

«Не наука отвлекала его» (размышления о судьбе А.П. Бородина)

Дмитриев Игорь Сергеевич

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания
и техники им. С.И. Вавилова РАН, Санкт-Петербург, Россия

В статье рассматриваются наиболее важные работы А.П. Бородина в области химии. В качестве таковых выделены следующие исследования: изучение реакции солей карбоновых кислот с бромом (реакция Бородина – Хундликера), получение фтористого бензоила, цикл работ по конденсации альдегидов и разработка метода практического определения мочевины с использованием гипобромита натрия. Кроме того, в статье показано, что вопреки мнению подавляющего числа современников Бородина и некоторых его биографов занятия музыкой и химией были в принципе вполне совместимы. Большой объем незавершенных работ и замыслов (как музыкальных сочинений, так и научных) и фактическое прекращение в начале 1870-х гг. исследовательской деятельности в области химии связано как с обилием служебно-бюрократических дел, так и его чрезмерной загрузкой общественными обязанностями, а также с некоторыми особенностями его личности: сочетанием перфекционизма с безотказностью.

Ключевые слова: А.П. Бородин, А. Кекуле, А. Вюрц, органическая химия, альдольная конденсация, фтористый бензоил, реакция Бородина – Хундликера

Цитирование: Дмитриев И.С. «Не наука отвлекала его» (размышления о судьбе А.П. Бородина) // Журнал Российского национального комитета по истории и философии науки и техники. 2026. Т. 4, вып. 2. С. 86–117.

“It was not Science that Draw him away” (Reflections on the fate of A.P. Borodin)

Igor S. Dmitriev

St. Petersburg Branch of the S.I. Vavilov Institute for the History of Science
and Technology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

The article discusses the most important works of A.P. Borodin in the field of chemistry. These include the following studies: the study of the reaction of carboxylic acid salts with bromine (the Borodin-Hunsdiecker reaction), the production of benzoyl fluoride, a series of works on the condensation of aldehydes, and the development of a method for the practical determination of urea using sodium hypobromite. Additionally, the article demonstrates that, contrary to the opinions of most Borodin's contemporaries and some of his biographers, music and chemistry were, in principle, quite compatible. The large volume of unfinished works and projects (both musical compositions and scientific researches) and the fact that Borodin effectively ceased his research activities in the field of chemistry in the early 1870s can be attributed to the abundance of administrative and bureaucratic tasks, his excessive workload with public duties, and certain personality traits, such as his combination of perfectionism and reliability.

Keywords: A.P. Borodin, A. Kekulé, C.A. Wurtz, organic chemistry, aldol condensation, benzoyl fluoride, Borodin-Hunsdiecker reaction

Мы, грешные, по-прежнему вертимся в водовороте житейской, служебной, учебной, ученой и художественной суеты. Всюду торопиться и никуда не успеваешь... начинаешь сотню вещей, удастся ли хоть десяток довести до конца?

А.П. Бородин.
Из письма Л.И. Кармалиной
(19 января 1877 г.)

Александр Порфирьевич Бородин (1833–1887) более известен как выдающийся композитор, что же касается его научной ипостаси, то о ней часто упоминается как об интересном и едва ли не уникальном феномене, и только в специальных исследованиях, как, например, в монографии Н.А. Фигуровского и Ю.И. Соловьева (оба автора – историки химии) (1), а также в статьях (2–6) и в некоторых других публикациях рассказывается о его открытиях в химии. Подавляющее число статей о Бородине написано, по справедливому замечанию М. Гордина (6: 138), в *read-write* манере, когда один и тот же материал переписывается из одного вторичного источника в другой. В этом отношении такие работы, как, например, (3–4; 6) и особенно (7), выгодно отличаются от прочих обращением к анализу оригинальных статей А.П. Бородина, к его эпистолярию и к контекстам его музыкального и научного творчества. И тем не менее многие важные аспекты *химической* деятельности Бородина остаются не вполне проясненными, в том числе и наиболее значимые его работы. Цель данной статьи – хотя бы частично восполнить этот пробел.



Рис. 1. А.П. Бородин
Источник: из открытых источников
Интернета

Химический квартет Александра Бородина

10 июля 1905 г. Дмитрий Иванович Менделеев, оглядываясь на пройденный им в науке путь, записал в дневнике: «Всего более четыре предмета составили мое имя: периодический закон, исследования упругости газов, понимание растворов как ассоциаций и «Основы химии» – люби-

мое дитя мое...»¹. Думаю, что А.П. Бородин, если бы он решил подвести итог сделанному им в науке, выделил бы свой «квартет» достижений, которые будут рассмотрены в этом разделе с некоторой детализацией.

Достижение I

23 ноября 1860 г. Бородин представил Парижскому химическому обществу свою работу, посвященную монобромпроизводным валериановой и масляной кислот². В этом исследовании он опирался на метод, разработанный Э. Пелиго (*Eugène-Melchior Péligot*; 1811–1890) для синтеза соединения, которое мы сей-



Рис. 2. Э.М. Пелиго

Источник: Виртуальный музей химии [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://chem-museum.ru/veshhestva/istoriya-veshhestv-ek-sponat-vtorcj-oksid-urana-iv/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения 10.07.2026)



Рис. 3. Ж.Б.А. Дюма

Источник: из открытых источников Интернета

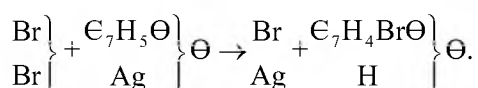
час называем мета-бромбензойной кислотой (по терминологии Пелиго, *l'acide brômo-benzoïque*): серебряная соль кислоты обрабатывалась парами брома³. Выводы Пелиго были оспорены Ж.Б. Дюма (*Jean-Baptiste-André Dumas*; 1800–1884) и Э. Шеврелем (*Michel Eugène Chevreul*; 1786–1889), полагавшими, что название, данное им полученному соединению (бромбензойная кислота), «... неправильно (в оригинале использовано бо-

¹ Архив Д.И. Менделеева / под общ. ред. С.А. Щукарева и С.Н. Валка. Т. 1: Автобиографические материалы. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1951. С. 34.

² *Borodin A.* Sur les dérivés monobromés des acides valérique et butyrique // *Bulletin de la Société Chimique de Paris. Séances de 1858–1860.* 1861. P. 252–254.

³ *Péligot E.* Mémoire sur un Acide Résultant de l'Action du Brôme sur le Benzoate d'Argent // *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences.* 1836. Т. 3. P. 9–12.

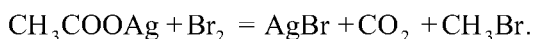
лее жесткое слово – *vicieuse*, т.е. порочно. – И.Д.), поскольку оно, по-видимому, указывает... что новое тело представляет собой соединение брома и бензойной кислоты»⁴, поэтому оппоненты Пелиго предложили «... исследовать, существует ли ряд соединений, в которых можно было бы допустить тело, образованное из 4 атомов кислорода, 14 атомов углерода и 9 атомов водорода...»⁵. Дюма и Шеврель сомневались, что Пелиго удалось заместить в бензойной кислоте один атом водорода на бром, но Бородин их сомнения и критику проигнорировал. Понимание им реакции бромирования серебряной соли бензойной кислоты хорошо видно из следующей записи уравнения этой реакции, приведенной в статье Ueber die Wirkung des Zinkäthyls auf zusammengesetzte Aether⁶:



Подытоживая свои наблюдения, Бородин отметил, что «монобромомасляная кислота очень похожа на монобромовалериановую, которая также представляет собой бесцветное тяжелое масло, разлагающееся при перегонке. При воздействии паров брома на уксуснокислосое серебро монобромуксусная кислота не образуется, но вместе с бромистым серебром образуется смесь газов, состоящая из углекислоты и бромсодержащего пахучего газа, возможно, в соответствии с уравнением:



В современной записи приведенное Бородиным уравнение имеет вид:



Вот, собственно, и все, что можно привести в пользу открытия Бородиным реакции серебряных солей карбоновых кислот с бромом, в результате которой образуются бромзамещенные углеводороды. Скорее всего, он поначалу ожидал, что при обработке валератов и бутиратов серебра парами брома будут – по аналогии с реакцией, изученной Пелиго и интерпретированной им в терминах реакции замещения водорода на бром, – образовываться серебряные соли бромзамещенных кислот (скажем,

⁴ Dumas J.B., Chevreul E. Rapport sur un travail de M.E. Péligot, ayant pour titre: Mémoire sur un Acide Résultant de l'Action du Brôme sur le Benzoate d'Argent // Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. 1837. Т. 4, № 13. Р. 455.

⁵ Dumas J.B., Chevreul E. Op. cit. Р. 456. Формула бензойной кислоты по Пелиго: $\text{C}_{28}\text{H}_{10}\text{O}_4$ (при $\text{C}=3$ и $\text{O}=8$), тогда как, по Дюма, такая формула должна иметь вид – $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4$ (при $\text{C}=6$ и $\text{O}=8$). Дюма и Шеврель в приведенной цитате указывают на соединение с 9 атомами водорода, имея в виду состав радикала, после замещения одного из атомов Н на Br, т.е. соединение с брутто-формулой $[\text{Br} + \text{C}_{14}\text{H}_9\text{O}_4]$.

⁶ Borodin A. Ueber die Wirkung des Zinkäthyls auf zusammengesetzte Aether // Zeitschrift für Chemie und Pharmacie. 1861. 4. Jahrgang. S. 9.

⁷ Borodin A. Ueber Bromvaleriansäure und Brombuttersäure // Annalen der Chemie und Pharmacie. 1861. Bd. 119, Heft 1. S. 123.

α -бромвалериановой кислоты)⁸, т.е., говоря современным языком, пойдет реакция замещения атома брома на водород в α -положении по S_E -механизму. Однако в случае ацетата серебра, как отметил Бородин, получалась не соль монобромуксусной кислоты, но бромистый метил⁹ (т.е., говоря современным языком, шла не реакция электрофильного замещения, но происходило декарбоксилирование).

