

МАСАНОРИ КАДЗИ, Д. И. МУСТАФИН

БИОГРАФИЯ И НАУЧНЫЕ ВЗГЛЯДЫ ПРОФЕССОРА И. С. МУСТАФИНА

В статье рассмотрены биография и научно-педагогическая деятельность доктора химических наук, профессора Саратовского государственного университета И. С. Мустафина. Его научное творчество отличалось разнообразием интересов: перу ученого принадлежат более 300 научных трудов по проблемам органической, аналитической, физической, геологической химии, теории происхождения нефти, философии, педагогике, истории науки. В своих ранних работах (получивших поддержку патриарха отечественной химии Н. Д. Зелинского) Мустафин впервые доказал возможность синтеза органических веществ в первобытной атмосфере земли, эта работа, стала первым доводом в пользу теории химической эволюции академика А. И. Опарина. Другие подобные работы (С. Миллер и Г. Юри) появились только через 10 лет.

К сожалению, эти исследования не получили продолжения. В 1937 г. за отказ отречься от своего репрессированного учителя Н. А. Орлова Мустафин был исключен из партии и из университета. Только в 1945 г., возвратившись с фронта героем-победителем, он смог вернуться к научной и педагогической деятельности, полностью поменяв тематику своей работы и сконцентрировавшись на проблемах использования органических реагентов в химическом анализе.

Ключевые слова: И. С. Мустафин, история химии, газификация угля, применение аналитических реагентов в химическом анализе.

В истории науки имя саратовского профессора Исаака Савельевича Мустафина стоит в одном ряду с именами известных советских ученых, внесших существенный вклад в развитие различных областей современной химии. Как пишет известный философ и историк науки В. И. Кузнецов:

Нам знакомы имена многих ученых, которые выбирают одно из узких направлений в науке, вдохновенно и добросовестно работают в нем. И все же новые пути в науке прокладывают ученые другого склада – ученые-энциклопедисты, способные охватить в своем творчестве различные научные области и направления. Именно к числу таких людей и принадлежал профессор И. С. Мустафин. Он успешно работал в аналитической, органической, физической, неорганической, био- и геохимии, в философии и истории науки. Во всех этих направлениях его интересовали коренные вопросы: если органическая химия – то синтез новых и важнейших соединений; если био- и геохимия – то вопрос о происхождении топливных материалов, угля и нефти; если аналитическая химия – то поиск закономерностей в применении аналитических реагентов, построение системы оценки чувствительности и избирательности аналитических реакций, создание теории действия органических реагентов в анализе. Кроме того,

он легко писал стихи, сочинял захватывающие фантастические истории, профессионально разбирался в живописи, легко ориентировался в музыке, был заядлым театралом, обладал даром остроумного рассказчика и, безусловно, имел ярко выраженные актерские способности. Круг его интересов был чрезвычайно широк, а масштабность и глубина его познаний позволяют говорить о нем, как о настоящем ученом-энциклопедисте ¹.

Интерес к научным работам Мустафина не ослабевает и через 40 лет после его смерти, в Саратове регулярно проходят научные конференции, посвященные памяти ученого (последняя состоялась 20–21 ноября 2008 г.). О некоторых аспектах его жизни и деятельности рассказывается в книгах, вышедших в 1986 г. в издательстве Саратовского университета ² и в 1990 г. в «Научно-биографической серии» издательства «Наука» ³.

Родился будущий «ученый-энциклопедист» 3 сентября (20 августа) 1908 г. в небольшом татарском селении Верхний Урледин Рузаевского уезда Пензенской губернии, вдали от университетов и научно-исследовательских заведений. Его дед Усман Мустафин был уважаемым и успешным предпринимателем, владевшим мельницами и несколькими пекарнями. Он продавал муку и хлеб в своей губернии, а также в Саратове, Тамбове и Пензе. За счет прибыли от коммерческой деятельности Усман Мустафин отремонтировал в своем селении мечеть и пристроил к ней здание для начальной школы, в которой юный Исаак начал приобщаться к знаниям. Сельский мулла, обучавший его грамоте и отметивший особую память, сообразительность и поэтическое мышление ребенка, советовал отцу отправить мальчика для дальнейшего обучения в духовную семинарию. Мулла привил Исааку главное – умение и желание учиться. И мальчик старательно шел по дороге познания.

В огне революционных потрясений мечеть и мельницы сгорели. Савелий Усманович Мустафин, понявший, что построить счастливую жизнь на пепелище в родном селении будет сложно, решил перевезти свою семью в Саратов, который в начале XX в. называли столицей Поволжья, и который, действительно, был крупным торговым, культурным и экономическим центром. Дед Усман сумел договориться со своим старым знакомым саратовским купцом Мешковым о том, чтобы тот помог на первых порах сыну устроиться в Саратове. Так, Савелий Усманович Мустафин вместе со своей женой Аминой Сейфутдиновной, четырьмя сыновьями и дочерью Фатимой оказались в этом городе в доме купца Мешкова на Большой Сергиевской улице, недалеко от дома известного писателя Н. Г. Чернышевского. Впоследствии Большую Сергиевскую переименовуют в улицу Чернышевского. Мешков, присмотревшись к Савелию, предложил ему работу управляющего в своей городской усадьбе, которую впоследствии К. Федин опишет в своем романе «Первые радости», введя в ряды литературных героев купца Меркурия Авдеевича Мешкова,

¹ Кузнецов В. И. Исаак Савельевич Мустафин. 1908–1968. Классики российской науки // Российский химический журнал. 1999. Т. 43. № 5. С. 115–118.

² Мустафин Д. И., Думова Н. К. Исаак Савельевич Мустафин, 1908–1968. Саратов, 1986.

³ Казаков Б. И. Исаак Савельевич Мустафин. М., 1990.

