

**Исаак Савельевич
Мустафин
(1908-1968)**



В конце февраля 1999 года в Саратовском государственном университете им. Н. Г. Чернышевского состоялись «Мустафинские чтения» в честь 90-летия со дня рождения доктора химических наук, профессора Исаака Савельевича Мустафина. Участники конференции заслушали доклады, посвященные жизни и деятельности Мустафина, анализу его научного наследия, обсудили результаты исследований в области аналитической химии, поделились опытом преподавания качественного и количественного анализа, рассмотрели экологические аспекты современной аналитической химии.

С докладами выступили преподаватели, научные сотрудники, аспиранты и студенты высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов. Высокий научный уровень докладов свидетельствует о том, что российская школа химиков-аналитиков обладает большим потенциалом и способна решать самые сложные задачи, стоящие перед промышленными и исследовательскими предприятиями. Отрадно, что саратовская аналитическая школа занимает одно из лидирующих положений. А одним из основателей этой школы был профессор Исаак Савельевич Мустафин.

Участники конференции вспоминали о Мустафине как о выдающемся ученом и светлом человеке. Но, пожалуй, главной заслугой профессора было воспитание замечательных учеников. Сам факт проведения

«Мустафинских чтений» через 30 лет после смерти ученого говорит не только об истинной ценности наследия И.С.Мустафина, но и о благородстве и внутренней красоте его учеников и последователей.

Исаак Савельевич Мустафин родился 3 сентября 1908 года в Пензенской губернии, в селе Верхний Урледим. После революции семья Мустафиных переехала в Саратов. Здесь Исаак Мустафин окончил школу судомеханических специальностей. Теоретические занятия в ней вели крупные инженеры, а практические — высококвалифицированные рабочие. Именно в школе судомеханических специальностей Исаак Мустафин обратил внимание на новый для него предмет — химию.

В 1928 году в Саратове был организован рабфак с дневным трехгодичным и вечерним четырехгодичным сроком обучения. И.Мустафин стал первым слушателем вечернего отделения рабфака. Учиться по вечерам на рабфаке и работать на судоремонтном заводе было непросто, но Мустафин всегда воспринимал процесс обучения вдохновенно. Перед выпускником рабфака Мустафиным практически не стояла проблема выбора профессии для дальнейшего обучения — первые же лекции по химии так захватили его воображение, что он решил окончательно учиться на химика. В 1931 году он поступает на химический факультет Саратовского университета.

О жизни и деятельности профессора Исаака Савельевича Мустафина написано несколько книг и множество статей в журналах и газетах. Его необычная биография и невероятное разнообразие научных интересов привлекают внимание и химиков, и историков, и философов, и писателей. В 1990 году в издательстве «Наука» в серии «Научно-биографическая литература» вышла книга о саратовском ученом [1], а его имя было поставлено в ряд 300 самых знаменитых и выдающихся ученых мира [2].

Профессор И.С. Мустафин принадлежал к тому типу ученых, которые способны охватить в своем творчестве различные научные направления. Он успешно работал в аналитической, органической, физической, неорганической химии, био- и геохимии, в философии и истории науки. В пределах всех этих областей его интересовали коренные вопросы: если органическая химия — то синтез новых соединений, если био- и геохимия — вопрос о происхождении топливных материалов, угля и нефти, если аналитическая химия — поиск закономерностей в применении аналитических реактивов, проблемы чувствительности и избирательности аналитических реакций. Кроме того, он 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 знаний позволяют говорить о нем как о настоящем ученом-энциклопедисте.

Уже первые научные работы Мустафина, посвященные меллитовой кислоте [3–7], были высоко оценены академиком Н.Д. Зелинским и представлены для опубликования в журнале «Доклады Академии наук». Исследование меллитовой кислоты проводилось в рамках выяснения структуры каустобиолитов разных месторождений. Это, в свою очередь, позволило решить два вопроса: о путях естественного образования каустобиолитов из продуктов превращения растительных тканей и о возможности получения ценных кислородсодержащих органических соединений из самого распространенного сырья — каменного или бурого угля посредством его окислительной деструкции. Для достижения этих целей необходимо было найти наиболее удобные и эффективные способы получения меллитовой кислоты непосредственно из углей, ибо наличие этой кислоты и количественный выход ее при окислительной деструкции углей служат показателем графитовой структуры их органической основы.