Видимо, Бородин, опираясь на аналогию с бромированием ацетата серебра, допускал, что и в случае солей иных жирных карбоновых кислот, например, валериановой и масляной, могут образовываться бромалканы, но в статьях 1861 г. эта мысль не была высказана прямо и отчетливо. А после 1861 г. Бородин указанной тематикой уже не занимался.

Любопытно еще одно обстоятельство. В отчете о своих работах во время командировки за границу (датирован 31 января 1863 г.) Бородин так сформулировал программу исследований: «Попробовать найти рациональный способ получения целого ряда новых кислот, изомерных между собою, через замещение хлора или брома в хлорированных или бромированных кислотах, – углеводородными радикалами». И далее читаем: «В связи с этою работой, пользуясь дешевизною химических материалов за границею, я стал искать удобного способа бромирования жирных кислот: масляной и валериановой» (1: 194). Таким образом, Бородин объясняет свою мотивацию при выборе тематики исследования, но ничего не пишет о конкретных результатах и, в частности, о результатах «подготовительного» этапа своей работы – бромирования двух выбранных им жирных кислот. И в списке опубликованных работ, приведенном в конце отчета, он упоминает из трех работ по бромированию серебряных солей карбоновых кислот только две¹⁰, опустив статью *Ueber Bromvaleriansäure und Brombuttersäure*, которая потом будет цитироваться в литературе чаще других.

Прошло несколько лет, и 9 января (ст. ст.) 1869 г. он сделал в Русском химическом обществе (РХО) сообщение на тему «О продуктах действия паров на серебряные соли кислот: масляной и валерьяновой». Полный текст доклада не сохранился, опубликована была только протокольная

⁸ Бородин, следуя Пелиго, так описывал порядок проведения реакции: «Для приготовления монобромбензойной кислоты следует поместить открытую стеклянную емкость с бромом в колбу с притертой пробкой, в центре которой находится серебряная соль органической кислоты... (Вся влага должна быть исключена; бром можно отделить от воды, взболтав с концентрированной серной кислотой.) Превращение этой соли серебра в обычную бромистоводородную кислоту и бромид серебра, вызванное парами брома, завершается, когда бутылка кажется наполненной красноватыми парами» (Borodin A. Op. cit. S. 122). Бородин ссылается на анонимный немецкий реферат указанной статьи Пелиго 1836 г., опубликованный в *Annalen der Pharmacie* (1838. Bd. 28, Heft 3. S. 246–248).

⁹ В указанных выше статьях Пелиго и Дюма и Шевреля это обстоятельство не упоминается.

¹⁰ Borodin A. Sur les dérivés monobromés des acides valérique et butyrique // Bulletin de la Société Chimique de Paris. Séances de 1858–1860. 1861. P. 252–254. Borodin A. Ueber die Monobromvaleriansäure und Monobrombuttersäure // Zeitschrift für Chemie und Pharmacie. 1861. 4. Jahrgang. S. 5–7.

запись. Впрочем, возможно, автор ограничился кратким сообщением пояснительного характера, которое практически полностью отражено в протоколе:

В 1860 г., по поводу одной работы, я пробовал приготовить кислоты: монобромовалерьяновую и монобромомасляную, таким же способом, каким Пелиго приготовил монобромобензойную кислоту, т.е. действуя парами брома на серебряные соли соответствующих органических кислот. При этом мне действительно удалось получить продукты замещения серебра бромом¹¹; один из них был мною анализирован и дал числа, соответствующие составу монобромовалерьяновой кислоты. По различным обстоятельствам я должен был отложить подробное исследование этих продуктов на неопределенное время. На этом основании я ограничился только кратким сообщением о них в *Zeitschrift der (правильно: für. – И.Д.) Chemie* (1861 г., стр. 5)¹² и *Bull. de la Soc. Chim.* (1861, стр. 252)¹³. Должно заметить, что в то время не были еще известны продукты замещения бромом радикального водорода в кислотах масляной и валерьяновой (получаемые при действии на последние брома в запаянных трубках)... не были известны также и продукты замещения металлического водорода в органических кислотах галоидами... Поэтому я тогда позволил себе рассматривать полученные мною продукты как кислоты: монобромовалерьяновую и монобромомасляную, аналогичные по способу получения с бромобензойную кислотой Пелиго. Впрочем, я тогда же обратил внимание на малую прочность моих продуктов и на неудачные попытки получить из них соответствующие соли в чистом состоянии. Впоследствии я имел случай снова возвратиться к изучению этих тел, причем убедился в окончательной невозможности получить из них соли, отвечающие по составу солям монобромовалерьяновой и монобромомасляной кислот. На этом основании я считаю себя вправе полагать, что продукты, описанные мною не суть бромированные кислоты, но только изомеры последних, подобные тем, например, которые получены Шютценбергером для монохлоруксусной кислоты и др.¹⁴.

Таким образом, мы видим, что главная неопределенность в исследовании реакции бромирования карбоновых кислот определялась невозмож-

¹¹ Здесь Бородин, по-видимому, не имел в виду, что бром замещает серебро *in situ*. Речь шла о том, что в брутто формулах реагентов и продуктов вместо серебра появился бром.

¹² Borodin A. Ueber die Monobromvaleriansäure und Monobrombuttersäure // *Zeitschrift für Chemie und Pharmacie*. 1861. 4. Jahrgang. S. 5–7.

¹³ Borodin A. Sur les dérivés monobromés des acides valérique et butyrique // *Bulletin de la Société Chimique de Paris. Séances de 1858–1860*. 1861. P. 252–254.

¹⁴ Бородин А. О продуктах действия паров на серебряные соли кислот: масляной и валерьяновой // *Журнал Русского химического общества*. 1869. Том 1, вып. 1. С. 31–32.

ностью установить, в какую часть молекулы кислоты попадает атом брома: будет ли происходить замещение водорода на галоген в углеводородном радикале или же галоген заменит гидроксильную группу в карбоксиле, давая ацилгалогениды, (это как раз тот случай, которым интересовался П. Шютценбергер (*Paul Schützenberger*, 1829–1897) (8: 60–61)), или произойдет декарбоксилирование с образованием галогеналкана. Бородин в итоге правильно понял, что получить монобромвалериановую и моноброммасляную кислоты тогда, в 1860 г. в Гейдельберге, ему не удалось, но что именно он получил, оставалось неясным. Кроме того, его слова из приведенной выше цитаты о том, что описанные им продукты «не суть бромированные кислоты, но только изомеры последних», говорят о том, что образование алкилбромидов в реакциях с участием солей масляной и валериановой кислот он исключал, поскольку бромистый пропилен и бромистый бутилен никак не могут быть изомерами броммасляной и бромвалериановой кислот.

Фактически, Бородин допускал только возможность образования бромистого метила при бромировании ацетата серебра, не оговаривая ясно условий протекания соответствующей реакции. И *только эту* реакцию он представил в виде уравнения. Никаких обобщений на реакции бромирования солей других жирных кислот он не делал даже намеком (по крайней мере, в опубликованных работах). Но со временем в литературе стали появляться утверждения, будто Бородин показал возможность образования бромалканов при бромировании солей *трех* кислот: уксусной, масляной и валериановой (см. к примеру, (9: 470)). А ученик Бородина М.Ю. Гольдштейн утверждал, что Александр Порфирьевич, будучи в Гейдельберге, опубликовал «интересную работу» под названием «Исследование о действии брома на серебряные соли уксусной, масляной и валериановой кислот»¹⁵. Однако работы с таким названием у Бородина нет.

Прошло несколько десятилетий, и реакция галогенирования солей карбоновых кислот с образованием галогеналканов была вновь открыта и изучена супругами Хейнцем и Кларой Хунсдикерами (*Heinz Hunsdiecker*, 1904–1981; *Cläre Hunsdiecker*, 1903–1995). Их основная статья вышла в 1942 г. и в ней имя Бородина было упомянуто в следующем контексте: «Действие галогена на органические соли серебра уже неоднократно изучалось. Из более ранней литературы следует, в частности, сослаться на сведения Бородина (далее приводится ссылка на работу *Sur les dérivés monobromés des acides valérique et butyrique*. – *И.Д.*). При воздействии паров брома на бутират и изовалерат серебра он странным образом (*merkwürdigerweise*) получил соответствующие α -галогенные жирные кислоты.

¹⁵ Гольдштейн М.Ю. Бородин // А.П. Бородин в воспоминаниях современников / Сост. и коммент. А.П. Зориной. М.: Музыка, 1985. С. 179. Ту же ошибку находим и в монографии Фигуровского и Соловьева, где исследования Бородиным бромирования серебряных солей карбоновых кислот (и не только они) описаны «с легкостью необыкновенной» (1: 55), как, кстати, и в статье С.А. Погодина, который утверждал, что Бородин якобы «получил их [валериановой и масляной кислот] бромпроизводные» (10: 42).

С другой стороны, ацетат серебра давал углекислоту и «бромсодержащий газ (*bromhaltiges Gas*)», предположительно бромистый метил»¹⁶.

В зарубежной литературе обсуждаемая реакция, как правило, называлась реакцией Хунсдикера, хотя были исключения. Например, в статье Д. Хаутона и соавторов сказано, что «по сути, исходная карбоксильная группа заменяется атомом брома в результате разложения соли серебра по Бородину, а обратный процесс осуществляется с помощью реакции Гриньяра... Об этой реакции (разложения серебряной соли. – И.Д.)... впервые сообщил Бородин (Ann. 119, 123 (1861)), чье ясное понимание ее природы (*clear recognition of the nature of the reaction*) дает веские основания для использования его имени в связи с ней» (11: 4970, 4974). В последние десятилетия ее все чаще именуют реакцией Бородина – Хунсдикера (иногда фамилии следуют в обратном порядке).

В связи со сказанным уместно привести слова известного французского историка науки Ж. Жака (*Jean Jacques*; 1917–2001): «... лишь много позднее будет показано, что реакция носит более общий характер, чем предполагал Бородин, и что существуют условия, при которых масляная и валериановая кислоты также могут приводить к получению ожидаемых бромистых углеводородов, правда, с плохими выходами» (12: 182).