которому принадлежала лавка москательных и хозяйственных товаров на Верхнем базаре и два земельных участка, расположенных по соседству, недалеко от Волги [...], а также двухэтажный дом [...]; затем два флигеля [...] наконец домашние службы – погребницы с сушилками, куда в летнее время перебирались на жительство приказчики ⁴.

В «подобной декорации» и начиналась саратовская жизнь семьи Мустафиных. Исаак был первенцем, и отец очень хотел, чтобы его старший и самый любимый сын был грамотным и образованным, поэтому сразу решил определить его в школу. В 1918 г. Исаак начал посещать татарскую школу при мечети, которая была недалеко от дома, но революционные события в городе разворачивались таким образом, что занятия в ней часто отменялись. Большевики развернули активную антирелигиозную кампанию, под которую попали и мечеть со своей школой и духовной семинарией, и баптистские школы, которыми славилось Поволжье, и католический храм с ораториями и воскресными классами, и многочисленные православные церкви, школы и семинарии. Началось строительство новой атеистической школы, и процесс, названный «ликвидация безграмотности», не истребив безграмотность в области русского языка, привел к умножению безграмотности нравственной и моральной.

С 1919 г. Исаак стал посещать русскую школу, учеба в которой вначале давалась ему нелегко. Соседка по дому Галина Спиридоновна Солнышко, мать убиенного игумена Лазаря (Вячеслава Солнышко), заведующего канцелярией Московского епархиального управления, вспоминала, что поначалу русского языка Исаак почти не знал, и это первое время вызывало обидные насмешки одноклассников, которые смеялись над десятилетним мальчиком, не умевшим говорить по-русски. И все же Исаак учился радостно и с интересом, ведь школа для него всегда была самым желанным местом, о котором он мечтал с детства. Исаак был красивым, веселым и общительным мальчиком. Вскоре у него появилось много школьных друзей. Вероятно, именно тогда он дал обещание своей любимой сестре Фатиме (о котором она вспоминала в своем письме с фронта), что выучит русский язык так хорошо, что сможет не только свободно говорить по-русски, но и будет писать книги и учебники на русском языке. Что ж, свое обещание он выполнил. Его книги, учебники, стихи и рассказы написаны пером человека, обладающего не только прекрасным знанием русской словесности, но и особым русским поэтическим слогом, как говорил профессор-филолог Евграф Иванович Покусаев ⁵.

Кстати, все дети Савелия и Амини Мустафиных оказались прилежными школьниками. И Исаак, и его сестра Фатима, и братья Ибрай, Хамзя, Якуб старательно постигали премудрости среднего образования, участвовали в спортивных соревнованиях, помогали друг другу в учебе, и всегда могли встать на защиту друг друга в неизбежных подростковых конфликтах. Четверо дружных братьев и любимая сестра – они были настоящей организующей силой в своей школе.

⁴ Федин К. Первые радости. М., 1954. С. 15.

⁵ Сиванова О. В., Владимирова Е. И. Ученый, педагог, общественный деятель // Проблемы аналитической химии. Мустафинские чтения. Сб. науч. ст. / Ред. Р. К. Чернова, А. Н. Панкратов. Саратов, 1999. С. 5–8.

Впоследствии Исаак Савельевич часто вспоминал, как он время от времени подрабатывал вместе со своими школьными друзьями. Это было необходимо, во-первых, по долгу старшего сына, который по мере сил стремился оказать хоть какую-то материальную помощь семье. А во-вторых, в начале 1920-х гг. Поволжье охватил страшный голод. Аминя Сейфутдиновна, мать Исаака Савельевича Мустафина, рассказывала своим внукам, что в то время они сумели выжить благодаря небольшому наделу земли, который обрабатывали всей семьей.

К тому времени амбары купца Мешкова были национализированы, его имущество разграблено, но ему самому удалось скрыться от красного террора. Его управляющий Савелий Усманович Мустафин честно сберег в своем погребе ящик с ценностями, оставленными Мешковым на хранение, даже в трудное голодное время не допуская мысли об их использовании. Только в конце 1930-х гг. за ними приехала дочь Мешкова, которой он и передал семейные иконы, серебряные и золотые столовые приборы, украшения и реликвии. Дальнейшая судьба Мешковых неизвестна, а может быть, Савелий и Аминя просто хранили доверенную им тайну. В то время поддерживать отношения с бывшими «хозяевами жизни» было опасно. Только однажды Аминя рассказала своим внукам о том, что люди, которые раньше жили в их доме, уехали во Францию. Но теперь уже трудно сказать, было ли это действительно.

Дом Мустафиных в Саратове находился на Большой Сергиевской улице (ныне улица Чернышевского), протянувшейся на много километров вдоль величавой Волги. И летом, и зимой Исаак проводил много времени на реке, здесь вместе с друзьями они разглядывали проплывающие пароходы и сами мечтали когда-нибудь отправиться в путешествие по рекам и морям.

После окончания школы Исаак поступил в четырехлетнюю Саратовскую школу судомеханических специальностей, которая впоследствии была преобразована в Саратовское речное училище. Теоретические занятия в этой школе вели крупные инженеры старой школы, практические – высококвалифицированные рабочие. На занятиях в школьном кружке ОСОАВИАХИМа Мустафин познакомился с основами противохимической защиты и обратил внимание на новый для себя предмет – химию. Школьный учитель химии, казалось, мог ответить на любой вопрос и объяснить, почему меняется прочность стали после закалки, чем отличаются друг от друга различные масла, каким образом одна краска держится на поверхности судов долго, а другую приходится заменять очень часто. Благодаря таланту и увлеченности учителя Исаак решил, что именно химия является основой всего материального мира и царицей всех наук. Он записался в городскую библиотеку и подолгу засиживался в ней, читая «Основы химии» Д. И. Менделеева. Эта книга казалась ему невероятно интересной, логичной и увлекательной.

