губернатором Саксонии, а начальники отделов штаба армии курировали отдельные отрасли. Я отвечал за состояние, демонтаж и работу заводов химической, нефтеперерабатывающей промышленности и искусственного горючего в Саксонии.

Опыт боевых действий 1 Гвардейской танковой армии показал, что танк Т-34

оказался единственным типом танка, который будучи созданным еще до войны, морально не устарел в течение всего времени боевых действий. Более того, он оставался первоклассной боевой машиной на всем протяжении войны. Огромное значение в повышении боевой эффективности Т-34 имела установка на нем 85 мм пушки. Танк получил название Т-34-85. Советские конструкторы и танкостроители блестяще выполнили важнейшую государственную задачу. Это отражало высокую квалификацию, огромный творческий подъем и энтузиазм интеллигенции и рабочих в преодолении трудностей создания социалистического общества до Великой Отечественной войны. Хотелось еще раз подчеркнуть независимый оригинальный путь наших научно-технических решений и достижений.

В штабе 1 Гвардейской танковой армии за время войны под руководством начальника штаба генерала-лейтенанта Шалина Михаила Алексеевича, образовался высококвалифицированный коллектив, обеспечивающий осуществление операций на хорошем интеллектуальном уровне. Оперативные, научно-технические и санитарные службы армии надежно обеспечивали проводимые операции.

Физико-химический институт им. Л.Я. Карпова

После демобилизации моя работа проходила в лаборатории технического катализа физико-химического института имени Л.Я. Карпова и начал заниматься проблемами получения тяжелой воды и защитой атомных установок от взрыва гремучей смеси, образующейся в результате радиолиза воды.

Демобилизоваться мне удалось только после присуждения Сталинской премии за довоенные работы в области производства контактной серной кислоты и запроса Министра химической промышленности СССР М.Г. Первухина в июне 1946 г. Переход к мирной жизни оказался неожиданно трудным. Надо было начинать все с начала с младшего научного сотрудника среди довоенных знакомых, успевших получить во время войны высокие звания, должности и хорошее материальное обеспечение.

В самом начале работы в Физико-химическом институте имени Л.Я. Карпова возник конфликт. В июне 1946 г. по приказу Министра химической промышленности СССР М.Г. Первухина в Институте для разработки промышленного производства тяжелой воды и защиты атомных объектов от взрыва образующейся в ядерных реакторах гремучей смеси были организованы две новых лаборатории: лаборатория технического катализа под руководством Г.К. Борескова и лаборатория разделения изотопов под руководством Н.М. Жаворонкова. Я был зачислен в лабораторию технического катализа. При Институте был также организован межведомственный совет по тяжелой воде под председательством проф. Н.М. Жаворонкова. Я был ученым секретарем Совета. Однако Ученый Совет института, проходивший под председательством В.А. Каргина, по докладу А.А. Жуховицкого – научного руководителя Института не согласился с этим Приказом об организации лаборатории. Ученый совет считал, что новые лаборатории являются технологическими и не отвечают научному уровню и профилю высококвалифицированному научному институту. Это решение отражало глубоко сидящую идеологию академика А.Н. Фрумкина, не признавшего единство теории и практики. Он считал химическую

технологии наукой 2-го сорта. Возникший конфликт рассматривала комиссия во главе с первым заместителем Министра химической промышленности СССР А.Г. Касаткиным. А.Г. Касаткин был ученым, для которого основой научно-технических работ было единство науки и практики, и он не только отменил решение, но и предложил покинуть Институт академику А.Н. Фрумкину и проф. А.А. Жуховицкому, подтвердив необходимость организации лабораторий в Институте. Пренебрежение к химической технологии и промышленности воспиталось у большинства членов отделения АН СССР по химии и сохраняется по сей день.

Отголоском этого было то, что в 1957 г. при организации Сибирского отделения Института катализа и Института органической химии Н.Н. Ворожцова (младшего) были исключены Отделением Общей и технической химии из Новосибирского академгородка, как технологические и не научные, связанные с промышленностью.

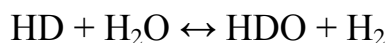
Российский фонд фундаментальных исследований не принимал и не принимает работы по теории и практике химической технологии. За все время существования Отделения физикохимии и технологии неорганических материалов не был избран ни один член-корреспондент и академик от химической промышленности. Такое отношение сохраняется до сих пор: на XVII Менделеевском съезде, прошедшем в Казани в 2003 г. была исключена химико-технологическая секция.

Работа в институте им. Л.Я. Карпова совпала с разработкой и созданием производства тяжелой воды, на чем следует остановиться.

Научный совет по тяжелой воде наметил разработку многих способов получения тяжелой воды в 1945 г. Наиболее быстро был разработан многоступенчатый электролитический метод в сочетании с каталитическим изотопным обменом дейтерием между водой и водородом. По этому методу были построены первые заводы получения тяжелой воды, хотя с экономической точки зрения он не является наилучшим.

Для построения завода тяжелой воды необходимо было решить следующие задачи:

1. Определение коэффициентов разделения;
2. Изыскание катализатора для реакции изотопного обмена



3. Определение кинетики реакции изотопного обмена;
4. Расчет технологической схемы получения концентрированной воды;

Трудность создания производства определялась низким содержанием дейтерия в природной воде (0,015 % атомных.), что требовало перерабатывать в начальной стадии процесса от 10 до 100 м³ сырьевой воды для производства 1 л тяжелой воды. Последняя должна содержать в водороде не менее 99,8 % атомов дейтерия, что требовало построения многоступенчатого каскада из разделительных элементов (РЭ) в которых достигается эффект разделения смеси «протий–дейтерий». В 1946 г. в нашем распоряжении не было достаточного количества обогащенной тяжелой воды для проведения широкомасштабных экспериментальных научно-исследовательских работ.

При разработке промышленного процесса получения тяжелой воды возникла идея пространственных структурных уровней каталитических систем, которая в дальнейшем стала одним из основных принципов математического моделирования каталитических процессов и реакторов.

При разработке производства тяжелой воды мы выделили четыре иерархических уровня: микро (атомно-молекулярный – 1–1000 Å), для определения коэффициентов разделения; мезо (зерно катализатора 1–10 мм) для определения кинетики реакций изотопного обмена; макро (слои катализатора РЭ 1 м – 3 м) и мега уровень завод в целом.

На первом уровне решалась термодинамическая задача. Метод разделения изотопов водорода основан на реакциях изотопного обмена между водородом и водой.

$$\text{Коэффициент разделения } \alpha = \frac{(\text{D}/\text{H})_{\text{водная фаза}}}{(\text{D}/\text{H})_{\text{водородная фаза}}}$$

В области первичного концентрирования (до 5 % дейтерия) основное значение имеет реакция $\text{HD} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HDO} + \text{H}_2$ константа равновесия которой $K_p = \frac{([\text{HDO}]/[\text{HD}])([\text{H}_2]/[\text{H}_2\text{O}])}{}$ равна коэффициенту разделения. Экспериментальное изучение величины в те годы было затруднено, а оно определяло каскад разделительных элементов. Возникла задача теоретического определения константы

равновесия. В 1946 году еще не был разработан метод определения химических равновесий по молекулярным данным. Мы воспользовались связью свободной энергии Гельмгольца F со статическим интегралом $Z.F = -kT \ln Z$ и рассчитали константы равновесия.

Точность определения коэффициента разделения на основе спектральных данных превосходит точность лабораторных данных физико-химических измерений концентрации дейтерия. Поэтому по точности константа равновесия, рассчитанная из статистических сумм молекул, превосходила полученную на основе обычных экспериментальных определений.

Я так подробно останавливаюсь на первой работе в послевоенный период, т.к. она сыграла важную роль в развитии математического моделирования каталитических процессов и реакторов. Положение о том, что результатам математического моделирования можно больше верить, чем экспериментальным результатам, если исходная модель построена на экспериментальных исследованиях более прецизионных, чем обычные экспериментальные исследования на лабораторных и опытных установках.

Катализаторами для реакции изотопного обмена являются металлы VII группы Периодической системы Д.И. Менделеева. В качестве промышленного катализатора был создан высокоактивный никель-хромовый катализатор с развитой внутренней поверхностью и высокой дисперсностью частиц никеля.

Была также разработана технология производства катализатора. Завод по выпуску катализатора был построен без предварительных испытаний и наработок на опытных установках в Чирчике на электрохимическом комбинате еще до пуска основных цехов производства тяжелой воды.

Большой вклад в освоение завода получения тяжелой воды внес заместитель начальника завода по технике Буянов Роман Алексеевич.

С ним я познакомился еще в 1949 г., когда он был студентом физико-химического факультета Московского химико-технологического института им Д.И. Менделеева на кафедре разделения изотопов. Он закончил Институт в 1950 г. и был направлен на работу на Чирчикский электрохимический комбинат, где руководил строительством и

пуском цехов получения тяжелой воды и участвовал в освоении производств. В эти годы мы с ним стали близкими друзьями. Особенно сблизило нас преодоление трудностей нового производства тяжелой воды путем ректификации жидкого водорода, общее понимание и отношение к жизни. Ректификация жидкого водорода при температурах 20–24 градусов Кельвина, один из наиболее эффективных методов. Этот метод был создан в СССР под руководством Президента АН СССР академика Анатолия Петровича Александрова. Тяжелый водород (дейтерий) собирается внизу колонны, а протий отбирается вверху колонны. При указанной температуре возможная примесь кислорода в водороде находится в колонне в виде твердых частичек и в процессе эксплуатации накапливается. Из-за сильных взрывов твердого кислорода в водороде за рубежом не удалось попытаться организовать промышленное производство. Опытная установка ректификации жидкого водорода, построенная у нас, в тихую, в Горловке на химкомбинате в 1950 г., также взорвалась.

Для того, чтобы не было взрыва, академик А.П. Александров полагал, что необходимо чтобы за полгода эксплуатации во всей промышленной колонне разделения изотопов накопилось бы не более 5 грамм твердого кислорода. Это означало, что содержание кислорода в исходном водороде должно быть меньше, чем 10^{-10} долей. В 1953–1955 г. измерить такую концентрацию не представлялось возможным. По существу сама промышленная колонна становилась анализатором. Поэтому единственным методом определения условий достижения тонкой очистки было математическое моделирование процесса взаимодействия водорода с кислородом. Был выбран никельхромовый катализатор, и его активность определялась при низкой температуре на опытной установке в Институте физических проблем АН СССР в области концентрации кислорода, доступной для точного измерения. Был выбран режим области внешней диффузии, когда скорость процесса определялась диффузией кислорода к наружной поверхности зерен катализатора, и когда пористый никелевый катализатор насыщен водородом. Было определено необходимое количество катализатора в реакторе очистки водорода. Кроме того, был принят ряд конструктивных решений аппаратуры, исключающих соприкосновение чистого и грязного водорода в каком либо аппарате. За проведенные работы и освоение

производства Р.А. Буянову, Л.А. Костандову, И.А. Гельперину, мне и другим присвоено звание Лауреата Ленинской премии в 1960 г.

С 1958 г. по 1961 г. Роман Алексеевич продолжал изучать гетерогенные каталитические процессы при низких температурах от -195 до -252 °С. Он изучал конверсию орто-водорода в пара-водород, в объединенном Институте ядерных исследований в г. Дубна, что обеспечило производство водородных ожижителей. С августа 1961 г. Роман Алексеевич становится главным инженером, заместителем директора Института катализа СО АН СССР по научной работе. О его работе в Институте я укажу позже.

Кинетика реакций изотопного обмена и моделирование каскада разделительных элементов были выполнены до начала эксплуатации завода. Весь цикл от исследований до пуска завода в Чирчике занял 2 года. Это был ясный пример разработки промышленного каталитического процесса без опытных установок. Основа такого подхода была начата и разработана в Гипрохиме еще в довоенное время. По этому методу еще в 1939 г. был создан контактный трехслойный аппарат с промежуточными теплообменниками между слоями для контактного производства серной кислоты К-39 который проектировался и конструировался без опытных установок на основе детального расчета. Эксплуатация первого же К-39 на Воскресенском химкомбинате в цехе № 1 показала очень хорошие результаты по производительности – 53 тонны H_2SO_4 в сутки при конечной степени превращения SO_2 0,968. Пусковой подогреватель был отключен уже через сутки после пуска. Впоследствии также без использования опытных установок шла разработка новых аппаратов большей производительности, т/сутки 120 (1950 г.), 240 (1954 г.); 360 (1961 г.), а затем 540 и 1000. За создание этого аппарата присуждена Сталинская премия.

Работа в Институте им. Л.Я. Карпова совпала с научной дискуссией о роли теории резонанса. Теория резонанса это теория строения химических соединений, в основе которой лежит представление о том, что физико-химические свойства молекул могут быть описаны суперпозицией (резонансом) возможных альтернативных структур. Волновая функция молекул по Полингу представляет собой линейную комбинацию

волновых функций структур. Резонанс структур ведет к стабилизации основного состояния молекулы.

Этот подход был полезен особенно для органической химии. Теория резонанса и ее методологические основы критиковались на ученом совете Института. Атака на теорию резонанса была проявлением «лысенковщины». Это для меня был первый пример отсутствия необходимого физико-математического образования у ведущих химиков института и страны. Адепты теории резонанса Я.К. Сыркин и М.Е. Дяткина не могли объяснить смысл математического расчета и разъяснить роль взаимных влияний различных структур.

Это для меня казалось странным. Предполагаемый в теории резонанса способ описания физико-химических свойств в квантовой механике ничему не противоречит, никакого идеализма нет и вообще нет предмета для дискуссии. Дискуссией руководили академик В.А. Каргин и проф. Г.С. Жданов. Из всего коллектива Института мнения об отсутствии предмета дискуссии придерживались только проф. М.И. Темкин и Л.А. Блюменфельд. Ученых, решительно отстаивающих интересы науки и выступающих против идеологического давления на них в Институте, оказалось мало.

Все это свидетельствовало о том, что математическое образование составляет неотъемлемую часть культурного багажа каждого ученого физико-химика и химика технолога. Его отсутствие ведет к крупным ошибкам к псевдонаучному обсуждению типа обсуждения теории резонанса.