Достижение II

Другой важной работой Бородина начала 1860-х гг. стало открытие реакции получения фтористого бензоила (фторангидрида бензойной кислоты). Обстоятельства, связанные с этим открытием, хорошо описаны в литературе (см., например, (7: 50–52)), поэтому здесь отмечу только, что Бородин смог выполнить столь важные исследования во многом в силу случайного стечения обстоятельств и любезности двух пизанских профессоров – С. Де Лука (*Sebastiano De Luca*; 1820–1880) и особенно П. Тассинари (*Paolo Tassinari*; 1829–1909). Из отчета А.П. Бородина о заграничной командировке:

... Профессора Пизанского университета Де-Лука и Тассинари не только приняли меня в высшей степени любезно, но сейчас же предложили мне воспользоваться всеми средствами лаборатории (речь шла о *Laboratorio di chimica dell' Università di Pisa*. – И.Д.). Найдя там редкий запас платиновой посуды, я тотчас же бросил аналитические работы и, пользуясь таким счастливым случаем, предпринял серьезную работу с фтористыми соединениями, которыми я никогда еще не занимался по недостатку средств. Соединения эти в высшей степени интересные, очень мало изучены. Причина этого находится в особенном свойстве фтористых соединений вступать в реакцию почти со всеми веществами, вследствие чего они разъедают стеклянную и фарфоровую посуду, образуют на каждом шагу двойные соединения,

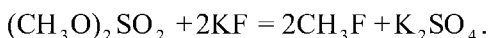
¹⁶ *Hunsdiecker H., Hunsdiecker Cl. Über den Abbau der Salze aliphatischer Säuren durch Brom // Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft A/B. 1942. Bd. 75, № 3. S. 291.*

затрудняющие в высшей степени очищение и анализ фтористых продуктов. Работы этого рода можно производить только в платиновой посуде, приобретение которой обходится дорого и доступно немногим. Все это взятое вместе объясняет, почему фтористые соединения до сих пор так мало изучены несмотря на то, что изучение их представляет огромный интерес для науки. Отсутствие всякого рода развлечений в Пизе, доступность средств к учению, богатые музеи и кабинеты, библиотеки, наконец, дешевизна жизни и хороший климат – все это располагало в высшей степени к занятиям и, смело скажу, что в Пизе я сделал для науки и для образования больше, чем где бы то ни было. (Цит. по: (1: 197))

Бородин пробыл в Пизе с октября 1861 г. до начала следующего лета и вернулся в Россию через Германию 20 сентября (ст. ст.) 1862 г.

Теперь о самих исследованиях. Начну с того, что Александр Порфирьевич был отнюдь не первым, кто получил фторорганическое соединение¹⁷. У него были предшественники, скажем, Г. Райнш (*Hugo Edgar Reinsch*; 1809–1884)¹⁸ и Э. Фреми (*Edmond Frémy*; 1814–1894)¹⁹, в лаборатории которого в начале 1870-х гг. начал свои химические занятия А. Муассан (*Ferdinand Frédéric Henri Moissan*; 1852–1907), получивший свободный фтор в середине 1886 г.

До Райнша и Фреми Дюма и Пелиго синтезировали (по-видимому, впервые) органическое соединение, содержащее фтор в своем составе. Они воспользовались реакцией диметилсульфата с фторидом калия, в результате которой образовался фтористый метил²⁰. В современном виде реакцию можно записать так:



Путь Бородина был иным. Теме получения фтористого бензоила Александр Порфирьевич посвятил три статьи: на итальянском, французском и немецком языках²¹. Далее я буду опираться в основном на французскую и

¹⁷ См. три полезных обзора по данной теме: (13–15).

¹⁸ *Reinsch H.E.* Einige Versuche über die Wirkung der Flussspathsäure auf Alkohol und Terpentinöl // *Journal für praktische Chemie*. 1840. Bd. 19, Heft 5. S. 316.

¹⁹ *Frémy E.* Recherches sur les fluorures // *Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*. 1854. T. 38, № 9. P. 394–395.

²⁰ *Dumas J.B., Pélégot E.* Nouvelles Combinaisons du Méthylène // *Annales de Chimie et de Physique*. 1836. T. 61. P. 193–201. Первое сообщение о своем открытии Дюма и Пелиго сделали в приложении к немецкой статье: *Dumas J.B. Pélégot E.* Ueber den Holzgeist und die verschiedenen ätherartigen Verbindungen, welche er bildet // *Annalen der Pharmacie*. 1835. Bd. 15, Heft 1. S. 59–60.

²¹ *Borodin A.* Fatti per servire alla storia de' Fluoruri // *Il Nuovo Cimento. Giornale di Fisica, Chimica e Storia Naturale*. 1862. Vol. 15. P. 305–314. *Borodin A.* Faits pour servir à l'histoire des fluorures et préparation du fluorure de benzoyle // *Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*. 1862. T. 55, № 13. P. 553–556. *Borodin A.* Zur Geschichte der Fluorverbindungen und über das Fluorbenzoyl // *Annalen der Chemie und Pharmacie*. 1863. Bd. 126, Heft 1. S. 58–62.

итальянскую версии. Прежде всего, следует отметить, что исходная мотивация Бородина была несколько шире, чем представляется на первый взгляд. Обратимся к тексту французской статьи:

Отправной точкой настоящих исследований, проведенных в химической лаборатории Пизанского университета, стало изучение реакций, которые происходят при взаимодействии кислот (даже слабых) с фторидами щелочных металлов. Принимая во внимание склонность одноатомных фторидов к образованию двойных соединений, уместно поставить вопрос: можно ли одноатомный или двухатомный фторид (например, KF и KHF_2 . – И.Д.) приравнять к химическим молекулам, сопоставимым с ... такими молекулярными соединениями, как кислые и двухосновные сульфаты (к примеру, K_2SO_4 и KHSO_4 . – И.Д.) и т.д., или же некоторые фториды не поддаются такому сравнению и их следовало бы отнести к соединениям, содержащим кристаллизационную воду или спирт...

Согласно первой гипотезе, фтористоводородная кислота должна быть двухосновной, как серная, янтарная и другие кислоты, и ее формула должна быть удвоенной. В этом случае фтор становится двухатомным радикалом (2×19), подобно кислороду или сере. Однако для подтверждения этой гипотезы потребовалось бы, чтобы плотность паров фторидов была вдвое выше наблюдаемой, а сами фториды изоморфны сульфидам, а не хлоридам. Таким образом, фтор стал бы исключением из общих законов современной химии.

Во второй гипотезе противоречия между физическими и химическими свойствами фторидов отсутствуют. Одноатомные двухосновные фториды или кислоты не поддаются дистилляции, а ... объем их газообразного состояния вдвое превышает объем простых фторидов. Пары этих веществ представляют собой простую смесь простых фторидов, которые до диссоциации образовывали нелетучую молекулу.

Для прояснения этих вопросов были поставлены следующие задачи: 1) исследовать границы склонности фторидов к образованию двойных соединений; 2) изучить одноатомные фториды с органическими элементами (т.е. с фрагментами органических молекул. – И.Д.)²².

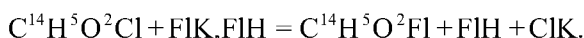
О чем идет речь в цитированных абзацах? До получения фтора в виде простого вещества химики имели дело только с соединениями этого элемента. И здесь они столкнулись с некоторой неопределенностью. Фториды щелочных металлов легко соединялись с концентрированной плавиковой кислотой, образуя устойчивые двойные соли – би- или, иначе, гид-

²² Borodin A. Faits pour servir à l'histoire des fluorures et préparation du fluorure de benzoyle // Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences. 1862. T. 55, № 13. P. 553.

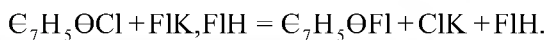
рофториды. Этот факт был известен еще Берцелиусу. Причины такой особенности плавиковой кислоты могли быть различными. Можно допустить, что гидрофториды представляют собой что-то вроде кристаллогидратов, в которых место кристаллизационной воды занимает фтористый водород. В таком случае фтор следует признать одновалентным элементом (как говорили в XIX в. и позднее, его валентность по водороду равна единице), т.е. аналогом хлора и брома. Но можно было предположить, что плавиковая кислота двухосновна и тогда она, подобно серной кислоте, должна давать кислые соли. В этом случае фтор оказывается аналогом кислорода и серы. Именно эти две возможности и рассматривал Бородин.

Если фтористый водород может быть кристаллизационным, то для доказательства этого нужно получить какое-нибудь жидкое летучее соединения фтора и выяснить, будет ли оно соединяться с фтористым водородом. Для этой цели более всего подошло бы органическое соединение фтора. Поэтому Бородин поместил в платиновую емкость хлористый бензоил и гидрофторид калия. (Эксперимент проводился на веранде, поскольку в пизанской лаборатории не было хорошей вытяжки.) При нагревании смеси сначала выделялся белый дым (фтористый водород кипит при 19,9°C), а затем стала отгоняться бесцветная жидкость. Бородин, опираясь, главным образом, на данные элементного анализа, интерпретировал этот результат как получение нового вещества – фтористого бензоила, который не давал, как выяснилось, «двойного соединения» с фтористым водородом. Не наблюдалось никакого взаимодействия этих веществ и при их смешении без нагревания. Отсюда следовало, что плавиковая кислота является одноосновной. И, как заметил В.Р. Полищук, «заодно было синтезировано одно из первых фторорганических соединений (и первое бензоидное фтористое соединение. – И.Д.), причем способ его получения – обмен хлора на фтор – стал впоследствии (лет 60–70 спустя) одним из самых общих и широко применяемых» (16: 44).

В итальянской и французской статье было отмечено, что фтористый бензоил ранее «не был известен, и был получен и изучен впервые»²³. Результат эксперимента Бородин представил в виде уравнения, но в разных публикациях оно выглядело по-разному. Во французской статье:



И так же в немецкой работе с той разницей, что числовые индексы в формулах в ней были помещены ниже символа элемента, как это принято сейчас. В итальянском же варианте уравнение имеет вид:



²³ Borodin A. Op. cit. P. 554. В итальянской публикации, более пространной и детализированной, приоритетный нюанс выглядит приглушенно: «Среди одноатомных органических фторидов я выбрал для своих экспериментов два: один с кислотным радикалом (*radicale acido*) – фторид бензоила (ранее неизвестный), а другой – с металлическим радикалом (*radicale metallico*)...» (Borodin A. Fatti per servire alla storia de' Fluoruri // Il Nuovo Cimento. Giornale di Fisica, Chimica e Storia Naturale. 1862. Vol. 15. P. 311). В немецкой публикации прямой приоритетный акцент отсутствует.