Успешное выполнение этих работ привело к ряду важных представлений о структуре 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) омертвевших 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 для разных углей, т.е. об их возрасте. В-четвертых, был установ-

лен практически одинаковый состав смесей бензол-карбоновых 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. И, наконец, были получены данные об образовании меллитовой кислоты из углеподобных веществ — продуктов глубокого пиролиза сахаров и других углеводов. Этот материал послужил И.С. Мустафину отправным пунктом в развитии представлений о генетических связях между органическими соединениями, способными при окислении давать формальдегид, углеводами, образующимися при полимеризации формальдегида, и углеподобными веществами — продуктами дегидратации и пиролиза углеводов.

Мустафин продолжил классические работы Ф. Велера и А.М. Бутлерова, впервые показавших связь органических и неорганических соединений. В свое время Велер получил из цианидов органическое вещество — мочевину. Затем Бутлеров синтезировал сложные органические сахара из формальдегида. Мустафину удалось замкнуть синтез Бутлерова на стирол, дипентен и аллиловый спирт, из которых он получил формальдегид, а затем сахара типа пентоз. Причем Мустафину впервые удалось синтезировать типичные органические вещества в условиях, близких к природным. Им было показано, что карбонат кальция является катализатором процесса образования сахаров, а также выявлена роль окислительной деструкции [8]. Тем самым И.С. Мустафин 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 Мустафина, опубликованная в «Ученых записках Саратовского государственного университета» [8], к сожалению, оказалась незамеченной и не получила должной оценки. Между тем, она является чрезвычайно важной для развития теории химической эволюции на Земле. Впервые эта теория была сформулирована А.И. Опариным в 1924 году [9], а позднее, в 1929 году аналогичные идеи были высказаны Дж. Холдейном. Однако подход Опарина и Холдейна был чисто качественным, к тому же в дальнейшем все попытки повторить эксперименты Холдейна оказались безуспешными [10].

Первым экспериментальным подтверждением теории Опарина официально считаются опыты Г.Юри и его аспиранта С.Миллера, опубликованные в 1952–1953 годах [10, 11], т.е. позднее опытов И.С. Мустафина на 10 лет. Г. Юри и С. Миллером было обнаружено, что при пропускании электрического заряда через смесь газов, которые могли представлять первичную атмосферу Земли, получалась смесь аминокислот. Углеводов, кстати, обнаружено не было. И только в 70-годах Габель и Поннамперума, а также Рид и Орджелл показали, что в присутствии ряда неорганических катализаторов, в частности, карбоната кальция, в нейтральной среде может протекать реакция, приводящая к образованию аминокислот [12]. Возможность осуществления такой реакции по существу была доказана И.С. Мустафиным еще в 1940 году, т.е. за 27 лет до указанных работ.

Еще одним стимулом изучения Мустафиным окислительной деструкции была идея Д.И. Менделеева о подземной газификации угля. Эта идея до настоящего времени не реализована, поэтому работы И.С. Мустафина и через 60 лет, прошедших с момента их опубликования, не потеряли своей актуальности и требуют продолжения. В параллельно развивающихся исследованиях окислительной деструкции жидких и газообразных углеводородов были получены ценные результаты. Впервые влияние малых добавок кислорода на крекинг органических соединений на примере ацетальдегида было обнаружено М. Летером в тридцатые годы. Позднее исследования в этом направлении проводились в лаборатории профессора А.Д. Степуховича, изучавшего инициированный кислородом крекинг алканов, который является в более широком смысле окислительной деструкцией; у истоков этих работ был И.С. Мустафин.