Разгром генетики и торжество идеологизированной биологии задали образец для химической науки. Институт имени Л.Я. Карпова был заражен идеологизацией физической химии. В.И. Веселовский, В.Л. Карпов и С.Я. Пшежецкий при активном содействии будущего академика Я.М. Колотыркина объявили также теорию переходного комплекса в химической кинетике махистской теорией и резко выступил против проф. М.И. Темкина, как представителя буржуазной науки. М.И. Темкин являлся наиболее крупным ученым среди всех физико-химиков Института и страны и критика его была аморальной со стороны менее квалифицированных сотрудников Института. Идеологизация научных работ в Институте еще больше усилилась, когда директором Института стал С.В. Кафтанов, отстраненный от должности Председателя

Всесоюзного комитета по делам высшей школы при Совете Министров СССР. Для любителей идеологических разборов настал звездный час. В январе 1953 г. было проведено совещание по гетерогенному катализу. Для анализа состояния проблемы катализа. Г.К. Боресков принял предложение С.В. Кафтanova сделать постановочный доклад без сопротивления. Он взял на себя роль идеолога, критиковавшего теорию катализа в МГУ на химфаке, теорию ансамблей проф. Н.И. Кобозева и теории, развиваемые в Институтах АН СССР. Основная идея доклада о химической сущности катализа была тривиальна и не содержала новых положений, утверждая примитивное положение о приблизительном постоянстве удельной каталитической активности.

В 1946–1952 гг. значительное время было уделено каталитическому взаимодействию водорода с кислородом на различных металлах в связи с обеспечением безопасной работы ядерных реакторов. Впервые была сконструирована проточно-циркулирующая установка для измерения каталитической активности, как в стационарных, так и при нестационарных условиях. Были обнаружены нелинейные явления при протекании реакции на платиновых катализаторах гистерезис, множественность стационарных состояний, отличие скоростей реакции в стационарных и нестационарных условиях. Однако мы не были подготовлены для понимания нелинейных явлений и большой экспериментальный объем результатов измерений не был понят и пропал.

Академик Абрам Исаакович Алиханов создал атомные реакторы на тяжелой воде. Под влиянием излучений тяжелая вода разлагалась в реакторе на D_2 и O_2 образуя гремучую смесь. Поэтому газовая фаза реактора продувалась гелием и из гелия в специальном контуре должна была удаляться гремучая смесь путем каталитического взаимодействия D_2 и O_2 . Для этой цели был создан высокоактивный палладиевый катализатор с высокими пористостью и поверхностью. Из реактора газовая смесь выходила насыщенной парами тяжелой воды. Для того, чтобы не происходила конденсация тяжелой воды в порах катализатора, приводящая к потере каталитической активности, было необходимо подогреть газовую смесь на 20–30 К. Этот подогрев осуществлялся путем теплообмена выходного потока с входящим. Учитывая длительные сроки эксплуатации реактора была необходимость создания в реакторе

избыточного количества катализатора и поверхности теплообмена. Однако это вызывало неустойчивость каталитического реактора и стало необходимо развивать теории устойчивости стационарных режимов и находить пути стабилизации режима. Созданная система успешно проработала несколько десятков лет.

В июне 1954 г. в Обнинске были начаты пусковые работы на первой АЭС. Пуск этой станции мощностью 5000 кВт имел большое историческое значение, отражающее переход к мирному использованию атомной энергии. Горючим служил уран, а замедлителем графит. Тепло, образующееся в процессе ядерной реакции отводилось водой под давлением около 100 атмосфер по каналам небольшого сечения и поступало в парогенератор. Полученный пар подводился к турбине, которая вращала электрогенератор. Это был крупный инженерный эксперимент, в ходе которого определялось оптимальное техническое решение. Одним из вопросов во время пуска являлся вопрос о содержании гремучей смеси в контуре, образующейся в результате радиолиза воды. В контуре был зарезервирован контактный аппарат для удаления гремучей смеси. Однако предварительно испытать каталитическую активность платиновых сеток при параметрах контура не представлялось возможным. В ответственный период – перед пуском – Игорь Васильевич Курчатов и Ефим Павлович Славский возглавляли все приготовления на месте. Они поставили передо мной задачу определять содержание гремучей смеси в воде до и после контактного аппарата в течение двух недель во время увеличения мощности станции. В результате измерений, проводимых каждые 12 часов, выяснилось, что стационарное содержание гремучей смеси в контуре очень мало и не представляет опасности. Оказывается, что при высоком давлении и достаточно высокой температуре скорость рекомбинации водорода с кислородом велика. 27 июня 1954 г. состоялся официальный пуск атомной станции. В настоящее время результаты этих работ никто не знает и не задумываются почему в контурах нет гремучей смеси.

Московский химико-технологический институт им. Д.И.

Менделеева

В 1949 г. по инициативе проф. Н.М. Жаворонкова был создан в Московском химико-технологическом институте им. Д.И. Менделеева физико-химический факультет по подготовке специалистов для использования их в решении задач в области атомной энергии. На этом факультете была организована кафедра № 44 (технология разделения изотопов). Заведующий кафедрой был Г.К. Боресков. Я также принял участие в работе кафедры.

На кафедре сложился квалифицированный коллектив преподавателей, совмещающий свою основную деятельность с преподаванием. Это обеспечило сохранение традиций кафедры ТНВ в тридцатые годы, когда заведующий кафедрой был проф. Н.Ф. Юшкевич. Непосредственный контакт ученых старшего поколения с молодыми обеспечивал быстрый научный рост молодежи. При обучении на кафедре № 44 в читаемых студентам курсах математические методы и актуальные проблемы находили отражение в содержании лекций и семинаров. На семинарах студенты рассчитывали значения коэффициентов разделения, сложные технологические системы разделения и определяли оптимальные каскады разделительных элементов. Сейчас можно подвести итоги. Очень многие выпускники кафедры стали крупными учеными, руководителями, профессорами, членами Академии наук СССР. Большая группа выпускников приехала (г. Новосибирск) в Институт катализа и участвовала как в организации Института, так и в проведении исследовательских работ в Институте и преподавании в Новосибирском Государственном Университете. Это прежде всего, член-корр. АН СССР Буянов Р.А. – заместитель директора Института, проф. В. Поповский, В. Музыкантов, В. Бесков и другие.

Работа в ЦК КПСС

С 1956 по 1959 гг. я работал инструктором сектора новой техники Отдела машиностроения ЦК КПСС. К сектору относились Комитеты Совета Министров СССР по новой технике, изобретательству, стандартизации и метрологии. Работы проводились в тесном контакте с Отделами науки и Отделом химической промышленности ЦК КПСС. Основная работа состояла в подготовке материалов к Пленумам ЦК КПСС и к съездам КПСС по развитию химической промышленности и подготовке соответствующих Постановлений Совета Министров СССР.

Для подготовки материалов по развитию отраслей химической промышленности к съездам КПСС и последующим Пленумам ЦК КПСС, в ЦК КПСС была организована группа под руководством заведующего Отдела химической промышленности ЦК КПСС Виктора Михайловича Бушуева.

Членами группы ЦК КПСС были первый заместитель В.М. Бушуева, Виктор Сергеевич Смирнов, заместитель Министра химической промышленности СССР Георгий Васильевич Уваров и инструктор ЦК КПСС Слинько М.Г.

Предвоенные пятилетки были временем создания в стране, современной для тех лет, химической промышленности. «Третья пятилетка (1938–1942) – пятилетка химии» – так она была названа. Согласно Директивам VIII Съезда ВКП(б) о развитии народного хозяйства СССР в третьей пятилетке (1938–1942 гг.) химическая промышленность должна была стать одной из ведущих отраслей. Было намечено увеличить ее продукцию в 2 раза. Предусматривался среднегодовой прирост ~ 20 % при планируемом годовом приросте всей промышленности лишь 14 %. Выполнение этого огромного плана было нарушено начавшейся в 1941 г. Великой Отечественной войны. Во время Великой Отечественной войны инженеры химики-технологи, работники химической промышленности обеспечивали фронт необходимыми веществами и продуктами.

Война нанесла тяжелейший удар химической промышленности СССР, особенно в зонах оккупации. Довоенный уровень производства важнейших химических продуктов, был достигнут только в 1950 г. Развитие новых химических отраслей в

послевоенные годы в нашей стране, в отличие от Западных стран, не могло осуществляться. В результате к началу 2-й половины 50-х годов наметилось серьезное отставание отечественной химической промышленности от таковой ряда развитых капиталистических стран: США, Англии, Франции, Германии, как по масштабам производства новой целевой продукции, так и по техническому уровню.

Химическая индустрия наряду с металлургией, топливной, энергетической, строительной и машиностроением играет важную роль в решении главной задачи – обеспечение благосостояния народа. Для ликвидации наметившегося отставания. Партия и Правительство наметили широкие перспективы развития химической промышленности и особенно отраслей, связанных с производством синтетических материалов, удобрений. Прошли Пленумы ЦК КПСС по вопросам развития химической промышленности: майский (1958 г.), июньский (1959 г.), июльский (1961 г.) и декабрьский (1963 г.).

На декабрьском (1963 г.) Пленуме ЦК КПСС, проходившем в кремлевском дворце съездов, Президент Академии наук СССР академик М.В. Келдыш в своем выступлении отмечал необходимость широкого внедрения методов математического моделирования химико-технологических процессов разработанных в Сибирском отделении АН СССР для решения проблем развития различных подотраслей химической промышленности.

Программа ускоренного развития химической промышленности, рассмотренная на майском (1958 г.) Пленуме, была утверждена XXI съездом Коммунистической партии Советского Союза, и была заложена в утвержденных съездом контрольных цифрах развития народного хозяйства 1959–1965 гг. За 7 лет в химическую промышленность было вложено около 10 млрд. рублей, или 7 % от общих капитальных вложений в промышленность, что в 2,3 раза превысило капиталовложения в химическую индустрию за предыдущие 40 лет. Важно отметить, что более 90 % прироста химической продукции было получено за счет отечественных разработок.

При подготовке решений Майского Пленума ЦК КПСС 1958 г. появилась возможность включить в Постановление Совета Министров СССР реализацию процессов, разработанных в Институтах Академии наук. Отделение по химическим наукам предложило внедрить процессы получения полиформальдегида,

полипропилена и энанта. Однако, ни один из этих процессов не был освоен промышленностью из-за недостаточной технологической проработки стадий производства полимеров.

По постановлению майского (1958 г.) Пленума ЦК КПСС был создан ряд научно-исследовательских институтов и их филиалов, открыты новые научные проблемные лаборатории в вузах, в центре и районах наибольшего сосредоточения химических производств. Число научных работников за семилетие 1959-1965 гг. увеличилось в несколько раз. Пленумы и съезды коммунистической партии Советского Союза определили химизацию народного хозяйства, как мощный рычаг повышения эффективности производства и на последующие годы. Особенно больших успехов добилась промышленность по производству минеральных удобрений. В 1973 г. по объему производства туков наша страна вышла на первое место в мире, а к концу 1975 г. их выпуск достиг 90 млн. тонн. За девятую пятилетку прирост объема производства удобрений составил 35 млн. тонн, тогда как за первые семь пятилеток было создано мощностей по производству только 32 млн. тонн.

На XXIV Съезде КПСС и последующих Пленумах ЦК КПСС большое внимание уделялось дальнейшему наращиванию мощностей по выпуску химической продукции и особенно минеральных удобрений. В мае 1970 года Министром химической промышленности Л.А. Костандовым был подписан приказ о создании Новосибирского отдела Всесоюзного научно-исследовательского института химических реактивов и особо чистых веществ (ИРЕА), а с 1975 г. на его базе создано Специальное конструкторско-технологическое бюро катализаторов с опытным производством (СКТБ: катализаторов). По согласованию с АН СССР научное руководство деятельностью отдела, а затем СКТБ катализаторов было поручено Институту катализа.

Сибирское отделение Академии наук.

Институт катализа Сибирского отделения АН СССР

Датой создания Сибирского отделения АН СССР считается 18 мая 1957 г., когда было подписано известное постановление правительства. До этого в Отделах ЦК КПСС проводилась большая подготовительная работа. 4 мая 1957 г. состоялось итоговое заседание Бюро ЦК КПСС по РСФСР, где обсуждался вопрос об организации Сибирского отделения АН СССР. Была одобрена инициатива академиков М.А. Лаврентьева, С.А. Христиановича и С.Л. Соболева о развитии фундаментальных исследований в Сибири и было принято решение о создании Сибирского отделения АН СССР. Инициатива создания Академгородка в Сибири являлось подлинным гражданским подвигом академиков. Выбор площадки для Академгородка в Новосибирске был сделан летом 1957 г. на берегу Обского водохранилища, которое еще только заполнялось. Большую помощь в организации Академгородка и содействие в преодолении многочисленных трудностей создания Сибирского отделения АН СССР оказал инструктор отдела науки ЦК КПСС Николай Алексеевич Дикарев.

Сибирское отделение АН СССР организовывалось как крупный комплексный научный центр, объединяющий организационно и территориально институты, работающие по различным направлениям фундаментальной науки (математики, гидродинамики, ядерной физики, теплофизики, биологии, химическим наукам, экономики, геологии, археологии). Предполагалась тесная связь науки с различными отраслями промышленности. Организованные институты должны были служить опорой в развитии промышленности на востоке страны. Подчеркивалось огромное значение математики для развития всех естественных, технических и экономических наук. Главные принципы функционирования Сибирского отделения: развитие естественных и гуманитарных фундаментальных наук на основе физико-математических знаний в единстве с практикой, решением крупных научно-технических проблем; интеграция науки и образования, отбор талантливой молодежи и единство ученых различных поколений. Сибирское отделение становилось первым в Академии наук отделением, организованным по территориальному принципу. В отделение входили и подчинялись непосредственно ему все расположенные в регионе научные учреждения.

«Стиль и организация науки» в СО АН СССР во многом отличались от уклада

московской научной академической деятельности. В СО СССР формировались научные коллективы с новыми идеями, сохраняя лучшие традиции русской науки: высокий научный уровень, неразрывная связь образования и научной работы, объединение людей различных взглядов, различного возраста, взаимодополняющих друг друга, глубокая связь с актуальными проблемами жизни общества. Такое положение создало возможность проводить междисциплинарные исследования, быстро продвигаться в решении важнейших научно-технических проблем и задач. Все это способствовало созданию научных школ, определяющих высокий научный уровень российской науки.

15 августа 1959 г. вступил в строй первый Институт Академгородка г. Новосибирска – Институт Гидродинамики АН СССР. В здании Института расположилось еще пять институтов: катализа, органической химии, теоретической механики и неорганической химии. Институт катализа занимал 2 комнаты.

В помещении школы 1 сентября 1959 г. начал работать Новосибирский государственный университет (НГУ).

В Новосибирский научный центр приехали коллективы научной молодежи во главе с крупными учеными из разных городов, но в основном из Москвы.

В Институтах Академии наук СССР работы по теории катализа занимали центральное место в фундаментальных исследованиях по химии. Были получены выдающиеся результаты в изучении механизма многих каталитических реакций. Однако, лишь очень малая часть работ была направлена на решение промышленных химико-технологических задач.