Таким образом, Бородин в этом последнем случае использовал новую, предложенную С. Канниццаро, систему атомных весов: $C=12$ и $O=16$ при $H=1$ (зачеркивание символов элементов акцентировало это обстоятельство), тогда как для французского и немецкого читателя он оставил старую шкалу с $C=6$ и $O=8$ при $H=1$. Более того, в итальянской статье Бородин подчеркивает, что будет решать поставленные им задачи «... с позиций молекулярной теории, новейшее развитие которой обязано, главным образом, тонким рассуждениям (в оригинале: «*alla considerazione ingegnose*», что можно перевести как «гениальным рассуждениям». – И.Д.) проф. Канниццаро»²⁴. Что касается символа фтора, то Я. Берцелиус предложил для него обозначение *F* и название *Fluoric radicle*²⁵, но часто в XIX в. использовали символ *Fl*, которым воспользовался Бородин.

Достижение III

История изучения Бородиным реакций уплотнения (конденсации) валерианового, энантового и уксусного альдегидов довольно богата и относительно неплохо изучена в литературе (17; 1; 3). Поэтому далее я остановлюсь только на основных моментах.

3 октября (ст. ст.) 1869 г. Бородин пишет жене: «У меня теперь весьма счастливый период лабораторной деятельности: идет все на лад. По этому самому я теперь в пассиве лабораторных работ. Только чуть-чуть не случилось неприятного столкновения на химическом поле с Кекуле, который в одной из своих работ затронул ту область, в которой я работаю; правда, что он выходил из совершенно других начал и бил не на то, на что я, но все-таки при дальнейшем ходе своих исследований он

легко мог напасть на те же идеи и преследовать те же цели, что и я. В предупреждение возможности столкновения я вчера сообщил свою работу в заседании Химического общества, хотя работа была еще далеко не окончена. Все химикусы нашли ее, впрочем, крайне интересной и по фактической стороне, и по теоретическому развитию идей»²⁶.



Рис. 4. А. Кекуле

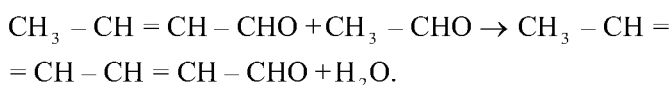
Источник: Portal Rheinische Geschichte [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rheinische-geschichte.lvr.de>. (дата обращения 10.07.2026)

²⁴ Borodin A. Op. cit. P. 306.

²⁵ Berzelius J. Essay on the Cause of Chemical Proportions, and on Some Circumstances Relating to Them: Together with a Short and Easy Method of Expressing Them // Annals of Philosophy. 1814. Vol. 3. P. 362.

²⁶ Бородин А.П. Письма, 1857–1887: в 4 томах / Составление, научно-текстологическая редакция А.В. Булычевой. Челябинск: Авто Граф, 2020–2023. Т. 1. С. 142–143.

О каком столкновении с А. Кекуле пишет Бородин? Как известно, немецкий химик А. Кекуле (*Friedrich August Kekulé von Stradonitz*; 1829–1896) много времени уделял изучению бензола, его свойствам и строению²⁷. Чтобы доказать предложенную им циклогексатриеновую формулу этого соединения, Кекуле намеревался получить бензол последовательной конденсацией ацетальдегида ($\text{CH}_3 - \text{CHO}$) с последующим замыканием кольца. Поначалу все шло неплохо. Кекуле без особых затруднений получил кротоновый альдегид ($\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CHO}$) конденсацией ацетальдегида в кислой среде. Последнее обстоятельство (кислая среда) важно, поскольку в таких условиях остановить реакцию на стадии альдоля не удастся, и можно провести только реакцию кротоновой конденсации. Теперь необходимо было соединить кротоновый альдегид с ацетальдегидом. Кекуле предполагал, что реакция пойдет следующим образом:



Однако в действительности он получил «... довольно нечистые продукты, которые по их эмпирическому составу можно было весьма предположительно считать результатом конденсации молекулы кротонового альдегида с молекулой ацетальдегида или конденсации двух молекул кротонового альдегида. Попытки перевести первое из этих соединений последующей конденсацией в бензол успеха не имели. Кекуле, видимо, уже потерял веру в то, что он на правильном пути в синтезе бензола из ацетальдегида...» (18: 207)²⁸.

Между тем уже в 1863 г. Бородин приступил к изучению действия натрия на валеральдегид. Весной 1864 г. он завершает первый этап своей работы по этой тематике и в мае докладывает (через Н.Н. Зинина) результаты в Академии наук²⁹. Из общего описания наблюдавшихся Бородиным реакций и выводов статьи можно заключить, что он, как осторожно выразился Г.В. Быков, «имел дело и с продуктами уплотнения валеральдегида» (18: 208). Рассмотрим ситуацию детальней.

Основные выводы, сформулированные *Über die Einwirkung des Natriums auf Valeraldehyd*, если сформулировать их более понятным для современного химика образом, сводились к следующему:

I. При действии натрия на альдегид никакого замещения одного из атомов водорода в альдегиде на металл, как в то время полагали многие химики, не происходит, но образуется смесь соединений, в продуктах разложения которой водой были обнаружены амиловый спирт ($\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$), ацетальдегид, валериановая кислота и два новых соединения состава $\text{C}_{10}\text{H}_{22}\text{O}$ и $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$, причем первое было идентифицировано Бородиным как

²⁷ *Kekulé A. Ueber die Constitution des Benzols // Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin. 1869. Bd. 2, Heft 1. S. 362–365.*

²⁸ См. также: *Kekulé A. Condensationsproductes des Aldehyds; – Crotonaldehyde // Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin. 1869. Bd. 2, Heft 1. S. 365–368.*

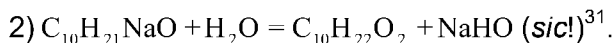
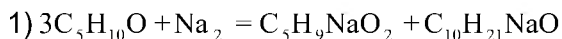
²⁹ *Borodin A. Über die Einwirkung des Natriums auf Valeraldehyd // Journal für Praktische Chemie 1864. Bd. 93, Heft 1. S. 413–425.*

одноатомный спирт, что вызывает вопросы, поскольку при реакции валерианового альдегида с Na спирт образоваться мог, но двухатомный (5,6-декандиол), содержащий два атома кислорода ($C_{10}H_{22}O_2$). Судя по всему, Бородин получил деканол (декан-1-ол или его изомер), который отвечает каприновой кислоте ($C_{10}H_{20}O_2$). «Это может быть настоящий спирт каприновой кислоты, а также изомера последней. Поскольку истинный каприновый спирт еще неизвестен, то сравнивать с ним невозможно, а потому об этом нельзя сказать ничего определенного»³⁰, – констатирует Александр Порфирьевич, скромно намекая на открытие им нового спирта.

Здесь уместно сказать несколько слов об интерпретации Бородиным полученных результатов. Начну с цитаты:

... Я более склонен считать это тело (т.е. вещество состава $C_{10}H_{22}O$ – И.Д.) изомером [спирта], так как кислота, которую я из него получаю, по-видимому, отличается от каприновой кислоты. Впрочем, этот предмет требует более тщательного изучения, чем я в настоящее время занимаюсь.

Образование этого тела из валерианового альдегида должно быть тесно связано с образованием валериановой кислоты, поскольку первая может образовываться из альдегида в результате потери кислорода, а вторая – в результате поглощения кислорода. Весь химический процесс может быть выражен примерно следующими уравнениями:



В последней реакции, как она записана Бородиным, количества атомов кислорода в левой и правой части уравнения не совпадают. Впрочем, возможно, здесь просто опечатка. В этих реакциях $C_5H_{10}O$ – валериановый альдегид; $C_{10}H_{21}NaO$ – деканолят натрия и $C_{10}H_{22}O$ – деканол (если игнорировать опечатку) и $C_5H_9NaO_2$ – валерат натрия. Что касается соединения состава $C_{10}H_{18}O$, то, по мнению некоторых авторов (см., например, (5)), оно, возможно, представляло собой спирт (2-пропилгептанол-1), который мог образоваться по реакции Канниццаро (хотя условия проведения реакций и состав реагентов не отвечают этой реакции³²).

II. При взаимодействии двух одинаковых или разных альдегидов с числом атомов углерода n и m получается спирт с числом углеродных атомов, равным $(n + m)$. Итак, если посмотреть на первое из приведенных выше химических уравнений Бородина, то, конечно, оно позволяет в некотором смысле говорить об «уплотнении (конденсации)» альдегидов. Но во что они «уплотнились»? По

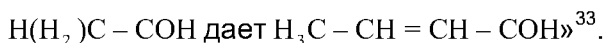
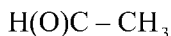
³⁰ Borodin A. Über die Einwirkung des Natriums auf Valeraldehyd // Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St.-Petersbourg, 1864. T. 7. Feuilles 27–31. Col. 470.

³¹ Op. cit. Col. 470–471.

³² К тому же составу $C_{10}H_{18}O$ в принципе отвечает альдегид с одной двойной связью в углеводородной цепочке (дек-5-еналь), но он не будет реагировать с натрием, выделяя водород.

сути, в спирт (потому как соединение состава $C_{10}H_{21}NaO$ – это деканолят натрия, который затем гидролизуется до спирта).