В 1928 г. в Саратове был организован рабфак имени Ленина с дневным трехгодичным и вечерним четырехгодичным сроком обучения⁶. Об этом событии много говорили на судоремонтном заводе, на который после окончания школы судомеханических специальностей слесарем-наладчиком пришел

⁶ Саратовский университет. 1909–1959. Саратов, 1959. С. 35–40.



Исаак Мустафин, студент 4 курса Саратовского университета

Исаак. Некоторые рабочие завода подали заявления на рабфак. Среди них был и Мустафин.

Учиться по вечерам на рабфаке и работать на судоремонтном заводе было нелегко. Его рабочий день начинался в 6 часов утра, а заканчивался в 6 вечера. После этого начиналась не менее напряженная учеба на рабфаке. Несмотря на усталость и загруженность Исаак не пропускал лекций и практикумов – не из-за страха низких отметок и выговоров, а потому, что учиться для него было невероятно интересно и радостно. В 1931 г. после окончания рабфака Мустафин поступает на только что открытое химическое отделение Саратовского университета, которое в 1932 г. было преобразовано в химический факультет.

Следует отметить, что студентам химфака Саратовского университета удивительно повезло с преподавателями. Лекции по неорганической химии читал известный ученый в области химии редкоземельных элементов профессор Яков Яковлевич Додонов. Обращая внимание студентов на необходимость бережного отношения к окружающей среде, он запрещал сливать в раковины остатки химических реагентов, а также рассказывал о тех природных богатствах, которые таит в себе саратовская земля. К сожалению, он был арестован и осужден на 10 лет лагерей за «антисоветскую деятельность», которая заключалась не столько в «деятельности», сколько в биографии: Додонов происходил из зажиточной семьи, а, значит, был, как тогда говорили «человеком

неблагонадежным», кроме того, несколько лет он жил в Германии, где учился в Берлинском университете; его учителями были знаменитые Вант-Гофф и Нернст. После возвращения из заключения Додонов был принят в университет, он никогда не участвовал ни в каких политических разговорах и благополучно пережил последующие страшные годы сталинских репрессий.

В органическую химию студенты входили вместе с членом-корреспондентом Академии наук В. В. Челинцевым и выдающимся ленинградским химиком профессором Н. А. Орловым. Основы физической химии они постигали с профессором Н. А. Шлезингером, который возглавлял кафедру физхимии с 1921 по 1943 гг. и занимался исследованием катализа и вопросами солевых равновесий.

Мустафин начал заниматься научными изысканиями еще будучи студентом под руководством Орлова. Между ними установились очень добрые, дружеские отношения. Они понимали друг друга с полуслова, подолгу засиживались в лаборатории, обсуждая экспериментальные результаты, получали настоящее удовольствие от работы и от общения друг с другом.

Николай Александрович предложил своему аспиранту Мустафину провести летний отпуск на даче вместе с его семьей. Здесь после обсуждения материалов экспериментальных работ по изучению горючих материалов они собирались около костра, пели озорные студенческие песни, вместе с сыном Николая Александровича запускали огромного самодельного змея под самые небеса и радовались возможности совместного творчества.

Орлов был любимым учеником академика В. Н. Ипатьева⁷, которого В. И. Ленин называл «главой нашей химической промышленности», и который в 1930 г. после арестов многих его коллег и судебного процесса по делу Промпартии решил не возвращаться в СССР из зарубежной командировки, существенно осложнив жизнь своим ученикам и родственникам, многие из которых были высланы из Ленинграда. Один из них, Орлов, в частности, попал в Саратов. Николай Александрович предложил Мустафину подумать над глобальным вопросом химии – абиогенным синтезом органических соединений.

Впервые подобный синтез осуществил в 1828 г. немецкий химик Ф. Вёлер, получивший мочевину из неорганических цианидов. В 1861 г. конденсацией формальдегида А. М. Бутлерову удалось получить углеводы. Однако и Вёлер, и Бутлеров проводили свои опыты в достаточно жестких условиях, далеких от природных. Вопрос о возможности абиогенного осуществления подобных синтезов в природе оставался открытым. Именно поэтому Орлов и предложил Мустафину провести лабораторные опыты по моделированию естественных природных процессов выветривания различных минералов, горных пород и химических соединений. Сегодня такое моделирование природных процессов является основой методологии науки об устойчивом развитии. Мустафину предстояло провести достаточно трудоемкие исследования, которые заключались в длительном нагревании исходных веществ при температуре 110–125 °С и при доступе воздуха. Работал он с огромным увлечением, иногда целыми сутками не уходил из химической лаборатории.

⁷ Кузнецов В. И., Максименко А. М. Владимир Николаевич Ипатьев. М., 1992.

В результате Мустафин обнаружил удивительный факт: при выветривании структурно совершенно различных веществ – парафина, олеиновой кислоты, разнообразных углей, природных асфальтов, горючих сланцев, машинного масла и т. д., образуются принципиально тождественные гуминовые вещества. Они отличались друг от друга лишь второстепенными деталями своей структуры, зависящими даже не от исходных веществ, а, прежде всего, от методики постановки опытов по выветриванию⁸.

Как объяснить этот удивительный факт? Орлов и Мустафин вновь и вновь выверяют экспериментальные данные, проводят анализы промежуточных продуктов длительного эксперимента и убеждаются, что при выветривании различных веществ образуются одинаковые промежуточные продукты – сахароподобные вещества различной степени карамелизации.

На первый взгляд образование сахаров при выветривании органических соединений кажется странным, однако если рассматривать окисление как цепной процесс, все становится на свои места: каким бы ни был механизм окисления, при выветривании нефти, углей и сланцев на первых стадиях медленного окисления образуется формальдегид, далее он частично конденсируется в монозы, превращается в карамелеподобные вещества, то есть в продукты уже более или менее глубокого изменения углеводов и, наконец, в гуминовые кислоты. Аналогичным путем на первобытной земле могли самопроизвольно получиться вещества углеводного характера, послужившие субстратом для дальнейших биогенных синтезов.