Проблемы промышленного катализа решались в Отраслевых институтах Министерства химической промышленности СССР. Химическая промышленность испытывала хронический дефицит в хороших катализаторах, необходимых для процессов нефтепереработки, нефтехимии и новых промышленных процессов. В развитых странах Запада происходил в течение 3–7 лет переход на новый более высокий уровень каталитической технологии. У нас этот процесс был замедлен из-за отсутствия новых катализаторов. Многие прогрессивные идеи многих академиком-химиков не были реализованы в СССР и доводились до практики на Западе. Основная

причина такого положения заключалась в отсутствии единства теории и практики, недооценки роли технологии каталитических процессов и химическом отделении Академии наук СССР. К сожалению, такое положение сохранилось по сей день.

В Академии наук не развивалась научная методика перехода от лабораторных измерений к промышленным условиям. Не было понимания, как должен быть поставлен лабораторный эксперимент, чтобы его результаты могли служить основой для проектирования промышленных аппаратов. Возникла острая необходимость создания Института катализа в системе АН СССР, способного решать проблемы промышленного катализа. Однако, в первом Постановлении СМ СССР об организации Сибирского отделения Академии наук в мае 1957 г. в составе Новосибирского Академгородка не значились ни Институт катализа, ни Новосибирский институт органической химии. Это не было случайным. По мнению целого ряда ведущих химиков АН СССР, эти два института не могли быть академическими, т.к. они создавались работниками институтов химической промышленности и предполагалась тесная связь новых институтов с промышленностью. Поэтому было предложено организовать оба эти института в Иркутске.

Выражаясь современным языком, можно говорить, что среди химиков АН СССР того поколения нередко царил неверное понимание соотношения фундаментальной и прикладной науки и преобладало линейное мышление, в котором роль математики в химии сводилась только к проведению расчетов. В частности, поэтому в момент организации химфака (ныне факультет естественных наук) Новосибирского Государственного Университета при приеме студентов-химиков были отменены экзамены по математике. Данное отношение химиков к математике не совпадало с мировоззрением М.А. Лаврентьева. Для М.А. Лаврентьева все точное естествознание, включая математику и технику, существовало как единое целое, и он регулярно подчеркивал огромное значение математики для развития всех естественных, технических и экономических наук. Не часто встречаются ученые, так глубоко и полно владеющие не только своей областью науки, но и одновременно обладающие широким кругозором и огромной энергией в научно-организационной деятельности. Никто отчетливее и острее М.А. Лаврентьева не понимал тогда огромных возможностей

математики и ЭВМ для развития техники и экономики.

М.А. Лаврентьев понимал государственную важность и развитие химической промышленности и катализа. Поэтому во время майского (1958 г.) Пленума ЦК КПСС 6 мая в Свердловском зале Кремля он согласился с предложением включить в решение Пленума ЦК КПСС организацию Института катализа в составе Новосибирского Академгородка. Решением Пленума был создан Институт катализа в составе строившегося Академгородка в г. Новосибирске. Первым его директором был Г.К. Боресков, ставший в 1958 г. членом-корреспондентом РАН, а в 1966 г. действительным членом. Создание такого специализированного института было обусловлено государственным пониманием значения катализа для становления и развития современной химической промышленности. Развитие химической индустрии в решающей степени связано с развитием теории и практики промышленного катализа.

Техноэкономическая эффективность промышленных каталитических процессов и их аппаратное оформление определяются в первую очередь качеством катализаторов. От активности, избирательности и стабильности катализаторов зависят условия проведения и интенсивность процессов, выход и качество целевых продуктов, длительность непрерывной работы завода. Повышение избирательности и активности промышленных катализаторов фактически эквивалентно увеличению мощности действующих установок без капитальных вложений, снижение (вплоть до прекращения) образования побочных продуктов означает повышение качества выпускаемой продукции. Очень важно при этом, что каталитическое действие в принципе не требует затрат энергии.

Для обеспечения комплексного подхода к проблеме разработки новых катализаторов и каталитических процессов, развития фундаментальных исследований в Институте катализа, предусматривались решение следующих задач:

1. Обеспечение единства теории и практики катализа, решение его фундаментальных и прикладных проблем.
2. Создание теории катализа, сочетающей физико-химическую истину с математической строгостью.

3. Широкое применение физических методов исследования процессов, начиная с молекулярного уровня.

4. Изыскание новых высокоэффективных катализаторов и определение их активности в безградиентных условиях.

5. Математическое моделирование реакций, процессов и реакторов на основе исследования кинетики и механизма реакций и ЭВМ.

6. Приготовление и испытание опытно-промышленных партий катализаторов.

В Институт катализа переехала большая часть лаборатории технического катализа научно-исследовательского физико-химического института имени Л.Я. Карпова и выпускники кафедры №44 (технология разделения изотопов) Московского химико-технологического института имени Д.И. Менделеева. В Академгородке торжествовала атмосфера энтузиазма, творческого увлечения общим делом. Уже в первый период были получены научные результаты. Были установлены прямые связи Института с отраслевыми промышленными Институтами.

В 1958 году М.А. Лаврентьев обратился с просьбой в ЦК КПСС откомандировать меня в организуемое Сибирское отделение АН СССР и в 1959 г. я начал работать заместителем директора Института катализа СО АН СССР по науке. Мне еще раз повезло. В момент создания Сибирского отделения АН СССР, когда действительно определялась судьба Академгородка и Института катализа, я попал в среду людей, ученых, полностью и искренне преданных Отечеству, науке, стране. Я вспомнил отголоски юношеского и довоенного идеализма и энтузиазма. Сибирское отделение имело целостность, логичность, целенаправленность, которых не было в московских институтах. В СО АН СССР был надежный ясный стержень чувства долга. В Академгородок приехали:

Андрей Алексеевич Трофимук – крупный ученый в области геологии и организатор науки был первым заместителем Михаила Алексеевича Лаврентьева долгие годы. В 1943-44 гг. в трудные годы Великой Отечественной войны открыл и добыл в Башкирии нефть. В возрасте 32 лет в январе 1944 года стал Героем Социалистического труда. Геологи под его руководством внесли огромный вклад в развитие сырьевой базы страны. Он был активным борцом за чистоту, высокий

уровень и творческий характер науки в СО АН СССР, оставаясь до конца своих дней патриотом своей страны. Ученым и Гражданином.

Академик Сергей Алексеевич Христианович – выдающийся механик нашей страны. С первых лет создания СО АН СССР Сергей Алексеевич работал заместителем председателя Сибирского Отделения. На него было возложено руководство организацией проектирования и строительства Новосибирского научного центра. С.А. основал свой Институт теоретической и прикладной механики СО АН СССР и оказал огромную помощь в строительстве здания нашего Института катализа. Мне приходилось участвовать в работе с Сергеем Алексеевичем по созданию экологически чистых электростанций на базе парогазовых энергетических установок с газификацией топлива и одновременным получением контактной серной кислоты.

Памятны и дороги научные беседы и встречи с академиком Сергеем Львовичем Соболевым, в результате которых он выделил в 1960 г. талантливого молодого научного сотрудника Тадея Ивановича Зеленька для развития математических методов и математического моделирования каталитических процессов.

В первые же дни работы Института математики СО АН СССР была организована группа «Математические методы в катализе» под руководством Т.И. Зеленька. В результате плодотворного сотрудничества этой группы и Отдела кинетики и моделирования Института катализа были разработаны основы математического моделирования каталитических систем и получен ряд принципиально новых результатов об их свойствах.

Тадей Иванович Зеленьк родился 3 сентября 1935 г. в городе Львове. Т.И. Зеленьк ближайший ученик С.Л. Соболева в Академгородке. Т.И. Зеленьк стал крупнейшим специалистом в области дифференциальных уравнений. Ему принадлежит ряд блестящих широко известных результатов по спектральной теории дифференциальных операторов, теории устойчивости решений нелинейных уравнений с частными производными, вариационным принципам в математической физике, математическому моделированию химических процессов и др.

Существенный вклад внесен Т.И. Зеленьком в создание качественной теории нелинейных уравнений параболического типа. Им установлены априорные оценки

решений, доказаны нелокальные теоремы существования и теоремы о стабилизации ограниченных решений к стационарным, получены эффективные критерии устойчивости и дано описание областей притяжения устойчивых стационарных решений. Предложенный им метод обобщенных функционалов Ляпунова позволил во многом завершить качественную теорию автономных квазилинейных параболических уравнений второго порядка. Этот метод успешно используется многими авторами в настоящее время.

Наша совместная работа по разработке проблем математического моделирования каталитических процессов и искренняя теплая дружба продолжалась почти 45 лет. Эта деятельность и сейчас успешно продолжается нашими многочисленными учениками в Институтах математики и катализа СО РАН.

Математические методы, используемые в катализе весьма разнообразны. Однако все они, в значительной мере, связаны с проблемой интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Это естественно, так как именно дифференциальное соотношение лежит в основе динамики каталитических систем.

К сожалению, 6 июля 2003 г. на 68 году жизни после тяжелой болезни безвременно скончался заведующий лабораторией Института математики СО РАН, заведующий кафедрой прикладной математики НГУ, крупнейший специалист в области дифференциальных управлений – профессор Зеленьяк Тадей Иванович.

Нельзя не вспомнить Андрея Михайловича Будкера – директора Института ядерной физики СО АН СССР. Он окончил физфак МГУ в 1941 г. по специальности теоретическая физика и до 1945 г. находился на фронте Великой Отечественной войны в зенитных частях. В 1958 г. в возрасте 40 лет он стал член-корреспондентом РАН и директором, а в 1964 г. – действительным членом АН.

Центральной проблемой Института ядерной физики являлись работы по встречным пучкам. В Институте был впервые в СССР создан источник синхротронного излучения. Открылись новые возможности регистрировать спектры поглощения и изучать строение катализаторов. Этот пример наглядно демонстрирует преимущества создания Сибирского отделения для решения комплексных проблем и использования

современных физических методов для изучения каталитических процессов.

Памятны некоторые эпизоды из партийной жизни Новосибирского научного центра (ННЦ).

В период создания Сибирского отделения во главе парткома Новосибирского научного центра был Георгий Сергеевич Мигиренко, участник Великой Отечественной войны, адмирал флота Советского Союза, лауреат Ленинской премии, специалист в области Гидродинамики и физики взрыва. Он успешно сочетал научную, научно-организационную деятельность с большой общественной работой. Партком содействовал созданию высокой моральной, товарищеской обстановки в Новосибирском Академгородке.

В 1963 г. я был избран секретарем Парткома без освобождения от основной работы заместителя директора Института катализа по науке, сменив Георгия Сергеевича. Партком состоял из ведущих ученых Институты Академгородка. Из всех прошедших событий укажу только один эпизод. 14 декабря 1964 г. Пленумом ЦК КПСС был освобожден от обязанностей Первого секретаря ЦК КПСС и члена Президиума ЦК КПСС Никита Сергеевич Хрущев. В его деятельности имели место проявление субъективизма и волюнтаризма. Накануне вечером 13 декабря мне позвонил первый секретарь Новосибирского Обкома КПСС Ф.С. Горячев, горячий поклонник в прошлом Н.С. Хрущева и предложил вынести решение Парткома СО АН СССР о снятии академика М.А. Лаврентьева с должности Председателя отделения, как ближайшего соратника Н.С. Хрущева. Я не согласился с такой постановкой вопроса, но не мог отказаться от проведения внеочередного заседания Парткома. На следующий день состоялось заседание Парткома. Присутствовали все члены кроме одного. На заседании, решением Парткома мы осудили единогласно поведение Ф.С. Горячева. Отсутствующий член парткома стал в дальнейшем любимым человеком Ф.С. Горячева, который содействовал и обеспечил ему головокружительную карьеру. Я же стал “врагом” Ф.С. Горячева и при очередных перевыборах секретаря Парткома я передал дела члену корреспонденту Анатолию Илларионовичу Ширшову.

С именем Н.С. Хрущева было связано еще одно значительное событие при формировании ННЦ

В 1957 году академик М.А. Лаврентьев пригласил академика Н.П. Дубинина организовать в Новосибирском академгородке Институт цитологии и генетики. Член-корреспондент АН СССР Николай Петрович Дубинин (академиком стал в 1966 г.) успел сформировать научное направление, объединить и собрать специалистов разгромленных школ по генетике, а также привлечь молодежь. В Сибири собралась большая группа генетиков, гонимых Т.Д. Лысенко. Однако и в Новосибирске, продолжать наступать на генетику и настраивал против них Н.С. Хрущева. М.А. Лаврентьев по приказу Н.С. Хрущева, прямо в самолете на пути из Китая, вынужден был снять Н.П. Дубинина с поста директора, а фундамент, уже построенный для будущего здания Института цитологии и генетики был передан Институту катализа, где он располагается в настоящее время. Несколько позже, в 1965 г. для успешного развития научно-исследовательских работ по моделированию каталитических процессов, по указанию академика М.А. Лаврентьева за 9 месяцев был построен специальный корпус математического моделирования.

В последующие годы здание Института цитологии и генетики было построено в другом месте, и Институт возглавил замечательный ученый, фронтовик, типичный представитель ученых руководителей 1-го поколения, человек с высокой моралью нравственностью Дмитрий Константинович Беляев. После отставки Н.С. Хрущева и реабилитации генетики, Д.К. Беляев был избран в член-корреспонденты в 1964 г., в 1972 г стал действительным членом академии наук. Д.К. Беляев сохранил и развил основы, заложенные Н.П. Дубининым.

Научно-техническая деятельность Института катализа охватывала большой круг проблем, некоторые (безусловно не все) из них я хотел бы отметить, и более подробно остановились на работах Отдела кинетики и моделирования.

В Институте разрабатывалась (под руководством Г.К. Борескова) теория предвидения каталитического действия окисных катализаторов в процессах полного окисления, основывающаяся на представлении об определяющем влиянии энергии связи кислорода с поверхностью катализатора. Установленными закономерностями можно было руководствоваться при подборе катализаторов для процессов полного окисления. Оригинальные исследования проводились Александрой Васильевной

Машкиной по различным классам (гетерогенных каталитических) реакций сернистых соединений. Она работала в Институте с первых дней его организации. Под руководством член-корреспондента РАН Романа Алексеевича Буянова успешно проводятся крупные исследования в области процессов дегидрирования бутиленов в дивинил, изоамиленов в изопрен, этилбензола в стирол. Романом Алексеевичем разработана принципиально новая теория кристаллизации малорастворимых гидроксидов и оксидов, развита теория образования полиядерных гидроксокомплексов и конденсированных систем малорастворимых гидроксидов, исследована физикохимия их эволюции.