Можно сказать, что и Кекуле, и Бородин в 1869 г. оказались в тупике, но ... в статье Кекуле, который, в отличие от Бородина, активно оперировал структурными формулами, конденсация ацетальдегида с образованием кротонового альдегида представлена следующим образом: «Образование кротонового альдегида легко объясняется следующей схемой:



Да, здесь отсутствует промежуточное соединение, которое потом будет названо альдолом³⁴, но в этой записи есть важный момент. Кекуле, как видно из приведенной им схемы, совершенно правильно понял, что при конденсации альдегидов задействованы карбонильная группа одной молекулы альдегида и водород метильной группы другой (в более общем случае водород при α -углеродном атоме альдегида, но у Кекуле хватило сообразительности начать с более простого случая). Бородин же не только не пользовался структурными формулами, но, по-видимому, и не мыслил структурно, формализуя свои рассуждения только брутто-формулами³⁵.

Обратимся к протокольной записи его выступления в РХО 2 октября (ст. ст.) 1869 г., о котором он на следующий день сообщил жене в цитированном выше письме: «А. Бородин заявляет в виде предварительного сообщения о начатом исследовании соединений, происходящих [с] выделением воды из нескольких частиц альдегида. Получены эти соединения были г. Бородиным, частью при нагревании в запаянной трубке альдегидов, частью при действии раствора едкого кали на сернистонатриевые соединения альдегидов. Из валерианового альдегида получают два соединения, одно гонится от 195° – 200° , другое около 300° ; из энантового также два соединения. Эти продукты уплотнения альдегидов обладают или характером альдегидов или кетонов»³⁶.

³³ *Kekulé A. Condensationsproductes des Aldehyds; – Crotonaldehyde // Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin. 1869. Bd. 2, Heft 1. S. 367.*

³⁴ Кекуле проводил реакцию в кислой среде, да еще при нагревании, поэтому неудивительно, что он получил не альдоль, а кротоновый альдегид.

³⁵ В ранних работах он, как было показано выше, использовал формализм теории типов.

³⁶ *Бородин А. [Продукты уплотнения альдегидов] // Журнал Русского химического общества. 1869. Том 1. С. 214. Отчет о заседании Русского химического общества был опубликован В. фон Рихтером, который предварил его замечанием о том, что «в химии по-прежнему затишье (die todte Saison), потому что большинство русских химиков работают только в течение нескольких летних месяцев» (Richter V. von. Correspondenzen aus St. Petersburg am 17 October 1869 // Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. 1869. Bd. 2. S. 552). В своем отчете Рихтер формулирует главный результат Бородина более определенно: «Анализ показал, что первый продукт представляет собой уплотнение (Condensation) двух молекул альдегида, образующееся с отщеплением молекулы воды (видимо, это альдегид состава $C_{10}H_{18}O$, в современной терминологии дек-5-еналь. – И.Д.). Второй продукт, кипящий при более высокой температуре, предположительно является полимером первого (алькенали действительно хорошо полимеризуются. – И.Д.)» (Ibid.).*

Использованные выражения и терминология указывает на понимание докладчиком, что речь идет о взаимодействии молекул альдегидов между собой, т.е. об их «уплотнении» (конденсации). Но ясного осознания сути реакции (даже в самых общих чертах) из приведенной записи не видно.

Поэтому, когда Бородин писал жене, что «при дальнейшем ходе своих исследований он [Кекуле] легко мог напасть на те же идеи и преследовать те же цели, что и я», было поздно: Кекуле уже пошел дальше, минуя идеи «конкурента». Бородин проигрывал немецкому химику не во времени, а в понимании. Однако, заметим, оба сильно осерчали, узнав, что работают на одном «химическом поле», хотя и на соседних грядах.

Следующая важная дата в этой истории – 1870 год. В этом году в печати появилась статья французского химика А.Ж. Рибана (*Alexandre Joseph Riban*; 1838–1917), представленная им Парижскому химическому обществу 2 декабря 1869 г., в которой сообщалось, что ему удалось в экспериментах с валериановым альдегидом получить, по сути, те же результаты, что ранее были обнародованы Бородиным³⁷. Рибан признал приоритет Бородина, но оставил за собой право продолжить собственные исследования.

Кроме того, в том же 1870 г. Кекуле напечатал краткое сообщение «О конденсации альдегидов», присланное в редакцию 21 февраля, которое начинается так: «При каждой химической работе, и в наши дни гораздо больше, чем раньше, возникает опасность, что эти же самые опыты проводятся одновременно и самостоятельно (*gleichzeitig und selbständig*) другими химиками и в другом месте. При этом, конечно, речь идет не о распространяющемся, к сожалению, обычае, когда некоторые считают удобным уже начатые исследования других, ставшие известными по предварительным сообщениям, подхватывать и продолжать дальше»³⁸.

И тем не менее далее Кекуле, подчеркнув, что после сообщения о своих исследованиях конденсации ацетальдегида³⁹ он поставил также несколько аналогичных опытов с валериановым альдегидом C_4H_9CHO и получил при этом некоторые результаты, заявил, что «... незадолго до этого Рибан и Бородин одновременно сообщили, что начали работу над одним и тем же объектом. В связи с этим я пока приостанавливаю эксперименты с валериановым альдегидом»⁴⁰.

На Бородина эти заявления Кекуле произвели весьма неприятное впечатление, о чем он написал жене 9 марта по ст. ст. 1870 г.: «В четверг я был у Бутлерова, обедал там, Бутлеровы со мною любезны до невозмож-

³⁷ Riban A.J. Sur les produits de condensation de l'aldéhyde valérique // Bulletin de la Société Chimique de Paris. 1870. T. 13. P. 24–25.

³⁸ Kekulé A. Ueber die Condensation der Aldehyde // Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin. 1870. Bd. 3, Heft 1. S. 135.

³⁹ Kekulé A. Condensationsproductes des Aldehyds; – Crotonaldehyde // Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin. 1869. Bd. 2, Heft 1. S. 365–368.

⁴⁰ Kekulé A. Ueber die Condensation der Aldehyde // Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin. 1870. Bd. 3, Heft 1. S. 135.

ности; отсюда я прошел в Химическое общество, где узнал неприятную для меня вещь: Кекуле (в Бонне) упрекает меня в том, что я работу с валерьяновым альдегидом (которую делаю теперь) заимствовал от него (т.е. не саму работу с фактической стороны, а идею работы). Это он напечатал в *Bericht'e* Берлинского химич[еского] общества. Такая выходка вынудила меня сделать тут же заявление об открытых мною фактах и показать, что я этими вопросами занимаюсь уже с 1865 г., а Кекуле наткнулся на них только в августе прошлого г.. Вот она, честность-то немецкая! Хотя наше Химич[еское] общество и знало все это, но я счел нужным заявить для того, чтобы это потом сообщено было, заведенным порядком, в Берлинское общество»⁴¹.

Сообщение Бородин⁴² мало проясняло дело, если, конечно, иметь в виду объяснение сути реакции, а не мелочные квазиприоритетные склоки. Ретроспективно можно отметить, что Бородин фактически указал на обратимость того, что позднее стало называться альдольной конденсацией. Но по достоинству оценить это – вообще говоря, важное – обстоятельство можно было только после открытия альдолой и лучшего понимания схемы реакции в структурных терминах. Ответа же со стороны Кекуле не последовало.

Да, Бородин сделал акцент на самом факте конденсации альдегидов⁴³, но у него были серьезные трудности с идентификацией продуктов и пониманием общей схемы происходивших реакций. Кекуле, тоже испытывая интерпретационные трудности, начав позже Бородин, продвинулся, однако, дальше в понимании того, что значит «уплотнение» (конденсация) альдегидов, о чем уже было сказано.

Драматическая развязка этой истории наступила в 1872 г. К этому времени Бородин обратился-таки к изучению реакции конденсации на примере ацетальдегида («обыкновенного альдегида», как его часто именовали в литературе) и, *возможно*, получил интересные результаты. Какие именно? Ответить на этот вопрос крайне затруднительно, и вот почему. 4 мая (ст. ст.) 1872 г. Бородин выступил в РХО сразу с тремя сообщениями. В первом он повторил то, что уже утверждал ранее, в 1864 г., добавив, однако, нечто новое (цитирую протокольную запись): «... при дальнейшем изучении (реакции натрия с валериановым альдегидом. – *И.Д.*), он нашел, что здесь образуется еще кислота $C_{10}H_{18}O_2$ и немного другого продукта уплотнения – $C_{20}H_{38}O_3$. Все прежде описанные тела представляли конечный результат действия натрия на валеральдегид. Если же реакцию не доводить до конца, то образуются совсем другие, промежуточные продук-

⁴¹ Бородин А.П. Письма // Ук. изд. Т. 1. С. 189.

⁴² Бородин А. [О продуктах уплотнения валерианового альдегида] // Журнал Русского химического общества. 1870. Том 2. С. 90–91.

⁴³ Было ли это новостью в 1870-х гг.? Не думаю. К примеру, Менделеев в своей «Органической химии» (первое издание 1861 г., второе – 1863) писал: «В альдегидах действительно есть склонность образовывать соединения двух, трех... частиц между собою» (Менделеев Д.И. Органическая химия. Изд. 2 (испр. и доп.) // Менделеев Д.И. Соч.: в 25 т. Л.; М.: Изд-во АН СССР. 1934–1954. Т. 8. С. 195).

ты. Из них-то, собственно, – а не из валеральдегида непосредственно, – и получаются конечные продукты реакции. Первоначальное действие натрия на валеральдегид заключается в уплотнении последнего, выделении воды и образовании едкого натра; далее реакция сводится уже на действие едкой щелочи и водорода в момент выделения. Промежуточные продукты суть: 1) новый полимер валеральдегида – бесцветная, густая, вязкая жидкость, нерастворимая в воде, легче воды, не соединяется с двусернистонатриевой солью (т.е. с Na_2SO_3 , Бородин тем самым подчеркнул, что этот «новый полимер» не является альдегидом. – И.Д.) и не перегоняется без разложения; при нагревании превращается снова в валеральдегид. <...> 2) Продукт уплотнения с выделением элементов воды – $\text{C}_{20}\text{H}_{38}\text{O}_2$, маслообразная жидкость, слабого запаха, очень горького вкуса... не соединяется с двусернистонатриевой солью. Тело это еще принадлежит к валерьяновому ряду, ибо при нагревании со щелочами разлагается, давая валерьяновую кислоту, амиловый спирт и немного валеральдегида. 3) Продукт уплотнения также с выделением воды – $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$, альдегид (полученный одновременно с Бородиным – Рибаном и Кекуле (это не отвечает приведенным выше фактам. – И.Д.))... легко окисляется и дает кислоту $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_2$ (оказавшуюся тождественной с описанною Б. раньше изокаприновой кислотой)»⁴⁴. По-видимому, состав $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ отвечал неопределенному альдегиду $\text{C}_4\text{H}_9 - \text{CH} = \text{C}(\text{C}_3\text{H}_7) - \text{COH}$ (2-пропилгептен-2-аль).