Однако необходимо было показать возможность протекания таких реакций в условиях максимально близких к природным, без участия активных окислителей, высокой температуры и давления. И такие эксперименты были проведены Мустафиным, установившим, что образование сахаров при окислении аллилового спирта, стирола и дипентена может происходить в обычных условиях в присутствии мела как катализатора. А стирол достаточно легко получается из каменноугольной и нефтегазовой смол⁹.

Таким образом, Мустафин впервые доказал возможность синтеза органических веществ в первобытной атмосфере земли. Предполагалось, что первобытная земля имела восстановительную атмосферу. Кислорода в ней было мало, и процессы с его участием носили не окислительный, а в большей мере деструкционный характер. Эта работа, опубликованная в «Ученых записках Саратовского госуниверситета», является чрезвычайно важной при рассмотрении теории химической эволюции. Впервые эта теория была сформулирована А. И. Опариным в 1924 г.¹⁰

Позднее, в 1929 г., аналогичные идеи были высказаны Дж. Холдейном. Однако подход Опарина и Холдейна был чисто качественным. Правда, послед-

⁸ Орлов Н. А., Мустафин И. С. О меллитовой кислоте // Химия твердого топлива. 1936. Т. 7. Вып. 9–10. С. 877–890; Орлов Н. А., Мустафин И. С. Окисление как путь к образованию веществ углеводного характера // Доклады АН СССР. 1937. Т. 16. № 2. С. 109–110.

⁹ Мустафин И. С. Стирол из нефтегазовой смеси // Ученые записки Саратовского университета. 1940. Т. 15. Вып. 4. С. 147–150.

¹⁰ Опарин А. И. Возникновение жизни на земле. 3-е изд. М., 1957.

ний ссылался на результаты экспериментов, но в дальнейшем все попытки повторить эти эксперименты оказались безуспешными¹¹.

Позднее Мустафин рассказывал на лекциях по истории химии своим студентам о том, что направил по почте Опарину свою работу, в которой сумел впервые экспериментально подтвердить теорию химической эволюции. Но то ли почта не доставила письмо адресату, то ли знаменитый академик не удосужился прочитать послание молодого провинциального ученого – так или иначе, но первым экспериментальным подтверждением теории Опарина долгое время официально считались опыты Г. Юри и С. Миллера, опубликованные в 1952 г.¹², т. е. позднее опытов Мустафина на 10 лет.

Юри и Миллер обнаружили, что при пропускании электрического заряда через смесь газов, которые могли представлять первобытную атмосферу, получается смесь аминокислот. Углеводов, кстати, обнаружено не было. Реакция Бутлерова, приводящая к образованию углеводов, протекает только в сильно щелочной среде. Вопрос о кислотности древнего океана является дискуссионным, одни ученые утверждают, что океан был нейтральным или слабокислым, другие – слабощелочным. Поэтому длительное время считалось, что реакция Бутлерова не могла играть существенной роли в химических процессах на древней земле. Однако с 1967 г. представления об этом существенно изменились. Габель и Поннамперум, а также Рид и Орджелл показали, что в присутствии ряда неорганических катализаторов, в частности, карбоната кальция, реакция Бутлерова может протекать и в нейтральной среде¹³. Еще раз отметим, что Мустафин доказал, что карбонат кальция является катализатором образования сахаров из формальдегида еще в 1940 г., т. е. за 27 лет до указанных работ. При этом он, рассматривая разные аспекты эволюционных теорий, любил повторять, что все научные теории объясняют законы мироздания, но ни в коем случае не отвергают наличие творца нашего сложного и совершенного мира.

Второй глобальной идеей изучения окислительной деструкции для Мустафина была идея о подземной газификации угля. Эта идея, чрезвычайно важная для экологии и устойчивого развития биосферы, до настоящего времени не реализована, поэтому работы Мустафина и через 70 лет, прошедших с момента их опубликования, не потеряли своей актуальности и требуют дальнейшего продолжения.

Проводившимся параллельно работам по изучению окислительной деструкции жидких и газообразных углеводородов повезло несколько больше. Впервые влияние малых добавок кислорода на крекинг органических соединений на примере ацетальдегида было обнаружено М. Летером в те же тридцатые годы. Позднее к исследованиям в этом направлении присоединилась лаборатория А. Д. Степуховича¹⁴. Здесь исследовался инициированный кис-

¹¹ Хоровиц Н. Поиски жизни в солнечной системе. М., 1988. С. 52.

¹² Urey, H. C. On the Early Chemical History of the Earth and the Origin of Life // Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 1952. Vol. 38. No. 4. P. 351–363.

¹³ Ганты Т. Жизнь и ее происхождение. М., 1984.

¹⁴ Степухович А. Д. Лекции по теории цепных реакций. Саратов, 1983. С. 45–71.

лородом крекинг алканов, являвшийся в более широком смысле окислительной деструкцией, пионером изучения которой был Мустафин.

Работы Мустафина, убедительно доказывающие возможность абиогенных синтезов органических веществ в природе, были высоко оценены патриархом русской химии академиком Н. Д. Зелинским, который в тридцатые годы посетил Саратов, познакомился с деятельностью Орлова и Мустафина и рекомендовал их работу, посвященную исследованию меллитовой кислоты для опубликования в журнале «Доклады Академии наук СССР».

Кроме решения вопросов абиогенного синтеза исследование меллитовой кислоты позволило Мустафину выяснить структуру каустобиолитов разных месторождений¹⁵. Это, в свою очередь, было необходимо для решения двух вопросов: первого – о путях естественного образования каустобиолитов из продуктов посмертного превращения растительных тканей и второго – о возможности получения ценных кислородсодержащих органических соединений из самого распространенного сырья – каменного или бурого угля – посредством его окислительной деструкции. Для решения этих вопросов требовалось найти наиболее удобные и эффективные способы получения меллитовой кислоты непосредственно из углей, ибо как наличие меллитовой кислоты, так и процент ее выхода при окислительной деструкции углей служит показателем графитовой структуры их органической основы.