Роман Алексеевич одним из первых получил результаты в области спиновой химии. Он разработал теоретические представления о механизме действия гетерогенных катализаторов в реакции низко-температурной конверсии ортоводорода в пара-водород. Наряду с большой научно-исследовательской работой Роман Алексеевич вел большую научно- организационную работу, как в Институте, так и в научных организациях Советского Союза. Роман Алексеевич оказал огромное влияние на создание в Институте высоконравственной обстановки. Наша дружба в Институте стала еще крепче и продолжается до сих пор уже более 50 лет.

За прошедшее время в Институте катализа разработано много марок катализаторов и носителей, а также каталитических процессов парциального окисления углеводородов, дегидрирования, полимеризации мономеров, окислительного аммонолизапропилена, окислительного дегидрирования, очистки газо-источных вод и другие. Изучены моим ближайшим сотрудником, другом и последователем в области математического моделирования Валерием Александровичем Кирилловым каталитические процессы в трехфазных системах. Я искренне благодарен ему за продолжающееся активное научное сотрудничество в области математического моделирования каталитических реакторов до сих пор.

Работы по математическому моделированию каталитических процессов с помощью ЭВМ были сосредоточены в Отделе кинетики и моделирования института, где я был заведующим.

Развитие отдела и решение научных задач было тесно связано с развитием

технической базы и прежде всего с развитием средств математического моделирования.

Машина МН-7, ламповая аналоговая моделирующая установка которая допускала проводить решение системы нелинейных обыкновенных уравнений до шестого порядка. Она применялась еще в Институте имени Л.Я. Карпова В.Б. Скомороховым (до его переезда в Новосибирск) в 1958 году для моделирования экзотермической гетерогенной каталитической реакции окисления этилена до окиси этилена в трубчатом реакторе идеального вытеснения с внешним охлаждением. Это был первый опыт в мире математического моделирования каталитического процесса на электронных машинах. Была принята зависимость скорости реакции от степени превращения x была принята по данным М.И. Темкина $dx/dt = k((1-x)/x)$, где k – константа скорости реакции. Уже в первой работе выяснилось, что на ЭВМ нельзя пользоваться кинетическими математическими выражениями, при которых скорость реакции dx/dt обращается в бесконечность. Поэтому для начальных условий было принято $x = 0,1$. В дальнейшем в Институте катализа на МН-7 моделировались процесс окисления метанола в формальдегид, а также краевая задача (внешнее охлаждение в режиме противоточного движения охлаждающего агента) в процессе синтеза высших спиртов.

Вторая большая аналоговая машина МН-14 «поселилась» в комнате № 40 в недостроенном здании Института. На этой машине проходили практику студенты, наиболее успешной среди них была Оля Малиновская. Она быстро выросла в квалифицированного специалиста и создавала хорошую моральную и творческую обстановку в Отделе.

Аналоговая машина МН-14 (1961–1962 год) была также ламповой моделью и отличалась от МН-7 в основном количеством операционных блоков (линейных и нелинейных), что позволяло моделировать на ней более сложные процессы, хотя качественной разницы в методах решения уравнений по сравнению с МН-7 не было. На МН-14 моделировался достаточно широкий круг процессов, в том числе таких сложных, как синтез НАК, термический крекинг, полимеризация этилена, и даже нахождение собственных чисел матриц высокого порядка (проблема, встречающаяся в

квантовой механике). При посещении Академгородка 4 апреля 1964 г. Председатель Совета Министров СССР Алексей Николаевич Косыгин ознакомился с работами на МН-14 и проявил большой интерес.

Первая цифровая электронная вычислительная машина (ЭВМ), которая была использована в 1959 г. для моделирования контактных аппаратов производства серной кислоты была машина «М-20» (ЭВМ – второго поколения), установленная в Институте математики СО АН СССР. Быстродействие – 20 тысяч трехадресных операций в сек. Эта ЭВМ сыграла революционирующую роль в расчетах и моделировании каталитических процессов. В 1967 г. была установлена в ВЦ СО АН СССР классическая машина второго поколения БЭСМ-6. Она могла производить миллион операций в секунду. Мощность БЭСМ-6 была достаточна в те годы для решения большинства задач по моделированию каталитических процессов.

Как ни велико было значение ЭВМ второго поколения, однако настоящий прорыв в методах моделирования и научного анализа связан с появлением машин третьего поколения. Единая система электронных вычислительных машин (ЕС-ЭВМ). Это вычислительные системы, основанные на интегральных схемах. Быстродействие, как ни важно, но ни оно определяло значение ЕС-ЭВМ. Определяло увеличение памяти, путем создания дисковых носителей с очень высокой скоростью потока и считывания нужной информации, позволяющей к тому же наращивать объем памяти.

В 1962 г. в Институте также появилась цифровая вычислительная машина МИНСК-2, одна из первых ЭВМ на полупроводниках. Быстродействие 6 тыс. оп/сек, оперативная память 4 килобайт. Применение цифровой техники привело к качественному изменению методов решения и расширило возможности моделирования.

После ЭВМ Минск – 2 цифровые машины в Институте являлись в следующем порядке: Минск-32, в 1970 г. – Днепр в 1972 г., ГВС – 100 в 1978 г., ЕС – 1050 в 1980 г., ЕС-1060 в 1989 г., ЕС-1066 в 1991 г.

Для дальнейшего развития методики получения математических моделей каталитических систем была приобретена большая управляющая система «Днепр». Она состояла из вычислительного и управляющего комплексов.

В 1979 г. в Институте появилась гибридная вычислительная система (одна из четырех имевшихся в СССР) ГВС-100. Гибридная вычислительная машина ГВС-100 представляет собой совокупность аналоговой и цифровой вычислительной машин универсального типа, связанных между собой с помощью специального устройства связи и работающих с соответствующим аналоговыми цифровыми периферийными устройствами. ГВС-100 представляет собой единое целое, обеспечивая независимое использование своих составных частей в любой комбинации.

Система ГВС-100 была создана Институтом проблем управления СССР, Институтом им. Михайло Пупин СФРЮ в 1970 г. Для ознакомления с работами по математическому моделированию каталитических процессов на машине ГВС-100 приезжал в Академгородок г. Новосибирска Президент Академии наук СФРЮ, иностранный член Академии наук СССР специалист в области физической химии Савич Павле (в годы войны он являлся заместителем Иосифа Броз Тито в партизанских войсках). В те годы применение гибридных машин было прогрессивном направлением, объединяющих преимущества аналоговой (скорость интегрирования и наглядность решения), и цифровой техники (логические возможности и точность вычислений). С ее помощью ГВС-100 было решено несколько сложных задач, например, моделирование процессов переноса в зерне полимера, проведенное американским стажером Э. Нагелем, а также осуществлено прямое соединение (on line) с экспериментальной установкой по изучению локального массопереноса от частицы к жидкости.

Развитие вычислительной математики, компьютерной техники и программирования, привело к тому, что в настоящее время создан ряд достаточно универсальных пакетов программ, которые позволяют находить решение и исследовать широкий класс типичных для химической технологии задач, которые описываются системами нелинейных уравнений. И теперь во многих случаях, особенно – если речь идет о системах малой или «средней» размерности, на первый план выдвигаются другие критерии: легкость освоения пакета, простота использования, наличие «дружественного интерфейса» (то есть удобство для пользователя).

Теперь о структуре отдела, его сотрудниках и некоторых событиях из жизни

отдела. Отдел кинетики и моделирования состоял из лабораторий: математического моделирования, процессов в неподвижном и в псевдооживленном слоях катализатора, фазовых переходов, кинетики каталитических реакций, вычислительной техники и групп: сложных процессов, жидкофазных процессов, нестационарных процессов и устойчивости, численных методов, качественных методов. Последние 2 группы комплектовались в основном учениками профессора Института математики СО АН СССР Т.И. Зеленька которыми они и руководили. Отдел состоял из групп научных сотрудников разных специальностей, объединенных методологией и методами математического моделирования, позволяющих решать задачи внедрения каталитических процессов, разрабатываемых в Институте, а также получать новые принципиальные решения в теории. В 1975 г. Отдел кинетики и математического моделирования состоял из 81 штатного сотрудника и 18 прикрепленных и командированных сотрудников из институтов СССР и стран СЭВ.

Вначале отдел располагался в доме № 5 по Морскому проспекту, где находились аналоговые машины МН-7.

Основой работы являлось обсуждение тематики научных исследований на семинарах и апробация текущих результатов работы, а также систематическое обсуждение работ, опубликованных в периодической литературе в мире. Живой контакт ученых разных специальностей и разных поколений на семинарах воспитывал научных работников. Преобладание в составе коллектива молодых ученых и студентов заставляло более старших оставаться молодыми и не отставать от жизни. Сотрудники Отдела имели также возможность личного общения со многими ведущими учеными Запада по Chem.Eng.Science: R. Aris, –V. Hlavacek, J. Carberry, H. Ray, D. Luss, E. Petersen и др., а также многими специалистами стран СЭВ: Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Чехословакии и Югославии. Это давало возможность быть в курсе многих зарубежных работ. Однако при этом отсутствовало тупое преклонение перед западной наукой. Огромное значение для становления Отдела имели Всесоюзные совещания по химическим реакторам «Химреактор», проводимые с 1963 г. в разных центрах химических производств, а также международные конференции ISCRE.

В Отделе не приемлемой была любая непорядочность поведения и абсолютно

недопустимой считалась всякая реклама и самореклама. К сожалению некоторых сотрудников не удалось вылечить.

В СО АН СССР одновременно развивалось математическое моделирование в биологии. И.А. Полетаев – инженер-физик был одним из главных пропагандистов математического моделирования в биологии. Он выступал с ярким докладом в Институте катализа на семинаре Отдела кинетики и моделирования. И еще в большей мере укреплял в сотрудниках справедливость и плодотворность математического моделирования. Он развивал идеологию систем с лимитирующими факторами и разрабатывал математические модели этих систем. Это способ приближенного описания сложных динамических систем. Однако этот подход не был развит нами в применении к физико-химическим, химико-технологическим системам. Развитие математического моделирования биологических систем быстро развивалось при активной деятельности члена-корреспондента А.А. Ляпунова. Яркий доклад о математических методах в биологии он сделал на Всесоюзной конференции по химическим реакторам «Химреактор-2» в 1965 г.

Математическое моделирование каталитических процессов на ЭВМ с самого начала организации Отдела осуществлял выпускник кафедры колебаний физического факультета МГУ Владимир Борисович Скоморохов. Он не только являлся высококвалифицированным специалистом, владеющим математикой и физикой, но и воспринял моральную творческую обстановку физического факультета школы Л.И. Мандельштама, необыкновенно духовное, интеллектуальное и человеческое обаяние, которое ощущал каждый член коллектива Отдела кинетики и моделирования Института. Эти качества Володя пронес и несет сейчас через все прошедшее время уже более 45 лет.

На всем протяжении работы Отдела особенно успешно проводил математическое моделирование каталитических процессов на цифровых вычислительных машинах Александр Сергеевич Шмелев. Он первый освоил диалоговый режим работы на ЭВМ и провел математическое моделирование многих реакторов, включая ферментеры. А.С. Шмелев создал информационно-вычислительный комплекс для моделирования каталитических процессов и химико-технологических систем САТРАП и С. Система

включает в себя базы данных, необходимых для расчета свойств отдельных компонентов реакционной среды, имеются модули расчета каталитических реакторов и химико-технологических аппаратов. Архитектура системы позволяет легко добавлять новые программы моделирования аппаратов, необходимых для пользователя. Системой может пользоваться, как химик-технолог, работающий в проектной организации, так и инженер химик-технолог, работающий на промышленном предприятии.

Наряду с математическим моделированием каталитических процессов В.Б. Скоморохов, В.И. Тимошенко и Б.С. Бальжинимаяев начали внедрять ЭВМ в экспериментальные установки по измерению каталитической активности. Поначалу многие считали это дело тяжелым и дорогим, требующим много машинного времени. Но когда впервые Б.С. Бальжинимаяев с В.Б. Скомороховым провели детальное исследование кинетики реакции дегидрирования изопентана всего лишь за три месяца – осуществилась всеобщая мечта каталитиков.

В условиях Академгородка Новосибирска домашняя квартира была продолжением научной аудитории, где часто до поздней ночи с сотрудниками, особенно с В.С. Шеплевым, проводилось обсуждение текущих проблем. В.С. Шеплев остро чувствовал всю необходимость нелинейного мышления в катализе, которое позволяло разбираться в сложных явлениях в аппаратах со взвешенным слоем катализатора. Он первый, вместе с С.А. Покровской, показал нестационарность поверхности катализатора по отношению к составу газовой среды в псевдооживленном слое катализатора на примере каталитического парциального окисления пропилена. Его небольшая книга «Моделирование каталитических реакторов» (Новосибирск, Изд-во. Новосибирского ун-та, 1982 г.) является прекрасным учебным пособием по нелинейным задачам. Значительный успех был достигнут им также при создании реакторов с организованным взвешенным слоем. Принципы математического моделирования каталитических процессов были им успешно применены и для решения нелинейных проблем в геологии.

Особое значение в становлении и развитии Отдела во все годы имел Кофейный клуб. Основы Кофейного клуба были заложены В.Б. Скомороховым и

С.А. Малиновской и независимо одновременно Анной Ермаковой. Кофе пили только московский из известного на Мясницкой улице фирменного магазина,. Постепенно число участников расширилось, так как за кофепитием устанавливались теплые, дружеские отношения. Беседа за чашкой кофе велась обо всем, чем жили сотрудники. С большим интересом рассказывались анекдоты и приключения. Особенно в легкомыслии отличались Л.А. Балясный и Г.С. Яблонский. В клубе осуществлялось непрерывное человеческое и научное общение, развивалась самокритичность и поощрялся юмор. Кофе был поводом для встреч и взаимного познания. Открытая активная деятельность для всех давала понимание кто есть кто. Все сотрудники Отдела были активными членами клуба, но особенно большой вклад в организацию и деятельность клуба внесли Люда Иванова, Галя Исаева и пожизненный несменный Президент Клуба Евгений Алексеевич Иванов. Выпускалась газета “Кофейные ведомости”. В жизни каждого из сотрудников Отдела кафе-клуб сыграл существенную роль, в жизни некоторых – весьма значительную. В кофе-клубе находили не только соратников и друзей, но иногда и жен (мужей). Потоки поздравлений к каждому празднику члена клуба по сей день свидетельствуют о том, что многие помнят о прекрасном времени, проведенном за чашкой кофе в кругу друзей. История кофе-клуба увлекательна, поучительна и достойна отдельного самостоятельного исследования. В течение всей своей жизни я со своими сотрудниками и ближайшими личными друзьями всегда стремился организовывать неформальные и свободные кружки (типа кофейных клубов), что очень оживляло и дополняло научную жизнь и помогало в работе. Большое влияние на развитие моих научных интересов и достижение принципиальных результатов в промышленном катализе сыграло счастливое сочетание условий в Сибирском отделении АН СССР, позволившее мне познакомиться, а в ряде случаев сдружиться и консультироваться со многими крупнейшими математиками, физиками и биологами.