Второе сообщение касалось действия натрия и едких щелочей при нагревании на энантовый альдегид, который, как оказалось, реагирует «совершенно аналогично валеральдегиду»⁴⁵.

Самым важным и интересным должно было стать третье сообщение. Оно касалось реакции конденсации ацетальдегида. Однако в протоколе об этом сказано немного: «Между прочим получен продукт, совершенно похожий на недавно описанный Вюрцем (Berichte der Deutsch. Chem. Gesellschaft. 1872, 326). Физические свойства и условия образования те же, но в химическом отношении есть некоторая разница: продукт Вюрца – при перегонке распадается почти вполне на воду и кротоновый альдегид; продукт же, полученный Б. – дает в этом случае, главным образом обыкновенный альдегид»⁴⁶. Эта «некоторая разница» наводит на мысль, что Бородину удалось остановить реакцию на стадии образования альдоля, которая была обратимой. Впрочем, как будет показано ниже, сделать это в итоге удалось и Вюрцу. Но далее в протокольной записи следует фраза, отражающая драматизм положения, в котором оказался Бородин: «Впрочем, обстоятельное исследование этого тела оставлено ввиду того, что им занимается уже Вюрц, и что изучение его не имеет прямой связи с

⁴⁴ Бородин А. Три сообщения на заседании Русского химического общества 4 (16) мая 1872 г. // Журнал Русского химического общества. 1872. Том 4, вып. 6. С. 207–208.

⁴⁵ Там же. С. 208.

⁴⁶ Там же. С. 209.

остальным»⁴⁷. В. Рихтер, реферируя сообщения Бородина для *Berichte*, опустил последнюю фразу⁴⁸.

Чтобы понять сложившуюся ситуацию, обратимся к упомянутой статье Вюрца (*Charles-Adolphe Wurtz*; 1817–1884). В цитированной выше протокольной записи указана ссылка на *Berichte*. Это ссылка не на саму статью, а на ее реферат, сделанный А. Хеннингером (*Arthur Rudolphe Marie Henninger*; 1850–1884)⁴⁹.



Рис. 5. Ш.А. Вюрц

Источник: из открытых источников
Интернета

В целом последовательность событий такова. Вюрц впервые выступил с сообщением о своей работе 5 апреля 1872 г. в Парижском химическом обществе, о чем в *Bulletin* Общества была опубликована выдержка из протокола заседания⁵⁰. 8 апреля Хеннингер в *Berichte* представил рефераты всех работ, доложенных тремя днями ранее в Париже, причем его реферат работы Вюрца был более детальным, чем протокольная запись в *Bulletin*. Затем 3 мая в *Bulletin* появилась пространная статья Вюрца о реакции конденсации ацетальдегида⁵¹. Эту же статью (и с тем же названием) Вюрц представил на заседании Парижской академии наук 27 мая⁵². Реферат ее, составленный Хеннингером, также появился в *Berichte*⁵³, а осенью 1872 г. был опубликован ее перевод на немецкий язык⁵⁴. Замечу также, что Хеннингер имел возможность по-

⁴⁷ Там же.

⁴⁸ Richter V. von. Correspondenzen aus St. Petersburg vom 10./12. Mai (Sitzung der chemischen Gesellschaft vom 4./16. Mai) // *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*. 1872. Bd. 5. S. 482.

⁴⁹ Henninger A. Correspondenzen aus Paris den 8. April 1872 (Chemischen Gesellschaft, Sitzung von 5. April) // *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*. 1872. Bd. 5. S. 326.

⁵⁰ Extrait des Procès-Verbaux des Séances. Séance du 5 Avril // *Bulletin de la Société Chimique de Paris*. 1872. Nouvelle Série. T. 17. P. 289.

⁵¹ Wurtz Ad. Sur un aldéhyde-alcool // *Bulletin de la Société Chimique de Paris*. 1872. T. 17. P. 436–443.

⁵² Wurtz Ad. Sur un aldéhyde-alcool // *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*. 1872. T. 74. P. 1361–1367.

⁵³ Henninger A. Correspondenzen aus Paris den 10. Juni 1872 (Academie, Sitzung von 27. Mai) // *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*. 1872. Bd. 5. S. 533–534.

⁵⁴ Wurtz Ad. Ueber Aldehyd-Alkohol // *Journal für Praktische Chemie*. 1872. Neue Folge. Bd. 5, Heft 10. S. 457–464.

знакомиться с этой статьей до ее публикации, поскольку работал в лаборатории Вюрца, был его лекционным ассистентом, а когда мэтр не мог по занятости читать лекции, заменял его.

Термин *aldol* ни в протоколе, ни в первом реферате Хеннингера не упоминался, он появился только во втором реферате Хеннингера и в самих статьях Вюрца. Поэтому он отсутствовал и в протокольной записи РХО⁵⁵. Бородин, выступая 4 (16) мая, скорее всего, знал о работе французского коллеги только по первому реферату Хеннингера⁵⁶. Но этого Александру Порфирьевичу хватило, чтобы понять, что Вюрц его опередил⁵⁷. Обратимся теперь к статье французского химика. Сначала процитируем наиболее значимые фрагменты:

В этой заметке, – писал Вюрц, – я намерен сообщить о теле, которое, как мне кажется, принадлежит к новому типу в органической химии, по крайней мере, среди тел, конституция которых хорошо (*parfaitement*) известна. Это производное альдегида, которое играет роль как альдегида, так и спирта. Новое тело представляет собой полимер обычного альдегида C^2H^4O , а его состав представлен формулой $C^4H^8O^2$. Вот при каких условиях он образуется.

Когда мы оставляем смесь чистого альдегида, воды и соляной кислоты, жидкость, поначалу бесцветная, через несколько дней (смесь выстаивалась в течение двух недель⁵⁸. – И.Д.) приобретает желтоватый оттенок, тем более темный, чем больше содержится в ней соляной кислоты.

Как только жидкость приобрела желтоватый оттенок и запах альдегида и параальдегида стал менее ощутимым, смесь была нейтрализована, добавлением кристаллов карбоната натрия, а затем ее несколько раз взболтали с эфиром.

...Альдегидо-спирт, о котором идет речь в этой заметке, я буду называть сокращенно *альдодем (aldol)*.

...При нагревании выше 100 градусов при обычном давлении он, при температуре от 135 градусов, разлагается на кротоновый альдегид и воду⁵⁹.

⁵⁵ Бородин А. Три сообщения на заседании Русского химического общества 4 (16) мая 1872 г. // Журнал Русского химического общества, 1872. Том 4, вып. 6. С. 207–208.

⁵⁶ Поэтому странно читать в монографии Фигуровского и Соловьева, что, «изучая реакции конденсации ацетальдегида, Бородин открыл новое химическое соединение, известное в органической химии (в английском переводе – «well known in organic chemistry» (19: 70). – И.Д.) под названием альдоля» (1: 95).

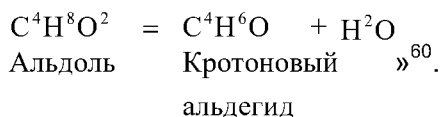
⁵⁷ Трудно сказать, когда именно Бородин познакомился с полным текстом статьи Вюрца. Возможно, это произошло уже после возвращения Александра Порфирьевича из заграничной поездки, которая продолжалась с 17 июня по 27 августа 1872 г.

⁵⁸ Extrait des Procès-Verbaux des Séances. Séance du 5 Avril // // Bulletin de la Société Chimique de Paris. 1872. Nouvelle Série. T. 17. P. 289.

⁵⁹ Wurtz Ad. Sur un aldéhyde-alcool // Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. 1872. T. 74. P. 1361–1367.

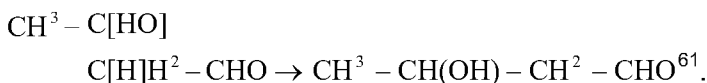
Упоминание о добавлении при низкой температуре в смесь воды, ацетальдегида и соляной кислоты карбоната натрия принципиально важно: Вюрц, изменив кислотность среды, создал условия для стабилизации альдоля, который в кислой среде быстро превращался в кротоновый альдедид. Воспрепятствовав этому превращению, он смог открыть альдоль. Менял ли Бородин кислотность среды, из цитированной выше протокольной записи неясно.

Вюрц напоминает, что кротоновый альдегид был получен Кекуле «действием соляной кислоты на альдегид при нагревании. Вероятно, в этой реакции образованию кротонового альдегида предшествует образование вязкого тела (т.е. альдоля. – И.Д.), которое дегидратируется при нагревании с соляной кислотой.



В итоге, рассмотрев реакции альдоля, Вюрц пришел к выводу, что это соединение «включает в себя альдегидную группу СНО и спиртовой гидроксил», соответственно, его «конституция» должна быть выражена формулой $\text{CH}^3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}^2 - \text{CHO}$.

И далее он предлагает следующую схему реакции образования альдоля:



Что можно сказать по поводу этой истории? Разумеется, Бородин установил весьма важные факты: альдегиды могут давать реакции конденсации («уплотнения») и процесс этот является обратимым (я сейчас касаюсь только самой реакции конденсации). Он выяснил условия, при которых идут соответствующие процессы (температура, кислотность среды и т.д.). Это, бесспорно, дает ему определенные приоритетные права. И все же...

Путь, который приблизил Бородина к открытию альдольной конденсации (через изучение реакции альдегидов с металлическим натрием), именно в аспекте этого открытия далеко не лучший, особенно для того времени. При взаимодействии натрия с альдегидом получается множество соединений, которые испытывают дальнейшие превращения, часто осмоляются.