Успешное проведение работ по получению меллитовой кислоты послужило для Мустафина критерием определения структуры многочисленных каустобиолитов и путей их формирования.

Во-первых, была доказана невозможность существования в естественных условиях аморфного углерода.

Во-вторых, было показано, что гексагональная решетка кристаллического графита является наиболее вероятной формой карбонизации (углеобразования или углеорообразования) умертвивших тканей растительных организмов. А это означает, что процесс карбонизации сопровождается значительным перераспределением химических связей целлюлозы и лигнина или, иначе говоря, их ароматизацией и конденсацией ядер.

В-третьих, был сделан вывод о различной степени конденсированности ароматических ядер разных углей, т.е. об их «возрасте». Этот вывод следует из зависимости скорости реакций окислительной деструкции и выхода меллитовой кислоты как от степени карбонизации, так и от степени конденсированности ароматических циклов.

В-четвертых, был установлен практически одинаковый состав смесей бензолкарбоновых кислот (в которых всегда присутствует меллитовая кислота), образующихся при окислительной деструкции углей и лигнина, что, в свою очередь, является доказательством справедливости гипотезы о лигнинном происхождении углей.

¹⁵ Мустафин И. С. Меллитовая кислота. Дисс. канд. хим. наук. Саратов, 1946; Мустафин И. С. Молекулярные соединения триангидрида меллитовой кислоты // Журнал общей химии. 1947. Т. 17. Вып. 3. С. 560–564; Мустафин И. С. Получение меллитовой кислоты // Там же. С. 557–559.

И, наконец, были получены данные об образовании меллитовой кислоты из углеподобных веществ, являющихся продуктами глубокого пиролиза сахаров и других углеводов.

И хотя в этих работах ученый не употребляет слова «экология», «устойчивое развитие», «взаимодействие человека и окружающей среды», разговор идет именно об этом. Ученый пытается ответить на вопрос, как можно использовать природные ресурсы оптимальным образом и установить генетические связи минерального и органического мира.

Итальянский химик Франческа Де Векки, изучавшая творчество Мустафина, пишет:

...уже его первые научные работы [...] вызвали резонанс в научном мире. Молодому ученому удалось установить, что при действии кислорода воздуха на углеводороды нефти образуется формальдегид, который в обычных условиях способен превращаться в сахароподобные вещества – углеводы. Обнаруженное явление свидетельствовало о возможности образования жизненно важных соединений на планете без участия живых организмов¹⁶.

Этот материал послужил Мустафину отправным пунктом в развитии представлений о происхождении и стратиграфическом распределении горючих ископаемых биосферы.

Он обращается к учению о биосфере академика В. И. Вернадского и, в первую очередь, к идеям об организованности биосферы, являющейся продуктом сложного превращения вещественно-энергетического и информационного потоков живым веществом за время геологической истории Земли, и о планетарной геохимической роли живого вещества, т. е. совокупности всех живых организмов, существовавших или существующих в определенный отрезок времени, которые рассматриваются как мощный геологический и биогеохимический факторы. Мустафин сопоставляет судьбу серы и азота в живом веществе, которое, трансформируя солнечное излучение, вовлекает неорганическую материю в непрерывный круговорот¹⁷.

Он отмечает, что в обычных термодинамических условиях азот входит в состав органической молекулы только под воздействием специфического живого вещества, например, азотобактера бобовых растений, тогда как сера в тех же условиях способна вступать с изменяющимся веществом в реакции abiогенного характера. Исходя из того, что обеднение исходного вещества азотом и серой идет пропорционально, он заключает, что их первоначальное содержание в нефтях должно измеряться сотыми долями процента.

Эти соображения, равно как и экспериментальное сравнение большого количества образцов малосернистых нефтей по содержанию азота и серы, дали ему возможность утверждать, что термину «малосернистые нефти» (с содержанием до 0,5 %) следует придавать вполне определенный смысл: он

¹⁶ Де Векки Ф. Саратовский химик глазами итальянских коллег // Природа. 1991. № 11. С. 121–122.

¹⁷ Мустафин И. С. К проблеме генезиса сернистых нефтей // Доклады АН СССР. 1948. Т. 60. № 6. С. 1015–1017.

должен характеризовать нефти, содержащие только первичную серу. Много-сернистые же нефти, по мнению ученого, обогащаются ею в пластах, причем это осернение может носить как биогенный, так и абиогенный характер.

Впоследствии в работе «О стратиграфическом распределении горючих ископаемых»¹⁸ он наглядно сопоставляет и оценивает известные мировые запасы горючих ископаемых по геологическим периодам и приходит к выводу, что отложения каустобиолитов различных геологических периодов содержат в масштабе планеты пропорциональные количества нефтей, горючих сланцев и каменных углей.

Полученные данные убедительно подтверждают единство живой и неживой материи. Мустафин доказал принципиальную возможность минерального синтеза нефтей в природе, что стало доводом в пользу теории неорганического происхождения нефти. Согласно ей, нефть может образовываться, например, при взаимодействии воды, проникающей во время горообразовательных процессов по трещинам-разломам в недра, с содержащимися там карбидами железа. Под воздействием высоких температур и давления вода может взаимодействовать с карбидами с образованием оксидов железа и углеводородов. Полученные вещества по тем же разломам поднимаются в верхние слои земной коры и насыщают пористые породы. Так могут образовываться газовые и нефтяные месторождения.

Абиогенная теория происхождения нефти долгое время не имела поддержки у геологов, и только в настоящее время получила новые доказательства – от астрофизиков. Исследования спектров небесных тел показали, что в атмосфере Юпитера и других больших планет, а также в газовых оболочках комет встречаются соединения углерода с водородом. А раз углеводороды широко распространены в космосе, значит, в природе все же идут и процессы синтеза органических веществ из неорганики.