Математическому моделированию каталитических процессов была сделана попытка нанести сильнейший удар со стороны Отделения общей и технической химии (ООТХ) Академии наук СССР. Академик Н.Н. Семенов при посещении Института катализа был мною ознакомлен с работами и идеями математического моделирования

каталитических процессов и реакторов. После ознакомления он сказал, что идеализация каталитических процессов в реакторе невозможна из-за исключительной сложности. Поэтому модели не передают сущность процесса. Академик Н.Н. Семенов не ограничился этим замечанием и организовал заседание химического отделения Общей и технической химии АН СССР (ООТХ) с докладом члена корреспондента В.Г. Левича о порочности проводимых работ. Г.С. Боресков на это заседание не приехал. В дискуссии принимали участие Т.И. Зеленьяк и я. Т.И. Зеленьяк был в то время кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института математики СО АН СССР. Научный уровень доклада В.Г. Левича был тенденциозен и имел маскировочный характер, выражающий отрицательное отношение (ООТХ) к прогрессивным принципам организации Института катализа. На заседании, в дискуссии ярко выступил Т.И. Зеленьяк. Он показал высокий математический уровень проводимых работ по моделированию и беспочвенность, доклада В.Г. Левича. Дискуссия показала, что отношение к вопросам математического моделирования зависит от диапазона мышления, от моральных качеств, гражданской позиции ученого, который берется об этом судить.

В самом начале моделирования использовали жесткие математические модели, но вскоре основой стали мягкие модели. Под жесткими математическими моделями понимается вычислительный эксперимент с жестко заданной системой уравнений, значениями параметров, начальных и краевых условий. По жестким моделям впервые в 1959 г. рассчитывались на ЭВМ контактные аппараты производства серной кислоты.

Под мягкими математическими моделями понимается более широкий анализ, показывающий влияние различных параметров, факторов и показывающий какую надо иметь информацию для решения поставленных задач.

Мягкая модель рассматривает более широкую модель. Одной из первых мягких моделей была математическая модель реакции гидрирования окиси углерода на никель алюминиевом катализаторе.

Успех моделирования приносит не столько конкретные расчеты и при решении готовых программ и рецептов, сколько математический качественный анализ моделей реальных систем. Искусство составлять и исследовать мягкие математические модели

становится основной частью нашего исследования до решения отдельных жестких математических моделей.

Большой вклад в разработку математических методов моделирования адсорбционных и каталитических процессов внесла ученица Т.И. Зеленька Наталия Алексеевна Чумакова. Она развивала и развивает идеи линейной динамики каталитических процессов и реакторов. Принципиальные результаты ею получены в нелинейных волновых процессах в слое катализатора. Много внимания она уделяет математическому анализу каталитических процессов в неподвижном слое катализаторов. При стационарных и нестационарных условиях. Ею получены условия, при которых возникает множественность стационарных состояний. Получены принципиальные результаты распространения реакционной зоны по неподвижному слою катализатора. Построение функций параметрической чувствительности осуществлено на примере процесса парциального окисления метанола в формальдегид на окислых катализаторах. Наталья Алексеевна и в настоящее время успешно проводит и руководит учениками, по математическому моделированию каталитических процессов.

Из всех разделов теории промышленного катализа теория кинетики и кинетические модели каталитических реакций находят наибольшее практическое применение и приносят промышленному катализу огромную пользу.

Кинетическая модель состоит из механизма реакции, данных о скорости каждой элементарной стадии, зависимости кинетических параметров стадий от температуры поверхности катализатора и состава приповерхностного слоя. В зависимости от цели и характера приближения одному и тому же механизму реакции могут соответствовать разные кинетические модели в разных областях изменения параметров и технологических условий.

Выдающийся ученый физико-химик проф. НИФХИ им. Л.Я. Карпова проф. Михаил Исаакович Темкин создал теорию стационарных реакций и с сотрудниками изучил кинетику ряда важнейших промышленных каталитических реакций. Была создана школа М.И. Темкина по кинетике каталитических реакций. Работы М.И. Темкина, а также высокий уровень математики в нашей стране позволили

развивать математическое моделирование каталитических процессов значительно раньше, чем на Западе. Кинетическая модель позволяет эффективно решать многие задачи промышленного производства. Значение кинетики проиллюстрирую на одном примере. В 1960 г. американская фирма “Sohio” организовала производство акрилонитрила (НАК) – мономера для полиакриламида методом окислительного аммонолиза пропилена на висмут-молибденовом катализаторе во взвешенном слое катализатора при температурах 673-773К с выходом НАКа – 52 %. Катализатор был сформирован в виде частиц 40-100 микрон.

Г.Г. Исаева и В.И. Тимошенко исследовали в Институте катализа кинетику реакции образования акрилонитрила на катализаторах фирмы “Sohio”, катализаторах бельгийского концерна UCB и катализаторе Института катализа. Эта работа проводилась, как совместное научно-техническое сотрудничество Министерства химической промышленности СССР и концерна UCB. Это исследование было организовано Л.А. Костандовым и В.М. Бушуевым в 1965 г. и было первым научно-техническим сотрудничеством научно-технических организаций СССР с зарубежными фирмами. Определение каталитической активности чрезвычайно мелких зерен представляло значительные трудности. Эти трудности были преодолены. Кинетика реакции в стационарном и нестационарном состоянии катализатора, исследовалась в малоинерционном безградиентном реакторе с виброожиженным слое катализатора. Математическое моделирование процесса на основе полученной кинетической модели показало, что выход НАКа на висмут молибденовом катализаторе может быть 68 %, а не 52 %, как это достигалось фирмой в промышленности. Результаты математического моделирования были подтверждены на опытной установке UCB в Брюсселе в 1968 г. Представитель фирмы “Sohio” проф. Grasselly был ознакомлен с этим результатом. Для него и специалистов фирмы это было полной неожиданностью. За проведенное успешно научно-техническое сотрудничество с фирмой UCB, Институт катализа был награжден Орденом Трудового красного знамени. Снижение выхода НАК в каталитических реакторах американской фирмы “Badger” происходит из-за недостаточной скорости процесса массо-передачи между плотной и неплотной частями слоя. Из доклада проф. Crasselly на 4-м международном конгрессе по окислительному

катализу, прошедшего в Берлине в 2001 г. снова не приводятся истинные значения активности катализаторов для производства НАК, а указываются только пониженные выходы, получаемые в промышленных реакторах. Не ясно, известна ли фирмам истинная активность катализаторов и освоили ли они испытание мелкозернистых катализаторов?

В 1929 г. А.А. Андронов, аспирант академика Л.И. Мандельштама на Физическом факультете МГУ в работе “Предельные циклы Пуанкаре и теория автоколебаний” [Compt. Rend. (Paris)18 (15), 559 (1929)] считал, что в нелинейных химических системах должны быть автоколебания скорости химических реакций. В 1972 г. Владимир Беляев и Марина Слинько (сотрудники Отдела кинетики и моделирования института) нашли автоколебания скорости гетерогенной каталитической реакции взаимодействия водорода с кислородом на никелевом катализаторе и показали, что в ходе реакции периодически изменяется состав адсорбированных веществ на поверхности катализатора. В дальнейшем были обнаружены, кроме регулярных, и сложные автоколебания скорости реакции. Первые экспериментальные наблюдения сложных автоколебаний скорости реакции были отброшены в Институте как ошибочные. Предполагалось влияние всякого рода внешних шумовых факторов на протекание каталитической реакции. Однако, впоследствии стало ясно, что наблюдались хаотические автоколебания. Этот пример поучителен для экспериментаторов. Очень важно замечать и ценить наблюдения, не отвечающие его пониманию на основе сложившихся понятий и взглядов, и не отбрасывать непонятные экспериментальные данные. Последующие исследования показали, что регулярные хаотические автоколебания содержат большую информацию о механизме каталитической реакции. Они отражают целостность каталитического процесса. В анализе и понимании регулярных и хаотических автоколебаний особенно ярко проявляется единство физической химии, физики и математики. Обнаружение регулярных и нерегулярных колебаний в гомогенных каталитических системах Б.П. Белоусовым в 1959 г., изученных позже А.М. Жаботинским и в гетерогенных каталитических системах в Институте катализа в 1972 г. стало одним из крупнейших открытий последнего тридцатилетия в катализе. Анализ математических моделей,

описывающих автоколебания скорости реакции и первые гипотезы о причинах возникновения хаотических режимов сделал научный сотрудник Института математики СО АН СССР Геннадий Чумаков. К сожалению, первые результаты исследований автоколебаний скорости каталитических реакций, Б.П. Белоусовым и в Институте катализа, отвергались ведущими учеными химиками, членами академии наук как ошибочные и считались курьезом. Полагалось, что если автоколебания невозможны вблизи равновесия, то они невозможны и вдали от равновесия. Такой результат вытекает из линейного мышления непонимания, что при удалении от равновесия возникают нелинейные явления. Ученый совет Института катализа, по предложению его Председателя, исключил из плана работ Отдела кинетики и моделирования исследования автоколебаний скорости гетерогенной каталитической реакции.

Установление, признание и понимание того факта, что в сравнительно простых каталитических реакциях, без случайных источников возникают непредсказуемые изменения скорости реакции, является успехом нелинейной динамики и, прежде всего, теории нелинейных колебаний и волн, развитой академиком Л.И. Мандельштамом и А.А. Андроновым в тридцатые годы XX века на физическом факультете МГУ.

Геометрические исследования А. Пуанкаре кривых, определяемых дифференциальными уравнениями и диссертация А.М. Ляпунова, посвященная проблемам устойчивости движения, заложили в конце XIX века основы теории нелинейных дифференциальных уравнений. Но только в 1929 г. А.А. Андронов применил аналитико-геометрические конструкции А. Пуанкаре к анализу автоколебаний и в дальнейшем к нелинейным явлениям в разных областях науки и техники. Удивительным является длинный разрыв во времени между работами А.А. Андропова и современным изучением автоколебаний скорости каталитической реакции. Физическая проницательность А.А. Андропова и Л.И. Мандельштама не сыграла решающей роли в изучении химиками динамических свойств каталитических систем.

Возникновение регулярных и хаотических автоколебаний скорости реакции обусловлены неустойчивостью стационарных состояний. В практике промышленного

катализа неустойчивых стационарных состояний не рассматривалась, хотя промышленность несла материальные потери. Каталитические реакторы, запроектированные только на основе материального и теплового балансов, без анализа устойчивости стационарных состояний, никогда не могли быть введены в эксплуатацию. Так было в 1935–1938 г. с серно-кислотными контактными аппаратами типа Сельден, с реакторами синтеза высших спиртов и другими. Только в сороковые годы, как это указывалось ранее при реконструировании реакторов для удаления гремучей смеси была развита теория устойчивости каталитических систем. От неустойчивых режимов и неустойчивых состояний, естественно, стремились избавиться и не изучали их. Только в 1980 г. В. Орлик в Институте катализа лаборатории моделирования разработал систему стабилизации неустойчивых состояний. Оказалось, что роль неустойчивых движений в действительности имеет большое значение. Именно неустойчивые стационарные состояния порождают сложные хаотические движения (турбулентность) и диссипативные структуры.

Особенно склонны к хаотическому поведению системы управления каталитическим процессам и реакторам. Переход к хаосу происходит в этом случае из-за более высокой сложности системы «реактор–управляющее воздействие» за счет введения дополнительных регулирующих переменных. Размерность фазового пространства растет, и управление может приводить к хаотизации фазовых траекторий.

Детерминированный хаос не является экзотическим явлением и встречается в практике катализа чаще, чем нам ранее представлялось. Источники сложного поведения каталитической системы: нелинейность, удаление от равновесия, автокатализ и задержка обратной связи. Экзотермичность – наиболее известный в катализе источник неустойчивости.

Случайность и хаотичность играют значительную роль в нашем понимании природы каталитических процессов. Так, например, каталитический реактор – нейтрализатор выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания работает в нестационарных условиях по отношению к начальным парциальным давлениям реагентов, что обусловлено необходимостью поддержания оптимального состава воздух-топливо в моторах. Всего в мире 700 миллионов автомашин и на 200

миллионах установлены нейтрализаторы.

Воздействие периодических возмущений на нейтрализатор приводит к возникновению сложного динамического поведения системы. Если амплитуда возмущающего периодического воздействия невелика, то внутри нейтрализатора существуют устойчивые сложные автоколебания скорости реакции, но не хаотические. Хаотические колебания возникают тогда, когда амплитуда внешнего воздействия выводит систему из области существования устойчивых предельных циклов. Эти результаты были получены в НИФиХ им. Л.Я. Карпова в отделе теоретических основ химической технологии Михаилом Анатольевичем Улищенко.

Исследования в области колебаний гетерогенных каталитических реакций ряда нелинейных явлений, как неустойчивость стационарных состояний, гистерезис скорости реакции при изменении концентрации реагирующих веществ или температуры и другие, послужили “спусковым механизмом” быстрого развития динамики нелинейных каталитических систем (нелинейная динамика) и физики и физико-химии открытых систем. Открытые химико-технологические системы обмениваются с окружающей средой веществом, энергией, импульсом и, что не менее важно, информацией. Благодаря этому в открытых системах временная эволюция может приближаться как к равновесному, стационарному, так и к хаотическому состоянию. В открытых системах возможны также процессы самоорганизации, в результате которых возникают сложные структуры. В химико-технологических процессах спектр макроскопических открытых систем чрезвычайно широк.

Главной существенной чертой кинетических, физико-химических и химико-технологических систем является нелинейность, когда принцип суперпозиции не выполняется и для них неизвестно прямое аналитическое количественное решение. С нелинейными зависимостями мне пришлось иметь дело с самого начала работы в Гипрохиме при определении допустимого диаметра контактных трубок в сернокислотном контактном аппарате. Нелинейность многолика и она встречается почти везде (повсюду) в катализе и химической технологии. Нелинейность – понятие самое емкое, с множеством деталей и особенностей. Она проникала в мои исследования на всех этапах моей деятельности. В нелинейных системах изменения

часто могут носить пороговый характер: при плавном изменении внешних условий характеристики химико-технологической системы могут изменяться скачком. Эти эффекты, являющиеся следствием нарушения линейности, создают значительные трудности при прогнозировании поведения химико-технологических систем. Особое место среди нелинейных явлений занимают процессы самоорганизации, протекающие в открытых нелинейных химико-технологических системах, далеких от термодинамического равновесия.