Вюрц же пошел иным путем. *Во-первых*, он начал с более простого по составу члена гомологического ряда – с уксусного альдегида. *Во-вторых*, он сразу начал исследовать процесс «удвоения» ацетальдегида и быстро пришел к ясному (насколько это было возможным в его время) пониманию

⁶⁰ Ibid. P. 1365.

⁶¹ Ibid.

его сути: сначала в кислой среде идет конденсация альдегида с образованием альдегидоспирта состава $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CHO}$ (3-гидроксибутаналь), а *затем* уже происходит его дегидратация с образованием кротонового альдегида. Разумеется, Вюрцу помогли рассуждения и экспериментальные результаты А. Кекуле, о которых шла речь выше. Возможно, именно поэтому Вюрц в своей статье ссылается только на немецкого коллегу⁶². В-третьих, Вюрц (как и Кекуле) активно использовал структурные представления, что способствовало пониманию природы реакции. Отсюда проистекает главное достоинство статьи Вюрца: результаты изложены ясно, полно, убедительно и изящно. Да, статья французского химика понравилась не всем⁶³, но Вюрц не обратил на это никакого внимания.

В том же 1872 г. вышла статья Рибана о конденсации альдегидов, в которой автор упоминает имена Кекуле и Бородина в следующем контексте: «Известно, что альдегиды под воздействием определенных агентов, и в частности соляной кислоты, могут конденсироваться с выделением воды. Г-н Кекуле открыл первый (т.е. на самом деле конечный. – И.Д.) продукт такой конденсации, которому он дал название *кротоновый альдегид*. Мы с г-ном Бородиным, каждый со своей стороны, сообщили об образовании аналогичного продукта, полученного только под воздействием тепла на валериановый альдегид. В этих условиях две молекулы валеральдегида соединяются вместе с выделением H^2O , образуя конденсированный продукт состава $\text{C}^{10}\text{H}^{18}\text{O}$ »⁶⁴.

Чтобы выделить роль Бородина в открытии *альдольной* конденсации, Н.А. Фигуровский и Ю.И. Соловьев, обращаясь к третьему сообщению, сделанному их героем на заседании РХО 4 мая 1872 г., так описали ситуацию: «Еще около 1863 г. А.П. Бородин теоретически (!? – И.Д.) и практически разрешил одну из сложнейших проблем органической химии, а именно конденсацию альдегидов. В 1871 г. он приступил к изучению продуктов конденсации уксусного альдегида. Исследуя конечные (? – И.Д.) продукты реакции, Бородин нашел новое химическое соединение – альдоль» (1: 95–96). И далее о том, что такое альдоль и как из него образуется кротоновый альдегид.

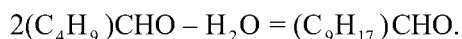
Однако ничего подобного у Бородина нет. Собственно, у него вообще нет публикации, в которой были бы изложены результаты его исследования уксусного альдегида. Мы даже не можем с определенностью сказать, в какой среде – кислой или щелочной – он проводил реакцию. Приведенные Н.А. Фигуровским и Ю.И. Соловьевым уравнения и пояснения к ним можно найти у Вюрца, на которого и ссылался Бородин в своем сообще-

⁶² Глагол «ссылаться» здесь не вполне точен, так как Вюрц, как и многие другие авторы, точных ссылок не дает, он лишь упоминает в основном тексте нужную фамилию.

⁶³ См., к примеру: Kolbe H. Bemerkungen zu vorstehender Abhandlung // Journal für Praktische Chemie. 1872. Neue Folge. Bd. 5, Heft 10. S. 465–470.

⁶⁴ Riban J. Sur les aldéhydes condensées avec élimination d'eau ou aldanes (présentée par M. Balard) // Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. 1872. T. 75. 2e semestre, № 2. P. 96.

нии в РХО, а также в литературе более позднего времени, например, в лекциях по органической химии Н.А. Меншуткина, который, кстати, оценил вклад Бородина без излишнего пафоса: «А. Бородин, нагревая изовалериановый альдегид до 240°, получил альдегид (C₉H₁₇)CHO по уравнению



Это продукт уплотнения. Подобные соединения получены и для энантового альдегида»⁶⁵.

То есть получается, по Меншуткину, что Бородин открыл конденсацию двух молекул валерианового (или изовалерианового) альдегида прямо в еналь, минуя альдегидоспирт. В третьем издании «Лекций» (1897) Меншуткин приведенное уравнение убрал⁶⁶.

В чисто химическом плане работы Александра Порфирьевича во многих отношениях уступали работам его французского коллеги. Понимал ли Бородин это обстоятельство? Трудно сказать. Но он видел иные причины того, что не смог «округлить» свое исследование, о чем писал его ученик М.Ю. Гольдштейн:

... когда Бородин явился в заседание [РХО] с целью сделать свое сообщение, то увидел только что вышедшую работу Вюрца (или, что вероятнее, ее реферат. – И.Д.), подробно рассматривавшую вещество, о котором Бородин хотел сделать предварительное сообщение. Кроме этого, Бородиным были исследованы продукты уплотнения альдегидов, представившие также непреодолимые трудности, благодаря которым эти продукты и теперь, то есть почти двадцать лет спустя, остаются малоисследованными. <...>

Когда Бородина спросили, отчего он уступил Вюрцу исследование альдолов, он вздохнул и сказал: «Моя лаборатория еле существует на те средства, которые имеются в ее распоряжении, у меня нет ни одного помощника, между тем как Вюрц имеет огромные средства и работает в двадцать рук благодаря тому, что не стесняется заваливать своих лаборантов черной работою»⁶⁷.

Почему-то М. Гордин подверг сомнению свидетельство Гольдштейна, на том основании, что «других источников, подтверждающих эту цитату, нет. Тон письма не похож на манеру Бородина, и он не делал подобных замечаний ни в переписке, ни в воспоминаниях своих коллег» (4: 564). Ну почему же? Достаточно обратиться к заявлению («донесению») самого

⁶⁵ Меншуткин Н.А. Лекции по органической химии. СПб.: Типография В. Демакова, 1884. С. 462.

⁶⁶ Что же касается статьи «Уплотнение (хим.)» в «Энциклопедическом словаре» Брокгауза и Ефрона, отредактированной Менделеевым, то в ней Бородин в числе ученых, чьи работы «показали выдающуюся роль реакции у[плотнения] среди органических синтезов» не упомянут.

⁶⁷ Гольдштейн М.Ю. Ук. соч. С. 179–180.

А.П. Бородин от 31 мая 1886 г. в конференцию Императорской военно-медицинской академии, где, в частности, сказано:

У нас в Академии кафедра химии всегда была в ненормальных отношениях, касательно помогающего персонала. Так у нас было два ординарных профессора: Зинин и я, один адъюнкт Н.В. Соколов и у всех троих был *один штатный* помощник – Зиберт. После выхода Зинина, остались два профессора: я и Н.В. Соколов и все-таки *один штатный* помощник – П.Г. Голубев.

Всем известно, сколько дела лаборанту при кафедре химии, особенно там, где ведутся практические занятия в широком размере как у нас. <...> Из такого ненормального отношения помогающего персонала к преподающему вытекали постоянные ходатайства профессоров химии об увеличении штата хотя бы еще одним лаборантом. Но за недостатком средств ходатайства эти всегда оказывались безуспешными. Чтобы выйти из затруднительного положения, профессорам химии не оставалось ничего другого, как отчасти самим нести лаборантские обязанности ..., отчасти же возлагать их на лиц случайно, так или иначе, частным образом состоящих при кафедре химии в качестве помощников, – занимавшихся добровольно и безвозмездно, из любезности или научного интереса... (1: 208–209).

И еще одно свидетельство из письма Бородин теще (Екатерине Алексеевне Протопоповой) от 22 ноября (ст. ст.) 1881 г.: «У нас в Академии... сокращения расходов доходят до смешного – отняли газ (без которого, впрочем, воздух стал в квартире куда лучше прежнего!). Ограничивают число служителей до невозможности, отпуск дров, даже всяких хозяйственных вещей – фартуков прислуге, швабр, метел и прочей дряни»⁶⁸.

Здесь уместно сказать об одном событии, упоминаемом в статье Солода и Алексева:

Казалось бы, система преподавания химии врачам (созданная усилиями Н.Н. Зинина и А.П. Бородин. – И.Д.) достигла идеала. Но в 1879 г. военной медицине был нанесен тяжелый удар. Согласно реформе военного министра графа Д.А. Милютин состав Медико-хирургической академии ограничивался тремя курсами, на которые следовало зачислять студентов, прошедших первые два курса медицинских или естественных факультетов университетов.

Кафедра химии практически прекратила свое существование – ей отныне предназначалось лишь проведение вступительных экзаменов для кандидатов и чтение краткого курса лекций по медицинской химии.

⁶⁸ Бородин А.П. Письма. Ук. изд. Т. 3. С. 145.

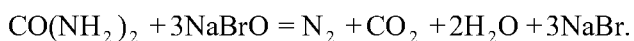
... Бесперспективность начатых реформ стала очевидной уже к 1885 г. ... Новый устав академии был принят 29 мая 1890 г., уже после смерти Бородина. (20: 198)

И совершенно иную картину мы видим у А. Вюрца, который имел все возможности для создания крупной научной школы и одновременного развития *нескольких* исследовательских направлений. Вот как описывал обстановку в его лаборатории один из его учеников – Э. Гримо (*Louis Édouard Grimaux*; 1835–1900): «Он [Вюрц] работал среди нас, имея в своем распоряжении ровно столько же места, сколько самые младшие из его учеников. Жизнерадостный, спокойный, с энтузиазмом проводящий исследования, несмотря на шум, смех и зачастую пение самых младших. Когда его спросили: «Почему у вас нет отдельного помещения, где никто не мог бы вас потревожить?», он ответил: «Но здесь я нахожусь среди моих учеников»» (цит. по: (21: 345)).