Очень близки Мустафину были взгляды академика В.И. Вернадского. Обращаясь к его идее о постоянстве состава живого вещества, Мустафин сопоставляет «судьбу» серы и азота в органическом веществе [13]. 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 в реакции абиогенного характера. Ряд теоретических предпосылок, 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 должен характеризовать нефти, включающие только первичную серу. Многосернистые же нефти, по мнению ученого, обогащаются ею в пластах, причем осернение может носить как биогенный, так и абиогенный характер.

Впоследствии в работе «О стратиграфическом распределении горючих ископаемых» [14] Мустафин, сопоставив известные мировые запасы горючих ископаемых по геологическим периодам, 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: с одной стороны, Мустафин смог доказать возможность минерального синтеза нефтей в природе, а с другой стороны, его корреляции в стратиграфическом распределении горючих ископаемых — это весьма значительный аргумент в пользу тех, кто склонен признавать органическое происхождение нефти.

С начала 50-х годов И.С. Мустафин полностью переключается на аналитическую химию, в частности на вопросы применения органических реактивов для неорганического анализа. Находясь на стыке органической, неорганической, физической и аналитической химии, эта область обогатилась интересными результатами, стимулированными развитием спектроскопии, потенциометрии, люминесцентных и других методов анализа. Благодаря работам российских ученых, в том числе Мустафина и его школы, органические реактивы стали «фронтально наступать» на всю аналитическую химию. Их использование привело к разработке новых высокочувствительных методов определения различных веществ. Но вместе с достижением все

большей чувствительности реактивов и все более высокой точности аналитических определений возникла проблема воспроизводимости результатов анализа. 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 возможности повышения чувствительности и точности аналитического определения. Дальнейшие научные построения позволили Мустафину рассчитать пределы чувствительности всех аналитических реактивов и наиболее распространенных методов анализа [15–17].

На VIII Менделеевском съезде с интересными результатами по расчету предела чувствительности выступила немецкий физикохимик Ида Ноддак, прославившаяся открытием рения в 1925 году. Однако Ноддак 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 профессора Мустафина состояла в том, что он не только показал и доказал принципиальную невозможность повышения чувствительности и точности определения прежними способами, но и наметил пути развития перспективных аналитических методов.

Вместе со своими учениками и сотрудниками И.С. Мустафин проводил огромную экспериментальную работу по синтезу и поиску новых эффективных реактивов на неорганические ионы. Эта работа включала три направления: накопление эмпирического материала для развития теории, практическая апробация выдвинутых теоретических положений и практическое использование результатов для нужд производства. Мустафин одним из первых обратился к исследованию хорошо известных в настоящее время и широко используемых *o*-фенолкарбоновых кислот трифенилметанового ряда. При выборе этих соединений он руководствовался теоретическими соображениями о характерных группировках, предполагая, что данные красители должны быть реакционноспособны по отношению ко многим катионам, причем реакции должны сопровождаться ярким колористическим эффектом.

Для повышения точности фиксирования конечной точки титрования Мустафин разработал метод внутренних светофильтров [18], суть которого заключается во введении в реакционную систему внутренних светофильтров — красителей, которые позволяют усилить резкость перехода окраски в точке эквивалентности. Так, если при объемном титровании осуществляется мало контрастный переход окраски из фиолетово-синей в малиновую, то в присутствии внутреннего светофильтра — красителя желтого — цвета можно наблюдать более резкий переход окраски из зеленой в красную.

В этих работах Мустафиным были заложены идеи, давшие начало химии смешанных комплексных соединений. Варьирование состава реагентов позволяло целена-

правленно влиять на свойства образуемых смешанных комплексов и таким образом оптимизировать аналитические методы обнаружения различных объектов.

Итогом аналитических исследований стали составленный под руководством И. С. Мустафина рациональный ассортимент органических реактивов и многотомная серия «Органические реактивы для определения неорганических ионов». Наряду с химико-аналитической характеристикой ионов в книгах этой серии приводятся конкретные методики определения. Подобное начинание не имело аналогий в научной литературе и получило горячее одобрение специалистов.