Важнейшей проблемой в катализе и химической технологии является изучение нелинейных явлений вдали от термодинамического равновесия. В окрестности термодинамического равновесия малые отклонения от стационарных состояний изменяются по линейным законам. Свободная энергия стационарных процессов в окрестности равновесия является функцией Ляпунова, когда все числа Ляпунова отрицательны. Все отклонения убывают со временем и состояние химико-технологической системы устойчиво.

При удалении от равновесия возникают нелинейные зависимости скорости химического превращения от параметров системы и возникает необходимость изучения химико-технологического процесса методами нелинейной динамики. Нелинейная динамика – раздел динамики, изучающий системы, в которых процессы не удовлетворяют принцип у суперпозиции. Математические модели таких систем состоят из нелинейных уравнений математической физики. Особое место нелинейной динамики определяется общностью закономерности вне зависимости от конкретной природы системы. Поэтому возник единый подход к изучению нелинейных систем, что дало возможность выделить базовые модели, общие понятия, определения, сформировать математические идеи, подходы, математический аппарат для проведения анализа и моделирования. Основы нелинейной динамики и нелинейной физики сформулированы академиками Л.И. Мандельштамом, А.А. Андроновым и их школой. Основополагающие идеи академика Л.И. Мандельштама и его школы являются базисом междисциплинарного подхода, ведущего к пониманию общих принципиальных положений науки и техники, развиваемых в настоящее время, например синергетикой. Математическое моделирование возникло одновременно с

возникновением естественных наук.

В настоящее время динамическая теория неустойчивых нелинейных систем бурно развивается и находит свое приложение во многих областях науки и техники. Анализ условий, связанных с возбуждением и развитием неустойчивостей, приводит к пониманию возникновения конкретной диссипативной структуры. Нелинейная динамика реакций, процессов, реакторов и физико-химия и физика открытых каталитических и химико-технологических и каталитических систем становятся основной идеологией и методологией изучения эволюции процессов на всех масштабных уровнях, начиная с атомно-молекулярного.

Особое значение имеет обнаруженное новое нелинейное явление – самоорганизованная критичность. Самоорганизованная критичность возникает и формируется в ходе эволюции нелинейной системы. При этом возникает множество самоорганизующих причин отклонений от устойчивого режима после малого возмущения. Это возмущение развивается по своим внутренним законам, не зависящим от внешнего управления. Появляется ветвящийся процесс, как “цепная реакция” и нелинейная система самостоятельно эволюционирует к критическим условиям и приводит к авариям. Б.Б. Чесноков на примере промышленного реактора получения окиси этилена из этилен-кислородной реакционной смеси проанализировал возникновение ветвящегося процесса, приводящего к аварии. Самоорганизованная критичность является универсальным механизмом катастроф.

В развитие нелинейной динамики каталитических реакций, процессов и реакторов существенный вклад внес заведующий лабораторией взвешенного слоя Отдела кинетики и моделирования Института Валентин Семенович Шеплев.

В.С. Шеплев поступил в аспирантуру Отдела кинетики и моделирования в 1965 г. Он приехал из Иркутска, где с 1960 г. работал заведующим лабораторией в Иркутском НИИХИМ'аше, занимаясь проектированием установок высокого давления для химических заводов.

В 1970 г. В.С. Шеплев защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук. Он провел детальный анализ влияния процессов переноса вещества в плотной части слоя и массообмена между пузырями и плотной частью слоя

катализатора на скорость и изобретательность сложной реакции. В течении ряда лет В.С. Шеплев читал курс математического моделирования химических реакторов в Новосибирском государственном университете, и написал учебник.

К сожалению, в восьмидесятые годы руководством Института катализа были свернуты исследования в области кинетики и моделирования каталитических процессов. Были сокращены многие хорошие сотрудники Отдела кинетики и моделирования, в том числе и В.С. Шеплев. Нелинейная динамика каталитических процессов понесла большие потери. После трудного переходного периода в 1988 г. В.С. Шеплев переходит на работу в Институт геологии и геофизики СО АН СССР, став ведущим научным сотрудником лаборатории Метаморфизма и метасоматиза. Владея методами нелинейной динамикой, он решил важные научные проблемы геологии. Среди них аналитическое решение математической модели диффузионного метасоматоза. В рамках стационарной модели диффузионного метасоматоза В. Шепелеву удалось полностью преодолеть математические проблемы и впервые получить в аналитическом виде выражения для всех характеристик растущей зональной минералогической последовательности. Оказывается с химическими процессами много общего, исключая только огромную длительность геологических процессов.

Валя рано ушел из жизни, 24 июня 1999 г. после совместной утренней прогулки в окрестностях Академгородка и обсуждения планов развития нелинейной динамики. Он смог бы сделать еще очень многое. К сожалению, нашим планам не суждено было реализоваться.

Валя остался, в моей и памяти моих друзей, честным и прямым человеком, твердо убежденным в своих воззрениях на науку. Он не боялся отстаивать свои убеждения в Институте катализа, убедительно разоблачал возникающие в Отделе моделирования и Институте авантюристические тенденции в том числе и в области нестационарного катализа.

Вместе с В.С. Шеплевым проводила исследования Покровская Светлана Афанасьевна. Она впервые провела моделирование каталитического процесса в псевдооживленном слое катализатора на основе кинетических моделей, описывающих

нестационарность состава поверхности в ходе реакции относительно состава реакционной смеси. Была определена граница применимости кинетических моделей для стационарных условий. Было также показано, что при нестационарном состоянии катализатора степень превращения и избирательность могут значительно отличаться от показателей процесса в стационарных условиях. Критерием, определяющим условия квазистационарности реакции в псевдооживленном слое, является критерий, выражающий отношение характерных времен турбулентной диффузии частиц по высоте слоя и реакции. Применять кинетические модели, полученные в стационарных условиях для моделирования процессов в псевдооживленном слое можно только, если указанное выше отношение характерных времен больше 15.

Возвращение в Москву в Физико-химический институт имени

Л.Я. Карпова

В 1976 г. Министр химической промышленности СССР Л.А. Костандов пригласил меня вернуться в Москву для организации проведения исследований по теоретическим основам химической технологии, с целью распространения развитой методологии в области промышленного катализа на другие области химической технологии. Для этой цели в физико-химическом Институте им. Л.Я Карпова был организован Отдел по теоретическим основам химической технологии. В Отделе были созданы лаборатории: физической химии разделения, испытания катализаторов, каталитических процессов, математическая лаборатория с Вычислительным центром и теоретическая группа. Большое участие и помощь в организации Отдела оказал профессор Владимир Михайлович Платонов.

Профессор Платонов В.М. один из первых применил математические методы и вычислительную технику для исследования и оптимального проектирования химических и нефтехимических процессов. В 1959 г. он возглавил первую в нефтехимической отрасли лабораторию математического моделирования, оснащенную тогда ЭВЦМ “Урал-1”.

Заслуга проф. В.М. Платонова заключается прежде всего в том, что он является одним из основателей развитого в СССР оригинального направления математического моделирования – научной идеологии, которая при построении математической модели исходит из рассмотрения физико-химической сущности сложного химико-технологического процесса и позволяет сформулировать и обосновать законы такого построения.

Основным направлением многолетних научных исследований В.М. Платонова является алгоритмизация и моделирование на ЭВМ процессов разделения сложных смесей, которые чрезвычайно энергоемки и требуют больших капитальных затрат во многих отраслях промышленности. Физико-химический подход к моделированию позволил В.М. Платонову получить ряд новых фундаментальных результатов для,

казалось бы, хорошо изученных процессов.

Один из создателей метода математического моделирования В.М. Платонов прежде всего в собственных работах показал те качественно новые возможности, которые возникают в результате изучения физико-химических основ процесса и его исследования на ЭВМ с привлечением современных методов математического программирования.

С момента организации нового отдела в НИФХИ им. Карпова – В.М. Платонов руководил лабораторией физической химии процессов разделения. За короткий срок им с большой полнотой был решен ряд актуальных проблем моделирования разделения азеотропных и гетероазеотропных смесей.

Из большого числа проводимых работ в Институте им. Л.Я Карпова укажу только две:

1). Создание современной экспериментальной базы для изучения процессов химической технологии совместно с организацией НПО “Химавтоматика”.

2). Научно-техническое сотрудничество с Институтом математического моделирования РАН, факультетом Вычислительной математики и кибернетики Московского Государственного Университета.

С НПО “Химавтоматика” у меня осуществлялось творческое сотрудничество все послевоенное время. Началось оно случайно еще в Германии в 1945 году. Так получилось, что я имел возможность оказать значительную помощь в обеспечении сотрудников будущего НПО “Химавтоматика” большим количеством трофейного оборудования и приборов.

После демобилизации в самом начале работы в Институте им. Карпова в 1946 г. возникла совместная работа с НПО “Химавтоматика” по созданию каталитического газоанализатора газов ПГФ-2. Дальнейший научно-технический прогресс отраслей химической промышленности требовал коренного усовершенствования химико-технологических процессов, аппаратов и технологий с целью радикального повышения производительности труда, снижения капитальных затрат и расходов сырья, материалов и энергии.

Работы по созданию автоматизированных систем научных исследований (АСНИ)

были начаты в НПО “Химавтоматика” под руководством Юрия Михайловича Лужкова и Вадима Юрьевича Рыжнева совместно с физико-химическим Институтом им. Л.Я. Карпова по предложению и широкой поддержке Министра химической промышленности СССР Л.А. Костандова в 1976 г. Основные исполнителями и руководителями конкретных исследований в НПО “Химавтоматика” был И.Я. Штраль, а в НИФХИ им. Л.Я. Карпова В.И. Тимошенко. Они составили и реализовали большую программу создания АСНИ. За короткие сроки к 1986 г. было создано 16 АСНИ. Научно-технической основой АСНИ было оптимальное сочетание натурального и вычислительного экспериментов.

Целью исследований путем сочетания вычислительного и натурального экспериментов является достижение понимания механизма химико-технологического процесса. Понимание здесь означает создание математической модели, работоспособной в достаточно широком диапазоне изменения параметров и воспроизводство на ЭВМ наблюдаемых явлений в вычислительном эксперименте. Основой вычислительного эксперимента является математическое моделирование, теоретической базой – прикладная математика, а технической – электронно-вычислительные машины большой мощности.

Структура методологии сочетания натурального и вычислительного экспериментов состоит в последовательности циклов, где каждый очередной цикл приближает к решению поставленной задачи. Цикл начинают с предварительного построения модели на основе всей известной информации о решаемой задаче. Затем разрабатывают алгоритмы и программы и проводят анализ математической модели. На основе полученных результатов планируют экспериментальные исследования и только после проделанной работы начинают эксперимент.

Характерное отличительное свойство сочетания вычислительного и натурального экспериментов заключается в диалоговом режиме общения физико-химика, инженера-исследователя, инженера-технолога с ЭВМ, осуществляемом на АСНИ. АСНИ объединяет работу экспериментатора и теоретика. Экспериментаторы используют ЭВМ для управления экспериментами, а также для накопления и обработки данных, теоретики применяют их для предсказания результатов эксперимента и планирования

эксперимента. В результате взаимодействия теоретика и экспериментатора возникает ясное понимание физико-химических и химико-технологических явлений из всей массы информации, генерируемой ЭВМ.

В процессе вычислительного и натурального экспериментов на АСНИ вырабатывается система математических моделей, позволяющих с различной степенью подробности учитывать физические и физико-химические факторы и определять области применимости моделей каждого уровня описания.

Применение АСНИ позволяет: быстро, за время решения задачи на ЭВМ, получить количественную информацию о химико-технологическом процессе, вскрывая его внутренние связи и закономерности и сокращая при этом характерные для натуральных испытаний материальные и трудовые затраты.

В НИФХИ им Л.Я. Карпова были созданы АСНИ для испытания катализаторов и исследования кинетики химических реакций – реакций конверсии углеводородов на цеолитных катализаторах, АСНИ для исследования процессов во взвешенном слое катализаторов, АСНИ – “фазовых равновесий”.

Система АСНИ “Фазовые равновесия” В.М. Платонова позволяла, по экспериментальным данным бинарных составляющих сложного многокомпонентного раствора, составить математическую модель разделяемого раствора. Модель позволяла выявить особые точки смеси или областей расслаивания. Поскольку данные по бинарным составляющим могут использоваться в разных растворах, организовано взаимодействие с банком данных о них. Одновременно широко развивалась теория ректификационного разделения, позволяющая выяснить особенности структурного концентрационного пространства. Конечной целью являлось получение оптимальной схемы разделения.

В других Отраслевых институтах были также созданы специализированные АСНИ. Особенно ускорилось внедрение АСНИ в 80-х годах в связи с созданием завода в г. Кременной на Украине и появлением компактной микро-процессорной техники.

На АСНИ НПО “Химавтоматики” по предложению Л.А. Костандова в очень короткие сроки в 1983 г. были получены все необходимые данные для опытно-промышленной установки конверсии метанола в углеводороды (бензин). В 1986 г. на

коллегии МХП были подведены итоги применения АСНИ в отраслевых институтах, одобрены проведенные работы и намечена была большая программа дальнейшего развития АСНИ. К сожалению, с началом перестройки и распада Советского Союза, была прекращена вся работа по АСНИ и был в значительной мере утрачен опыт проведения исследовательских работ. В настоящее время необходимо срочно восстановить работы по АСНИ. Современный этап можно охарактеризовать как установление единства математического моделирования (ММ), вычислительного эксперимента (ВЭ) и автоматизированных систем научных исследований (АСНИ), как основа построения систем автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированных систем управления (АСУ). Это означает, что новый этап в развитии состоит в усилении интеллектуального ядра АСНИ САПР, АСУ. Этот подход является мощным средством получения новых глубоких знаний и новых методов. Это важнейшая область, т.к. вся суть нашей перестройки состоит в создании новых поколений химико-технологических процессов, принципиально новых методов, позволяющих за те же выделенные средства сделать больше. Нам надо преодолеть иногда возникающий психологический барьер недоверия к результатам ММ, ВЭ, и АСНИ в определении принципиальных решений и исключительную приверженность получения данных на опытных установках. В случае необходимости построения опытных установок они также должны создаваться на основе ММ, ВЭ, и АСНИ.

Научно-техническое сотрудничество с Институтом математического моделирования РАН и факультетом Вычислительной математики и кибернетики МГУ проводилось в области математического моделирования каталитических процессов на атомно-молекулярном уровне.