С другой стороны, корреляции Мустафина в стратиграфическом распределении горючих ископаемых – это весьма значительный аргумент для тех, кто склонен признавать органическое происхождение нефти.

Эти работы Мустафина давали пищу для размышлений и геологам, и химикам, и биохимикам, и даже философам.

Уж слишком велика цена истины в данном случае. Если правы сторонники биогенной теории, то верно и опасение, что запасы нефти, возникшие давным-давно, вскоре могут подойти к концу. Если же правда на стороне их оппонентов, то, вероятно, эти опасения напрасны. Ведь землетрясения и сейчас приводят к образованию разломов земной коры, воды на планете достаточно... Словом, все это позволяет надеяться, что нефть образуется в недрах и сегодня, а значит, нечего опасаться, что завтра она может кончиться.

Исследования Мустафина были чрезвычайно важны для теории устойчивого развития биосферы, однако он был вынужден прекратить работы в этом направлении. Случилось это совсем не потому, что он потерял интерес к проблемам окислительной деструкции органических соединений. В 1937 г. был арестован, осужден и расстрелян его научный руководитель Н. А. Орлов,

¹⁸ Мустафин И. С. О стратиграфическом распределении горючих ископаемых // Ученые записки Саратовского университета. 1951. № 26. С. 194–198.

вслед за ним была репрессирована и расстреляна его жена. Единственного сына определили в детский дом, где он вскоре умер то ли от инфекционного заболевания, то ли от депрессии.

Репрессии обрушились и на любимых и наиболее талантливых учеников Орлова – Мустафина и Шалыгина. Послушное стадо партийных активистов и журналистов с удовольствием принялось раскручивать «дело саратовских химиков». Саратовская газета «Сталинец» 7 октября 1937 г. писала:

Они, пораженные идиотской болезнью – политической беспечностью [...] слепо доверились диверсанту Орлову. В погоне за научными трудами Шалыгин и Мустафин встали на беспринципный путь подхалимства и печатали с Орловым совместные работы.

Эти работы, кстати, были опубликованы по рекомендации академика Н. Д. Зелинского, а самого Орлова горячо поддерживал тогдашний ректор Саратовского университета Гавриил Кириллович Хворостин. Через некоторое время его постигла участь Орлова – он был репрессирован и расстрелян. Такая же судьба была уготована и Мустафину. Саратовские газеты дали ему хлесткое имя «орловский рысак», обвиняли в карьеризме, подхалимстве, пособничестве, его имя склоняли на митингах и собраниях. На октябрьском университетском собрании 1937 г. все коллеги и ученики Орлова должны были выступить с осуждением арестованного ученого и отречением от него. Университетский философ Б. И. Ильин и его жена, Н. К. Немкова, преподаватель кафедры аналитической химии Саратовского университета вспоминали, как один за другим на трибуну поднимались химики и произносили бранные слова в адрес человека, который совсем недавно был кумиром университетских студентов и ученых. Но когда очередь дошла до Мустафина, он встал и заявил, что считает Орлова выдающимся химиком и замечательным, честным человеком. Он не мог предать своего научного руководителя и продолжал защищать его доброе имя. Это был поступок бесстрашного человека, на который не могли решиться его многочисленные коллеги, готовые покорно выполнять команды вышестоящих дрессировщиков и выступавшие с осуждением профессора Орлова.

14 октября 1937 г. газета «Сталинец», «разоблачая» Орлова и Хворостина, уже сидевших в тюрьме, отмечала, что

в то время, когда парторганизация в течение двух лет вела решительную борьбу с вредительскими мероприятиями [...] Мустафин в лучшем случае отмалчивался, а иногда выступал с прямой защитой его действий. Предупреждений было больше, чем достаточно. Эти факты учат нас многому. Мустафин должен получить по заслугам.

Вслед за этой публикацией университетские коммунисты приняли решение об исключении Мустафина из рядов ВКП(б). Подавленный молодой ученый, от которого сразу же отвернулись все его друзья и коллеги, ожидал ареста. В последний раз он решил навестить места, где родился, и уехал из Саратова.

Но хотя университетская партийная организация приняла решение об исключении Мустафина из коммунистической партии, райком ВКП(б) по ка-



И. С. Мустафин с группой студентов 3 курса, май 1948 г.

ким-то причинам это решение не утвердил. То ли советская партийная бюрократия потеряла решение университетских коммунистов, то ли бумаги попали в руки людей, искренне симпатизирующих молодому, красивому и талантливому ученому, то ли в райкоме оказались приличные люди, понявшие, что нельзя исключать из своих рядов по-настоящему достойных людей, которые не способны на предательство. Теперь это установить достаточно сложно.

А потом началась Великая Отечественная война, Мустафин ушел на фронт в первый же день войны. В его трудовой книжке запись об отбытии «для прохождения военного сбора» помечена 23 июня 1941 г.

В августе победного 1945 г. Мустафин вернулся в родной Саратовский университет фронтовиком-победителем. С него опять стали собирать партийные взносы и привлекать к партийной работе по восстановлению родного университета, существенно пострадавшего после военного лихолетья.

После войны Мустафин больше не обращался к теме окислительной деструкции, слишком горькими были воспоминания, связанные с работой в этом направлении. Некоторые работы ученого, подготовленные к печати еще до войны, вышли в свет уже в 1948 и 1951 гг.