И.С. Мустафин был незаурядным историком химии. Он является автором историографических исследований, посвященных жизни и деятельности А.Н. Вышнеградского, А.Н. Попова, Л.А. Чугаева. И.С. Мустафин одним из первых среди университетских преподавателей приступил к чтению курса по истории химии, что стало событием университетской жизни. На его лекции, которые он читал студентам четвертого курса химического факультета, собирались студенты и преподаватели со всего университета. Профессор говорил не только о химических законах и теориях, но и об основоположниках-ученых. Он знал всех ученых по именам, хранил в памяти даты их жизни и даже дни их рождения. По-видимому, лекции Мустафина были любопытны и увлекательны потому, что ему самому было интересно делиться своими мыслями.

Фундаментальным историко-научным трудом И.С. Мустафина является книга «Очерки по истории химии» [19], которая вышла после смерти ученого. В ней рассказывается о периоде накопления химических знаний в те времена, когда химии как науки еще не существовало: о химических познаниях древних народов, об алхимии, иатрохимии и практической химии Древней Руси. Ученый готовил к публикации большое, серьезное историко-научное исследование, но ему так и не удалось его закончить.

Научные результаты деятельности Исаака Савельевича Мустафина, о которых лишь частично сказано выше, фундаментальны, поэтому фундаментален и его вклад в будущее.

1. Казаков Б.И. Исаак Савельевич Мустафин. М.: «Наука», 1990, 126 с.
2. Соколовская З.К. 300 биографий ученых. М.: «Наука», 1982, 390 с.
3. Орлов Н.А., Мустафин И.С. О меллитовой кислоте. Химия тверд. топлива. 1936, т. 7, вып. 9—10, с. 877—890.
4. Орлов Н.А., Мустафин И.С. Окисление как путь к образованию веществ углеводного характера. Докл. АН СССР, 1937, т. 16, № 2, с. 109—110.
5. Мустафин И.С. Меллитовая кислота: Дисс. ... канд. хим. наук. Саратов. ун-т., Саратов, 1946, 94 с.
6. Мустафин И.С. Молекулярные соединения триангидрида меллитовой кислоты. Ж. общ. химии, 1947, т. 17, вып. 3, с. 560—564.
7. Мустафин И.С. Получение меллитовой кислоты. Там же, 1947, т.17, с. 557—559.
8. Мустафин И.С. Стирол из нефтегазовой смеси. Уч. зап. Саратов. ун-т, 1940, т. 15, вып. 4, с. 147—150.
9. Опарин А.И. Возникновение жизни на земле. М.: изд. АН СССР, 1957.
10. Хоровиц Н. Поиски жизни в солнечной системе. М.: Мир, 1988, 52 с.
11. Угеу Н.С. Proc. Nat. Acad. Sci., 1952, v. 38, p. 351—363.
12. Ганты Тибор. Жизнь и ее происхождение. М.: Просвещение, 1984, 143 с.
13. Мустафин И.С. К проблеме генезиса сернистых нефтей. Докл. АН СССР, 1948, т. 60, № 6, с. 1015—1017.
14. Мустафин И.С. О стратиграфическом распределении горючих ископаемых. Уч. зап. Саратов. ун-т, 1951, т. 26, с. 194—198.
15. Определение чувствительности аналитических реактивов. Докл. АН СССР, 1959, т. 126, № 3, с. 579—581.
16. О пределе чувствительности химико-аналитических реакций. Тез. докл. III конф. по аналит. химии. Прага, 1—8 окт. 1959 г., с. 131.
17. О пределе чувствительности реактивов и количественных методов. Зав. лаб., 1962, т. 28, № 6, с. 664—667.
18. Мустафин И.С., Кручкова Е.С. Индикаторы с внутренними светофильтрами. Изв. высш. учеб. заведений. Химия и хим. технология, 1959, т. 2, вып. 3, с. 311—315; с. 493—497.
19. Мустафин И.С. Очерки по истории химии. Саратов: изд. Саратов. ун-та, 1969, вып. 1, 136 с.
20. Проблемы аналитической химии. Мустафинские чтения. Сб. науч. статей. Саратов: изд. Саратов. ун-та, 1999, 131 с.

*Доктор химических наук, профессор
Заслуженный деятель науки РФ
Почетный академик РАЕН*

В.И. Кузнецов