Исследование гетерогенного катализа на атомно-молекулярном уровне современными физическими методами привели к отказу от единой теории катализа, которую стремились создать в довоенное время. Возникла необходимость нового уровня теоретического описания на основе квантовохимического подхода и математического моделирования элементарных стадий сложных реакций на микро и нано уровнях каталитических систем. Математические модели на атомно-молекулярном уровне строятся на представлениях о локальном характере

взаимодействии адсорбированных частиц в гетерогенном катализе. Квантово-химический подход еще развит недостаточно из-за вычислительных трудностей. Не все задачи катализа доступны квантовой химии для практического решения даже на сверхмощных ЭВМ. Слишком много параметров надо включить в расчеты элементарного акта взаимодействия атомов и молекул на поверхности катализатора. Поэтому основным параметром математического моделирования на атомно-молекулярном уровне являются экспериментально определяемые латеральные взаимодействия адсорбированных частиц и их подвижность.

В последние десятилетия XX века для исследования поверхности катализаторов на молекулярном уровне в гетерогенном катализе стали использовать многочисленные физические инструментальные методы: методы молекулярных пучков и дифракции медленных электронов, электронную и рентгено фотоэлектронную спектроскопию, туннельную микроскопию, ядерный магнитный резонанс, раманскую спектроскопию, методы термопрограммированной десорбции и термопрограммированной реакции инфракрасную спектроскопию и другие методы. Однако как бы ни была развита техника точных измерений и контроля состояния поверхности, применяемых в этих методах, “познавательная” сила, заключенная в экспериментальных данных ограничена. Прежде всего, это связано с тем, что измерения, как правило, не являются прямыми, а полученная из них информация требует количественной обработки и интерпретации. Подобная работа может быть выполнена лишь на основе математических моделей и математического моделирования.

Математическое моделирование возникло одновременно с возникновением естественных наук. Однако его широкое применение стало возможным, только вследствие появления в середине прошедшего века электронных вычислительных машин и выполнения с их помощью национальных программ по ядерной, атомной и ракетной технике, и космических полетов. Математическое моделирование состоит из трех этапов: модель – алгоритм – программа. На основе этой триады исследователь получает в руки универсальный, гибкий и недорогой инструмент. Процесс моделирования с помощью ЭВМ является практически единственным инструментом исследования сложных каталитических систем. Аналитические методы при описании

реальных процессов практически не работают, так как происходит резкое возрастание сложности их применения с увеличением сложности системы. Большой вклад в становление математического моделирования в Советском Союзе при решении проблем новой техники внесли академик Александр Андреевич Самарский и академик Никита Николаевич Моисеев. А.А. Самарский руководил совместными исследованиями, являясь директором Института математического моделирования РАН и заведующим кафедрой на факультете вычислительной математики и кибернетики в МГУ.

Александр Андреевич также окончил физический факультет МГУ. Он инвалид Великой Отечественной войны, получив тяжелое ранение в 1941 г. под Москвой, Герой социалистического труда и награжден многими орденами Советского Союза. Наша многолетняя дружба содействовала успешному развитию совместных работ.

Существенной составляющей теории химических реакторов является аэрогидродинамика. Успешная работа аппаратуры химических производств возможна лишь при условии полного смешения исходных реагирующих веществ, однородного распределения скорости реакционной среды по сечению и элементам аппаратуры. На практике пуска в эксплуатацию химических реакторов возникали аварийные ситуации при неудачном решении аэродинамики реакторов. Так, в 1948 г. на Чирчикском электрохимическом комбинате в цехе № 5, во время пуска реакторов изотопного обмена между водородом и водяным паром завода получения тяжелой воды на стадии первичного концентрирования, в стеклянных расходомерах воды был замечен унос частиц катализатора из аппарата. Оказалось, что для смешения двух потоков водорода и водяного пара был сконструирован ввод реакционной смеси по касательной канал с профилем, близким к профилю трубы Вентури (в виде спирали). Реакционная смесь входила в аппарат с большой линейной скоростью, и закрученные потоки приводили к разрушению верхнего слоя зерен катализатора и катализаторная “пыль” выносилась из аппарата. Это привело к остановке пусковых операций и создало очень нервную обстановку. После реконструкции всех аппаратов завод достиг проектной мощности в короткие сроки.

Важная роль аэродинамики проявляется начиная с масштаба одного зерна

катализатора, как элемента слоя. Течение реакционной смеси около зерна уже обладает сложной структурой. Часть поверхности зерна омывается струйным потоком, часть – отрывным. Поверхность зерна оказывается неравнодоступной. Для нестационарных режимов зажигания и затухания каталитического процесса неравнодоступность имеет существенное значение. Не менее важное значение для работы реактора имеет распределение потока перед слоем катализатора и однородность смешения реагентов.

Для решения задач аэрогидродинамики в Отделе кинетики и моделирования Института была создана лаборатория аэродинамики реакторов. При обсуждении задач с академиком М.А. Лаврентьевым он обратил внимание на возможность возникновения отрывных течений в ректорах. Отрыв возникает в каналах с уступом при входе реакционной смеси в реактор и выходе из реактора, а также при обтекании внутренних конструктивных деталей. Наличие отрывных течений вызывает в ряде случаев изменение направления движения реакционной смеси через слой катализатора на обратное.

С появлением высокопроизводительной вычислительной техники и достижений вычислительной математики, стало возможным проводить математическое моделирование движения реакционной среды в аппаратах и реакторах, химической технологии. Распределение скоростей в пространстве и времени определяется уравнением Навье-Стокса.

Впервые задачу по изучению неоднородностей теплопередачи в кожухотрубчатом промышленном реакторе получения окиси этилена, содержащем 13 тысяч трубок с внутренним диаметром 21 мм, толщиной 2 мм и высотой 7 м, провел Борис Борисович Чесноков, на основе вычисления поля скоростей потоков по гидродинамическим уравнениям движения. Б.Б. Чесноков является одним из ближайших моих сотрудников на протяжении 50 лет. Его работы состояли и состоят, как из теоретических, так и практических исследований промышленности получения окиси этилена.

Успешно продолжают развиваться совместные исследования в области аэродинамики с Институтом математического моделирования РАН, где директором в настоящее время является член-корреспондент РАН Борис Николаевич Четверушкин.

Он разработал эффективные математические методы для исследования и численного моделирования течений вязкого химически реагирующего газа с большим числом реакций на высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных машинах на базе архитектуры с распределенной памятью. Возникло новое мощное орудие инженера-химика – вычислительная аэродинамика (Comp. Fluid. Dinman (CFD)) – в познании процессов и аппаратов химической технологии и определении оптимальных конструкций. CFD позволяет решать задачи, даже не поддающиеся прямому экспериментальному исследованию.

Математическое моделирование в химической промышленности

Математическое моделирование каталитических процессов в настоящее время представляет собой законченное исследование, став основой создания новых химико-технологических и каталитических процессов для интенсификации действующих производств.

13 сентября 1963 г. в Госплане СССР под председательством Н.К. Байбакова был обсужден мой доклад о математическом моделировании химико-технологических процессов. Было принято решение о включении в План развития народного хозяйства СССР на 1963-1967 гг. Внедрение методов математического моделирования в работу Институтов химических отраслей. Позднее работы по моделированию были также включены Госпланом СССР и Комитетом СМ СССР по науке и технике в планы развития народного хозяйства СССР на 1968–1972 г., 1972–1976 г. и 1976–1980 г.

На основе матмоделирования были резко сокращены сроки разработки и проектирования, и реализовано в промышленных масштабах много крупнотоннажных агрегатов и большое число новых процессов и производств.

Особое значение во внедрении методов математического моделирования во все отрасли химической промышленности имели Всесоюзные конференции «Химреактор». Первая конференция состоялась в 1963 г. в Академгородке г. Новосибирска и затем прошло 16 конференций в различных крупных центрах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности СССР. Последняя 16 конференция «Химреактор-16» прошла в г. Казань в 2003 г. Современное руководство Института катализа сохраняет традиции института и вносит большой вклад в организацию систематического и проведение конференций.

Успешная реализация задач, поставленных съездами КПСС и последующими Пленумами ЦК КПСС перед химической промышленностью, были бы невозможны без высококвалифицированных руководящих кадров. Хотелось отметить вклад и некоторые личные качества Министров химической промышленности СССР за последние 25 лет, которые обеспечивали научно-технический прогресс отрасли оказывали значительное содействие внедрению методов математического

моделирования в работу отраслевых институтов.

Министр нефтеперерабатывающей промышленности СССР Виктор Степанович Федоров был инициатором многих научно-технических разработок по совершенствованию нефтепереработки и нефтехимии. В.С. Федоров, будучи высококвалифицированным инженером и крупным организатором производства предложил создание комбинированных систем, объединяющих главные технологические процессы, а также совершенствование этих процессов и укрупнения их единичных мощностей, что привело к значительному сокращению капитальных вложений и эксплуатационных затрат. В 1942 и 1948 гг. ему присуждены Государственные премии СССР за коренное усовершенствование методов получения нефтепродуктов. В.С. Федоров в 1966 г. организовал в Ярославле в Научно-исследовательском Институте мономеров СК пятидневную школу по математическому моделированию химико-технологических процессов для директоров научно-исследовательских институтов Министерства, где я прочитал курс лекций. Это способствовало внедрению в промышленность методов математического моделирования.

С Леонидом Аркадьевичем Костандовым я познакомился на Чирчикском электрохимическом комбинате еще в 1947 г., где он был последовательно начальником цеха, главным механиком, директором комбината. Вместе с ним я и Роман Алексеевич Буянов организовывали производство тяжелой воды вначале по электролитическому способу в сочетании с изотопным обменом между водородом и водой и затем путем ректификации жидкого водорода, о чем подробно писал выше. С 1953 г. Л.А. Костандов работал в Министерстве химической промышленности, а с 1965 г. он стал Министром химической промышленности СССР. На всех постах он проявлял незаурядные инженерные способности, яркий талант организатора. Л.А. Костандов и В.М. Бушуев убедили директивные органы в том, что химическая промышленность относится к ключевым отраслям экономики. Леонид Аркадьевич уделял большое внимание развитию отраслевой науки. Им были созданы новые научно-исследовательские институты и научно-производственные объединения.

Владимир Владимирович Листов с 1971 г. работал заместителем Министра

химической промышленности СССР. С 1977 г. – заведующий Отделом химической промышленности ЦК КПСС, а с 1980 г. – Министр химической промышленности. Лауреат Государственной премии СССР. Владимир Владимирович успешно руководил химической отраслью, содействовал постановке и развитию научно-исследовательских работ. Он для меня служит примером, как человек и как руководитель.

Николай Васильевич Лемаев – доктор технических наук, специалист в области процессов полимеризации, Герой социалистического труда, организатор химической промышленности. С 1963 г. по 1985 г. директор и генеральный директор “Нижнекамскнефтехима” от начала его строительства до создания крупнейшего комплекса включающего дюжину заводов с 25 тысячами работающих. Николай Васильевич всегда оставался доступным для всех, кто шел к нему за советом, за помощью. Гигант нефтехимии Нижнекамскнефтехим и город Нижнекамск – живые памятники труда Лемаева Н.В.

С 1985 г. Н.В. Лемаев – Первый заместитель Министра нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, а с 1989–1990 – Министр. Это было сложное время перестройки, и огромный опыт Николая Васильевича позволил в значительной мере предохранить отрасль от ошибок. К сожалению, в эти годы, темп развития химической промышленности снизился по причине отсталости химического машиностроения. Оно обеспечивало химиков только на 40 %. Поэтому, потенциальные возможности оставались недоиспользованы и совершенствование производств происходило недостаточно быстро.

В химической промышленности существует очень сложная взаимосвязь между сырьем, промежуточными, основными и побочными продуктами. Надо стремиться, чтобы промежуточные и побочные продукты могли также служить сырьем. Например, получать непосредственно акрилонитрил аммонолизом пропана невыгодно. Целесообразно из пропана сначала получить пропилен и водород, а затем акрилонитрил аммонолизом пропилена. В первом случае водород сжигается бесполезно в контактном аппарате, затрудняя проведение процесса. Во втором случае получаем также водород – ценное сырье.

Значительную экономию можно получить, если организовать промышленность

согласно минимальному образованию энтропии при выборе сырья, процессов и технологических схем на основе математического моделирования. Такая задача была поставлена после обсуждения с заместителем Председателя Совета министров СССР Л.А. Костандовым в 1983 г.

Сейчас уже нет Министерства химической промышленности СССР, но мы не можем и не должны забывать многих руководителей, инженеров, технологов, специалистов – тех, кто сделал нашу химическую промышленность и страну могучей. Мы должны воздать должное тем, кто преодолевал эти трудности.

Немного о химической кибернетике

Н. Винер в 1954 г. определил кибернетику, как “науку об общих закономерностях управления в машинах и живых организмах”. По существу его книга не содержит последовательного изложения методов “новой” науки и ее результатов. Для Винера характерно увлечение ее философскими аспектами. Далее широкое использование ЭВМ и базирующихся на них автоматизированные системы управления, требовало создание научных основ проектирования таких систем. Статьи Винера не давали методик для решения этой задачи.

Математика не была основой кибернетики. Ее широко стали применять люди, не владеющие физико-математическими методами и конкретными знаниями об изучаемых системах. Научный уровень кибернетики стал очень низким. Однако в России плохо знали работы школы академика А.А. Андропова, возникло широкое толкование кибернетики, полностью охватывающее не только теорию ЭВМ, но и многочисленные применения в различных областях, начиная от автоматизации обработки научных данных до управления большими научно-техническими и экономическими системами. Кибернетику в начале пятидесятых годов, полагалось считать идеологической лженаукой. В этой ситуации А.А. Андронов разъяснял, что критика, которой подвергается кибернетика, основана на чистом непонимании, на невежестве части наших философов и ученых, плохо знакомых с исследованиями московской школы физиков, академиков Л.И. Мандельштама и А.А. Андропова. Приход А.А. Андропова к проблемам управления был естественным и был необходимым. В управлении динамических систем много нелинейных задач. Теория нелинейных колебаний создает основу теории управления. Теория колебаний это и общая теория динамических систем, рассматривают сосредоточенные и распределенные системы и даже стохастические процессы, турбулентность и самоорганизацию систем. Термины сегодняшнего дня имеют происхождение из понятий и содержания теории нелинейных колебаний и волн, в них отражается фундаментальная идея Л.Н. Мандельштама, что теория колебаний, имеет более общее значение при изучении общих свойств движения независимо от физической природы

системы, где эти движения происходят. Л.И. Мандельштам обучал нелинейному мышлению при исследовании реальных систем.