Внимание Мустафина полностью переключается на тематику, относящуюся к аналитической химии и связанную с применением органических реагентов для неорганического анализа. Находясь на стыке органической, неорганической, физической и аналитической химии, эта область обогатилась интереснейшими результатами, стимулировавшими дальнейшее развитие спектроскопии, потенциометрии, люминесцентных и других методов анализа. Благодаря работам российских ученых, в частности, Мустафина и его школы, органические реагенты стали «фронтально наступать» на всю анали-

тическую химию. Их использование позволило разработать новые высокочувствительные, надежные и точные методы определения различных веществ. Научные издания сообщали о достижении все большей чувствительности реагентов и о все более высокой точности аналитических определений. Это вызывало и восхищение, и удивление, но, пожалуй, больше всего – лихорадочное соревнование химиков-аналитиков в их стремлении к беспредельной чувствительности. Казалось, все служило хорошему, благородному делу и устойчивому развитию. Однако стали возникать и сомнения. Случалось, что высокая точность, достигнутая в одной лаборатории, не воспроизводилась в другой. Создалось неприятное положение, когда всякое улучшение точности и чувствительности определения воспринимались недоверчиво, заслуженно и незаслуженно подвергались критике.

Мустафин не мог остаться в стороне от проблемы чувствительности химического анализа. Исходя из собственных экспериментов и расчетов, он пришел к выводу, что существуют вполне объективные причины, ограничивающие рост чувствительности и точности аналитического определения. Дальнейшие научные исследования позволили Мустафину рассчитать пределы чувствительности наиболее распространенных методов анализа¹⁹. На VIII Менделеевском съезде с интересными данными по расчету предела чувствительности выступила знаменитая Ида Ноддак, прославившаяся открытием в 1925 г. рения. Но она говорила только о пределе чувствительности колориметрических реакций, а у Мустафина к тому времени уже были данные по пределу чувствительности как цветных реакций, так и реакций с участием осадителей. Заслуга Мустафина состояла и в том, что он не только показал и доказал принципиальную невозможность повышения чувствительности и точности определения прежними способами, но и наметил пути развития перспективных методов анализа, важных для развития аналитической химии.

Вместе со своими учениками и сотрудниками Мустафин проводил огромную экспериментальную работу по синтезу и поиску новых эффективных реагентов на неорганические ионы²⁰. Причем велась эта работа в трех направлениях: накопление эмпирического материала для развития теории; практическая апробация выдвинутых теоретических положений; практическое использование результатов для нужд производства.

Мустафин одним из первых обратился к исследованию в настоящее время хорошо известных и широко используемых орто-фенолкарбоновых кислот трифенилметанового ряда. При выборе именно этих соединений он руководствовался теоретическими соображениями о характерных группировках, предполагая, что эти красители обладают большой склонностью к взаимодей-

¹⁹ Мустафин И. С. Определение чувствительности аналитических реактивов // Доклады АН СССР. 1959. Т. 126. № 3. С. 579–581; Мустафин И. С. О пределе чувствительности химико-аналитических реакций // III Конференция по аналитической химии (Прага, 1–8 окт. 1959 г.). Тезисы докладов. Прага, 1959. С. 131; Мустафин И. С. О пределе чувствительности реактивов и количественных методов // Заводская лаборатория. 1962. Т. 28. № 6. С. 664–667.

²⁰ Чернова Р. К. Кафедра аналитической химии Саратовского государственного университета (1909–1999) // Проблемы аналитической химии. Мустафинские чтения: Сб. научн. ст. / Ред. Р. К. Чернова, А. Н. Панкратов. Саратов, 1999. С. 12–15.



И. С. Мустафин (слева) и Я. Я. Додонов в президиуме научной студенческой конференции

ствию со многими катионами, причем эти реакции должны сопровождаться ярким колористическим эффектом.

Для улучшения визуально наблюдаемой контрастности перехода при титровании Мустафин предложил использовать разработанный им метод внутренних светофильтров. Суть его заключается во введении в реакционную систему так называемых внутренних светофильтров – красителей, которые позволяют улучшить резкость перехода окраски в точке эквивалентности и, таким образом, повысить чувствительность титриметрических определений. Так, если при титровании наблюдается малоконтрастный переход окраски из фиолетово-синей в малиновую, то в присутствии внутреннего светофильтра, красителя желтого цвета, можно наблюдать уже более резкий переход окраски из зеленой в красную.

Внутренние светофильтры, по определению Мустафина,²¹ – это красители, которые не обладают свойствами кислотно-основных индикаторов и усиливают контрастность перехода окраски в ходе титрования. В этих работах Мустафиным были заложены идеи, давшие начало химии смешанных комплексных соединений. Варьирование состава реагентов позволяло целенаправленно влиять на свойства образуемых смешанных комплексов и, таким образом, оптимизировать аналитические методы обнаружения различных объектов.

Под руководством Мустафина был составлен рациональный ассортимент органических реагентов – основное руководство для химиков-аналитиков и

²¹ Мустафин И. С., Кручкова Е. С. Индикаторы с внутренними светофильтрами // Известия вузов. Химия и химическая технология. 1959. Т. 2. С. 311–315, 493–497.

химических предприятий страны, издана многочисленная серия книг «Органические реактивы для определения неорганических ионов». Каждая книга этой серии посвящена аналитической химии одного из элементов периодической системы Д. И. Менделеева. Наряду с химико-аналитической характеристикой ионов в книгах подробно рассматриваются конкретные методики определения, рекомендуются реагенты для гравиметрического, титриметрического, фотометрического, люминесцентного анализов. Подобное начинание не имело аналогий в научной литературе и получило горячее одобрение специалистов²².

Известный советский химик-аналитик Ю. А. Клячко, изучавший творчество Мустафина, так оценивает работу ученого в области аналитической химии:

Руководимая Мустафиным кафедра становится научным центром наиболее актуальных направлений развития аналитической химии. Тесно связываются здесь теоретические научные исследования с прикладными работами общесоюзного значения и с передовыми направлениями химической педагогики. Мустафин как глава школы ведет и большую организационную работу²³.