Междисциплинарные исследования динамических систем, которыми сейчас занимается синергетика и интеграция наук, о которой сейчас много пишут, в школе Л.Н. Мандельштама и А.А. Андропова были реальностью уже 50–70 лет тому назад. Все идеи Винера, содержались в школе академика Л.Н. Мандельштама, и были более формальными, оторванными от физического содержания. Главное преимущество Винера только широкая активная реклама и шумиха.

После выступления академика П.Л. Капицы на общем собрании АН СССР и “реабилитации” кибернетики возник взрыв “кибернетического” энтузиазма, потрясший многих ученых. Все академики Отделения физико-химии и технологии неорганических материалов по предложению секретаря Отделения академика Ю.А. Буслаева, дружно голосовали при выборах в АН СССР, за химическую кибернетику, хотя ни один академик не был знаком с существом химической кибернетики и не пытался даже разобраться. Некоторые члены Отделения делали карьеру на химической кибернетике. Вскоре эйфория сменилась разочарованием и пониманием инженерами, что методы химической кибернетики мало полезны.

Химическая кибернетика излагалась в ряде книг как системный анализ. Однако, системный анализ – это новый термин, а не новое направление исследований и научной деятельности. Системный подход отражает естественное стремление исследователей возможно полно изучить наблюдаемое явление. Системный анализ (или системный подход) отражает сложность и комплексность современных научных исследований химии и химической технологии. Этот термин оправдан только в случае понимания, что он не имеет ничего нового по сравнению с классическими естественными науками.

Увлечение химической кибернетикой привело к созданию факультета химической кибернетики в МХТИ им. Д.И. Менделеева и прекращению выпуска специалистов по процессам и аппаратам химической технологии, считая, что специалисты по химической кибернетике заменяют специалистов по процессам и аппаратам химической технологии. Это привело к утрате школы А.Г. Касаткина и резкому

сокращению специалистов основной специальности – инженеров-технологов-химиков – специалистов по процессам и аппаратам химических производств. Опыт показывает, что нормальное развитие теории химической технологии, науки о процессах и аппаратах и катализа это не только научно-технический прогресс, но и высокая нравственность, культура общения способность к коллективному творчеству, образуя школы и коллективный интеллект.

Кибернетику постигла печальная судьба. Кризис начался с созданием химической, медицинской и других кибернетик. Как уже указывалось ранее, химическая кибернетика возникла только в нашей стране. На западе Европы она была отвергнута с самого начала в 1964 г. Химическая кибернетика изучает на основе единых для кибернетики в целом научных идей и методов, химико-технологические системы, не вникая в их физико-химическую и химико-технологическую сущность. По существу это теория и практика автоматического регулирования и управления. Химическая кибернетика широко применяет для решения задач моделирования «черный ящик». Метод «черного ящика» принципиально не может привести к однозначному выводу о структуре химико-технологической системы.

История с химической кибернетикой показывает, как опасны ложные теории, которые дают описание некоторых групп явлений. Химическая кибернетика тоталитарно, широко и с энтузиазмом длительное время развивалась в Российском химико-технологическом Университете им Д.И. Менделеева, оказалась во многом ложной, показывая ее ограниченность, по сравнению с более общими физическими, физико-математическими и физико-химическими теориями.

Я переживал, как собственное несчастье, подвергаясь долголетнему господству химической кибернетики, явления, отбрасывающего физико-химическую и физико-математическую основы теории химической технологии за пределы науки, а критиков объявляли людьми с плохим характером. Мои статьи в журнале Теоретические основы химической технологии (ТОХТ) не принимали к печати. Ряд моих положений списывались с моих работ в учебник, а затем ссылки осуществлялись только на учебник. Основная часть работ по химической кибернетике публиковалась в журнале ТОХТ и не печаталась по решению редколлегии в журнале «Химическая

промышленность»

С 1981 г. по 2000 г. я был главным редактором журнала “Химическая промышленность”. Это старейший журнал, который издается с 14 декабря 1924 г. В 1924 – 1925 гг. перед страной со всей остротой встала проблема восстановления и реконструкции химической промышленности и создания ее сырьевой базы. Организаторами журнала были профессора Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева. Н.Н. Ворожцов (старший) и Н.Ф. Юшкевич. Н.Н. Ворожцов был первым главным редактором журнала. Н.Ф. Юшкевич, как я уже писал выше, активно участвовал в работе журнала, где было опубликовано около 50 его статей в том числе в первом номере издания. В своих статьях он рассматривал основные вопросы теории и практики химической технологии, каталитических процессов получения серной и азотной кислот, серы и других продуктов, последние достижения химической промышленности. Моими заместителями в редакции журнала были Геннадий Иванович Денисенко и Клавдий Иванович Сакодынский. Нельзя не сказать несколько слов о Карле Ивановиче.

Я впервые встретил Карла Ивановича, когда он был студентом на кафедре № 44 физико-химического факультета МХТИ им. Д.И. Менделеева. В то время Карл Иванович проявлял огромный интерес не только к фактическим знаниям, но и к основам фундаментальной науки. Позже мы вместе работали в Физико-химическом институте им Л.Я. Карпова. Тогда сформировался его глубокий интерес к хроматографии. За короткий срок он стал выдающимся Мастером своей профессии, талантливым химиком-экспериментатором, одаривший нашу науку рядом блестящих исследований. Его трудами, по сути, были открыты новые возможности хроматографии, заложены основы нового направления хроматографические реакторы, позволяющие устранять термодинамические ограничения при осуществлении обратимых реакций.

Всю жизнь Карл Иванович “болел” химической технологией и особенно хроматографией во всех ее проявлениях. Такие люди, как Карл Иванович, формируют научную атмосферу своего поколения. Поэтому сейчас мы отчетливо чувствуем и понимаем, как нам не хватает замечательного скромного человека и талантливого

ученого в наше тяжелейшее время. К сожалению, личные качества директора Института исключили возможность пребывания Карла Ивановича В НИФХИ им. Л.Я. Карпова.

Взгляд из XXI века в XX

Так уж получилось, что первые и последние 15 лет XX века оказались кризисными в истории России.

Что сделала революция октября 1917 года ныне известно. Во-первых, был введен 8 часовой рабочий день в промышленности, во-вторых, была начата повсеместная ликвидация безграмотности, (до революции было около 80 % неграмотных). Освоены Северный Морской путь, а Сибирь в полном объеме почувствовала себя частью России. Крупнейшие преобразования произошли благодаря индустриализации в промышленности и сельском хозяйстве.

Сразу после гражданской войны был взят курс на электрификацию и широкое развитие науки и образования. Верховная власть стала управлять и контролировать развитие научно-технического прогресса. В результате были созданы новые отрасли, например, авиация. Достижения в области авиации в 30 годы хорошо известны. Были созданы крупнейшие промышленные комплексы – Магнитка, Уралмаш, Днепрогэс, заводы, по производству вооружения. С танком Т-34 по совершенству конструкции так и не смогли сравниться германские «пантеры» и «тигры». Самолет-штурмовик ИЛ-2 с бронированным двигателем и кабиной пилота, созданный Илюшиным, немцы назвали черной смертью. Можно привести много других превосходств нашего вооружения и инженерно-технических решений (включая и химическую промышленность) во время Великой Отечественной войны. Мы постоянно по ряду позиций опережали США и Германию. Велика роль в этом обязательно школьного образования и широкого доступа к средне-специальному и высшему образованию.

В результате перестройки химической промышленности нанесен огромный удар. Если захват территории во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. сократил объем химической промышленности на 22 %, то экономика переходного периода последнего 10-летия XX века сократила объем выпуска на 52 %. Разгромлена отраслевая наука, в которой ранее работало сто десять тысяч человек в 155 институтах, конструкторских организациях и их филиалах, а теперь в 6 раз меньше. Утрачены многие школы и кадры по химической технологии и химическому машиностроению,

автоматизации и управлению химико-технологическими процессами. Это создало многие “дыры” в одной из важнейших отраслей страны. Шоковая терапия привела к резкому снижению научно-технического потенциала отрасли. Некоторые изменения носят фундаментальный характер и могут привести к далеко идущим последствиям». Переворот осуществлялся в ходе войны западного мира против Советского союза, которая была холодной. Поэтому верхушечный переворот является международным явлением.

Развалилась стройная система межзаводской кооперации, созданная в советские годы. Сила удара, нанесенная отраслевой химической науке и промышленности, с распадом СССР оказалась чрезмерной по масштабу и времени последствий. Министерство химической промышленности дробили на департаменты, корпорации, а потом на разные общества и сообщества со своими банковскими счетами и наконец, оно вовсе исчезло. Нечто подобное произошло на химических комбинатах и в их крупных подразделениях, их сделали независимыми друг от друга и от всего комбината. Наиболее эффективные цеха юридически выделили. младореформаторы надеялись на эффективность хозяйства, но вышло не как лучше, а как всегда. В России резко сократилось число людей, создающих материальные ценности. Страна живет за счет недр, остатков производства, кадров, которые еще сохранились от советского времени.

Тяжелый экономический кризис в стране, естественно, отрицательно повлиял и на работу Института катализа и науку в Сибири. Однако прогрессивные принципы, заложенные при организации Сибирского отделения, позволили сохранить коллективы и продолжать развитие в новых условиях до начала 2000 г., когда падение приостановилось. Громадная заслуга в этом принадлежит Валентину Афанасьевичу Коптюгу. Он возглавлял Сибирское отделение 17 лет – с 1980 по январь 1997 год. Валентин Афанасьевич приехал в Новосибирск в самом начале организации Новосибирского института органической химии и вырос в отделении в крупнейшего высококвалифицированного ученого академика высокой духовной чистоты и нравственности. Он внес большой вклад в развитие теории органической химии. С самого начала научной деятельности в г. Новосибирске мы с ним стремились внедрить

математические методы и ЭВМ в химию. Валентин Афанасьевич организовал Научно-информационный центр по молекулярной спектроскопии СО АН СССР, в рамках которого была создана методика, позволяющая установить строение органических соединений с помощью ЭВМ на основе их молекулярных спектров. После моего отъезда из Новосибирска В.А. Коптюг стал руководителем научного совета Сибирского Отделения по “математическим методам в химии”. Масштаб деятельности В.А. Коптюга огромен. Он восстановил в Отделении принципы и обстановку лаврентьевских времен периода становления Сибирского отделения академии. Мне представляется, что роль В.А. Коптюга сопоставима с деятельностью академика М.А. Лаврентьева – первого руководителя Сибирского отделения академии наук страны.

Может показаться излишним приведение примеров, где излагались отношения автора с научными сотрудниками и работниками химической промышленности, что они имеют личный характер, не имеющий отношения к процессам и событиям в науке и промышленности и не представляют интереса для истории науки. Я же думаю, что деятельность ученого в подавляющем большинстве в современных условиях имеет коллективный (объединенный) характер. Возникающие коллизии поучительны. Кроме того в жизни часто бывает, что высокая оценка участников событий незаслуженно завышена или, наоборот, занижена и в обоих случаях не соответствует реальному вкладу в науку и технику. Дать справедливую и объективную оценку деятельности ученого и инженера очень трудно. Поэтому важны отдельные эпизоды их деятельности, анализ альтернативных мнений и, конечно, время и социальная среда этого времени.

XX век для России был очень трудным веком. Мало было времени для мирного и спокойного развития. 1914–1922 гг. – Первая Мировая война, революция 1917 г., Гражданская война; 1939–1945 гг. – Великая Отечественная война. 1986–2000 – перестройка, экономический кризис и развал страны. Труднейшие годы 1914–1922 гг. и 1939–1945 гг. не разорвали эстафету поколений ученых и интеллектуальную связь

между ними. Сейчас же вследствие хаотических реформ эта связь не только в промышленности, но и в науке и образовании в значительной мере утрачена. Конкуренция и борьба за гранты уничтожают научные школы. Наличие школ в области естественных наук было нашим национальным богатством. Для восстановления школ необходимы десятилетия.

Существовавшие школы в области естественных наук А.А. Ляпунова, Н.Н. Лузина, А.Н. Крылова, А.П. Карпинского, В.И. Вернадского, Н.Е. Жуковского, Н.К. Кольцова, а в области химической технологии и катализа А.К. Крупского, В.Н. Ипатьева, С.В. Лебедева, Н.Д. Зелинского, И.А. Тищенко, Н.Ф. Юшкевича, А.Г. Касаткина и других, обеспечили быстрый подъем науки и техники в период до 1940 г., помогли решить труднейшие проблемы становления отечественной индустрии. Отечественная наука и школа по химической технологии, возникшая в Петроградском Технологическом институте в конце 19 века, успешно развивалась в предвоенные годы: Д.П. Коновалов, Л.Ф. Фокин, П.К. Павлов и другие. Блокада Ленинграда и потери военных лет привели к утрате в послевоенные годы ведущего положения Петроградской школы в области химической технологии.

Особая роль в сохранении высокого уровня образования, интеллектуального богатства и обеспечения эстафеты поколений, осуществляется Московским Государственным Университетом им. М.В. Ломоносова, в частности в создании нелинейного мышления в естествознании и технике, нелинейной физики, общей теории динамических систем (школы академиков Л.И. Мандельштама Н.Д. Папалекси, А.А. Андропова, М.А. Леонтовича, Г.С. Ландсберга, И.Е. Тамма и других). Каждый из участников школы сам становился в дальнейшем руководителем первоклассной школы в своей области. Затем эти традиции продолжали их ученики-академики Р.В. Хохлов, А.В. Гапонов-Грехов, Н.Н. Моисеев и другие, являясь также руководителями школ новых поколений.

Ушло в прошлое время, когда наша химическая промышленность была второй в мире, когда мы опережали США в космосе в том числе и за счет успехов химии. У нас была воспитана целая плеяда знаменитых конструкторов авиационной и ракетной техники. Некогда наша БЭСМ-6 была самой производительной в Европе. В экономике

мы имели систему планирования, созданную В.В. Леонтьевым в Госплане СССР, которая ныне используется на Западе.

Прошедший XX век – век бурного развития науки, техники и знаний. С каждым прошедшим годом возрастал темп научно-технического прогресса во всех областях естественных наук, и всестороннего развития общества. В непрерывной борьбе обществ и государств в конечном итоге побеждали и побеждают те, на стороне которых стоят образование, наука, техника и кадры, владеющие последними достижениями интеллектуальной многогранной деятельности. Следует думать, что XXI век будет также веком физики, как и XX

О периоде развития в советское время ныне созданы мифы и легенды, часто слабоотражающие и искажающие действительное положение. Оно уже малоизвестно молодежи и поэтому не понято современным поколением.