Нельзя не указать также и на то, что Мустафин был незаурядным историком химии. Он – автор историографических исследований, посвященных жизни и деятельности А. Н. Вышнеградского, А. Н. Попова, Л. А. Чугаева. Фундаментальным историко-научным трудом Мустафина является книга «Очерки по истории химии»²⁴, в которой рассматриваются важнейшие события на пути накопления химических знаний и разработки экспериментальных методов исследования вещества. Одним из первых университетских профессоров Мустафин приступил к чтению курса по истории химии, который стал событием университетской жизни. На его лекции, которые он читал студентам четвертого курса химфака, собирались студенты и преподаватели со всего университета. Эти лекции были чрезвычайно познавательны и любопытны для всех, кого интересовали проблемы становления научных знаний и история создания научных теорий.

Вот как вспоминает лекции Мустафина его бывшая студентка В. С. Щукина:

Лекции Мустафина я воспринимала как театр одного актера, они были интересными, увлекательными, насыщенными учебным и научным материалом. Поражала абсолютная точность профессора в выражении своих мыслей. Он говорил не только о химических законах и теориях, но и об ученых, которые пришли к их открытию в результате оригинальных экспериментов и необычной логики своих исследований. При этом было полное ощущение, что он не просто хорошо знаком с этими учеными, но и сам

²² Исаак Савельевич Мустафин (1908–1968) // Кафедра аналитической химии и химической экологии. Саратовский государственный университет химический факультет / Сост. Р. К. Чернова, С. Н. Еременко и др. Саратов, 2000. С. 58–59.

²³ Клячко Ю. А. Исаак Савельевич Мустафин. 1908–1968 // Новый мир. 1992. № 1. С. 252–253.

²⁴ Мустафин И. С. Очерки по истории химии. Вып. 1. Саратов, 1969.

принимал участие в открытии закона действующих масс или правила Ле Шателье. Всех ученых он знал по именам, хранил в памяти даты их жизни и даже дни их рождения, как будто бы сам регулярно ходил к ним на именины.

Думаю, что его лекции были любопытны и увлекательны потому, что ему самому было интересно делиться с нами своими мыслями. Он учил нас быть людьми, и только уже вслед за этим – химиками. Иногда на лекциях он начинал наизусть читать стихи своих любимых поэтов или вспоминать изречения

Омара Хаяма, или рассказывать любопытные истории из жизни Шеели, Резерфорда и других ученых, о которых мы раньше даже и не слышали. Он вводил нас в удивительный мир большой науки путем, который был известен только ему.

Его идеи обладали какой-то повышенной инфекционной активностью и легко заражали всех окружавших его людей. Под влиянием научных работ И. С. Мустафина находился весь химический факультет. На кафедре неорганической химии изучали комплексные соединения редкоземельных элементов с целью использования их в аналитической практике. На кафедре органической химии синтезировали новые соединения для качественного и количественного анализа. На кафедре физической химии работали над проблемой количественного электрохимического осаждения различных металлов. Все ходили под влиянием личности большого ученого, все хотели открыть новые аналитические реакции и оставить свой след в аналитической химии ²⁵.

К сожалению, книга Мустафина «Очерки по истории химии» вышла после смерти ученого, в ней рассказывается о периоде накопления химических знаний во времена, когда химии как науки еще не существовало; говорится о химических познаниях древних народов, об алхимии, ятрохимии и практической химии на Древней Руси. Эта работа сегодня является библиографической редкостью, но, несмотря на это, она хорошо знакома специалистам и часто цитируется историками науки.

Профессор ИИЕТ РАН М. А. Ковнер в статье о Мустафине написал:

...про Исаака Савельевича Мустафина мне хочется говорить возвышенными словами и поэтическими образами. С ним было легко общаться, интересно беседовать и полезно советоваться. Он был добрым, умным и глубоко порядочным человеком, не способным ни на какой обман или неправду. Его научные труды хорошо знакомы и химикам, и физикам, и биологам, и геологам, и историкам, и философам, ведь круг его научных



И. С. Мустафин в кругу семьи, 1957 г.

²⁵ Щукина В. С. Театр одного актера. Воспоминания о профессоре И. С. Мустафине // Толк (газета, Саратов). 26 мая 2004. № 19 (46). С. 8.

интересов был действительно необычайно широк и многогранен. Его работы по био- и геохимии, по теории происхождения нефти, по газификации углей, по строению органических реагентов, по пределу чувствительности аналитических методов, по истории и философии науки давно стали классическими. Его имя хорошо известно ученым Института истории естествознания и техники Российской академии наук ²⁶.

Жизнь саратовского профессора И. С. Мустафина – это образец беззаветной рыцарской преданности науке. Он был из тех людей, для которых она стала судьбой. Для того, чтобы отстоять свое видение и право на жизнь в науке, он должен был бороться – защищаться и нападать, иногда проигрывать, иногда побеждать, но с переломленными крыльями. Ученые, изучавшие его творчество, часто отмечают невероятное разнообразие научных интересов профессора, написавшего более 300 научных трудов по проблемам органической, аналитической, физической, геологической химии, по теории происхождения нефти, по философии, педагогике, истории науки. Сегодня этим можно восхищаться и говорить об энциклопедической разносторонности ученого, но, к сожалению, порой смена научных направлений была связана не только с интересами ученого, который, безусловно, прекрасно ориентировался в самых различных областях научного познания мира, а с той непростой политической ситуацией, которая царила в советской науке. Он начинал свою научную работу как химик-органик и внес существенный вклад в биогеохимию, в становление теории химической эволюции, в разработку основ газификации угля, в изучение генезиса нефти, в решение проблемы единства органической и минеральной составляющих биосферы, но был вынужден после ареста и расстрела своего научного руководителя Н. А. Орлова отойти от чрезвычайно важной проблематики и прекратить исследования, которые могли бы дать ответы на актуальные вопросы современной науки.

²⁶ Ковнер М. А. Ровесник университета // Саратовский университет (газета). 1999. № 7 (1945). С. 3.