После отказа от продолжения работ по конденсации альдегидов Александр Порфирьевич еще некоторое время занимался изучением валерианового альдегида, представив результаты в статьях, опубликованных в следующем году⁶⁹. Но в целом его научные исследования с середины 1870-х гг. постепенно пошли на спад. Из письма Бородина жене от 26 сентября 1875 г.: «... хочу писать (музыку. – И.Д.) серьезно, потому все идет ладно, и музыка встречает большое сочувствие в самых разнообразных людях и кружках»⁷⁰.

Достижение IV

И последняя работа Бородина-химика, о которой необходимо сказать, если выделять только самые важные. Речь идет о предложенном им в 1876 г. методе практического определения мочевины с использованием гипобромита натрия⁷¹:



Метод весьма точный, простой и быстрый, поэтому применялся (а по некоторым данным, применяется до сих пор) в клинической практике для количественного определения мочевины в моче (1: 116–117). Кроме того, Бородин сконструировал прибор для такого определения⁷².

⁶⁹ *Borodin A.* Über einen neuen Abkömmling des Valeraldehyds // *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin.* 1873. Bd. 6. S. 982–985. *Бородин А.* Исследование полимера валеральдегида // *Журнал Русского химического общества и Физического общества.* 1873. Отдел I. Т. 5, вып. 6. С. 386–387, 410.

⁷⁰ *Бородин А.П.* Письма. Ук. изд. Т. 2. С. 89.

⁷¹ *Бородин А.П.* О новом способе определения азота в моче // *Протоколы заседаний Общества русских врачей в С.-Петербурге: 1875–1876.* СПб.: Типография Я. Трея, 1876. С. 278.

⁷² *Бородин А.П.* О новом способе количественного определения мочевины // *Журнал Русского Химического общества и Физического общества.* 1876. Часть химическая. Т. 8, вып. 5. С. 145.

И еще об одной работе, в которой участвовал А.П. Бородин, необходимо упомянуть. 4 февраля (ст. ст.) 1871 г. на заседании РХО он сделал сообщение о выполненном под его руководством доктором В. Крыловым исследовании⁷³. Речь шла об определении жира в сердечной мышце, пораженной жировой дистрофией. В смеси с жиром было обнаружено вещество, напоминающее лецитин. Когда же жир был омылен (гидролизован), в качестве продукта гидролиза был обнаружен этерифицированный холестерин, а не глицерин, как ожидалось (в норме жировая ткань состоит главным образом из триглицеридов, гидролиз которых ведет к образованию глицерина). Значимость его открытия была оценена намного позже, когда было установлено, что атероматозные отложения в сосудах имеют тот же состав. Таким образом, открытие Бородина и Крылова явилось предшественником более поздних описаний патогенного эффекта холестерина, обнаруженного 40 лет спустя (22: 389; 23: 23).

«Омут академической жизни»⁷⁴

Подведем некоторые итоги. А.П. Бородин, бесспорно, был одаренным химиком. Причем он брался за очень для его времени нелегкие и новые научные задачи, особенно это касается первых трех из рассмотренных выше направлений его химических исследований. Однако так сложились его взгляды, что он оказался в стороне от структурных представлений своего времени, тогда как химические проблемы, к которым он обращался, особенно касающиеся конденсации альдегидов и реакции бромирования солей карбоновых кислот, для своего адекватного решения требовали от исследователя не только экспериментального мастерства, но и развитых навыков структурного мышления. Невозможно глубоко разобраться в наблюдаемых явлениях, оперируя только брутто-формулами.

Консервативная позиция Бородина (философ назовет ее позитивистской) на первый взгляд удивляет. Ведь он был хорошо знаком с новейшими химическими теориями и идеями. К тому же создатель теории химического строения А.М. Бутлеров с 1868 г. жил в Петербурге, и у Бородина с ним были замечательные личные отношения. Возможно, сказалось влияние Н.Н. Зинина, который на своем веку повидал несколько теорий «конституции» органических соединений, и в итоге к теоретизированию в химии относился весьма сдержанно, в том числе и к теории химического строения Бутлерова, своего ученика. Впервые Зинин использовал структурную формулу только на исходе своей научной карьеры, в 1877 г., в статье, которую Бутлеров назвал «лебединой песней» своего учителя⁷⁵. Но к этому времени Бородин уже отошел от исследовательской работы, так и

⁷³ Бородин А.П. Сообщение от имени д-ра Крылова // Журнал Русского химического общества. 1871. Т. 1, вып. 3. С. 64.

⁷⁴ Из письма А.П. Бородина Е.А. Куломзиной от 18 сентября 1874 г. (Бородин А.П. Письма. Ук. изд. Т. 2. С. 66).

⁷⁵ Зинин Н.Н. О кислоте амаровой и о ее гомологах // Журнал Русского Химического общества и Физического общества. 1877. Отдел I. Т. 9, вып. 7. С. 315.

не преодолев позитивистского отношения к научной теории. Поэтому роль Зинина в судьбе Бородина-химика, по-видимому, требует известного пересмотра.

Если обратиться к иной, социальной стороне дела, то следует признать, что Бородин страдал не столько от того, что кроме химии еще занимался музыкой, сколько от *условий*, в которых ему приходилось работать: большая педагогическая нагрузка (особенно после того, как Н.Н. Зинин в 1874 г. ушел из Медико-хирургической академии (МХА), передав любимому ученику все свои лекции и лабораторные занятия), а также обилие бюрократических и хозяйственных дел. Из брошюры О.В. Солода «Русский Леонардо»:

... его общественная деятельность не знала границ. Количество обществ, комиссий и комитетов, в которые он входил то по собственной инициативе, то по просьбе друзей, не поддается описанию.

... В МХА Александр Порфирьевич был членом Общества вспомоществования нуждающимся студентам; ученым секретарем Конференции МХА; временно исполняющим обязанности начальника академии; членом Хозяйственного комитета; членом Академического суда; членом комиссии по пересмотру проекта положения и штатов; членом комиссий по обсуждению научных трудов и заслуг кандидатов на замещение кафедр сравнительной анатомии, зоологии, минералогии, физики и ботаники. Помимо этого, Бородин был председателем биологической секции Гигиенического общества; председателем Комиссии по аптечной трате; руководителем мужского и женского хоров академии; дирижером ее любительского оркестра; членом Военно-медицинского ученого комитета при Военном министерстве; членом Комиссии по снабжению армии дезинфицирующими средствами. А также казначеем Комитета общества для пособия лицам женского пола, обучающимся на курсах ученых акушеров; заведующим семейной столовой слушательниц Женских врачебных курсов; членом Попечительского совета женской гимназии М.Н. Стоюниной; членом Комиссии для разработки инструкции для институтских врачей; членом Санкт-Петербургского кружка любителей музыки; директором (точнее, одним из директоров. – *И.Д.*) Российского музыкального общества.

<...> В ноябре 1872 г. при участии Бородина был открыт Женский курс при Императорской медико-хирургической академии для образования ученых акушеров, который вполне можно считать первым женским медицинским институтом России. Александр Порфирьевич не только читал здесь лекции, но и выполнял обязанности казначея общества вспомоществования нуждающимся слушательницам, а также дирижировал хором студенток.

<...> Наконец, в 1878 г. были созданы полноценные Высшие женские курсы, называвшиеся Бестужевскими, поскольку разрешение на их открытие было дано на имя профессора К.Н. Бестужева-Рюмина. (24: 15–17)

А еще работа в РХО, одним из создателей которого он был. А еще в начале 1870-х гг. Бородин совместно с проф. П.А. Хлебниковым редактировал журнал «Знание»⁷⁶.

Жизненную ситуацию Бородина очень точно описал Н.А. Римский-Корсаков, входивший, как и Александр Порфирьевич, в группу, известную под названием «Могучая кучка»:



Рис. 6. Карикатура «Могучая кучка». Маковский К.Е. 1871 г.

Слева направо: Ц.А. Кюи в образе лисы, виляющей хвостом, М.А. Балакирев в образе медведя, фигура в виде русского мужика в лаптях с барабаном и трубой – В.В. Стасов, на плече у него сидит скульптор М.М. Антокольский в образе Мефистофеля, обезьянка на трубе – В.А. Гартман – архитектор и художник.

Правее сверху А.П. Бородин, под ним в образе краба – Н.А. Римский-Корсаков. Ещё ниже в виде комнатных собачек представлены сестры Пургольд: Александра (в замужестве – Молас) и Надежда (в замужестве – Римская-Корсакова). Крайний справа в образе петуха – М.П. Мусоргский. Справа вверху на небесах – критик А.Н. Серов.

Источник: интернет-альманах «Яварда» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://yavarda.ru/moguchaiaakuchka.html> (дата обращения 10.07.2026)

⁷⁶ Заслугой редакции «Знания», а следовательно, и А.П. Бородина, стала публикация отдельным изданием книги Ч. Дарвина «Происхождение человека и половой отбор».

Всегда уделявший музыке не много своего времени и, когда его в этом упрекали, часто говоривший, что любит химию и музыку в одинаковой степени, Бородин стал посвящать последней еще меньше времени, чем прежде. Но не наука отвлекала его. Он стал одним из видных деятелей по учреждению женских медицинских курсов и начал принимать участие в разных обществах по части вспомоществования и покровительства учащейся молодежи, преимущественно женской. Заседания этих обществ, должность казначея, которую он исполнял в каком-то из них, хлопоты, ходатайства по их делам начали занимать все его время. Редко я заставал его в лаборатории, еще реже за музыкальным письмом или фортепиано; обыкновенно оказывалось, что он только что ушел на заседание или только что пришел с него; что целый день он провел в каких-то разъездах по тем же делам или просидел за писанием деловых писем или за отчетными книгами. Если прибавить к этому лекции, различные советы и заседания академической конференции, становится ясно, что времени для музыки не оставалось совсем⁷⁷.

Теперь обратимся к делам житейским, домашним. И опять воспользуемся свидетельством Н.А. Римского-Корсакова:

Его неудобная, похожая на проходной коридор квартира не позволяла ему запереться, сказаться не дома и не принимать. Всякий входил к нему в какое угодно время, отрывая его от обеда или чая, и милейший Бородин вставал, не доевши и не допивши, выслушивал всякие просьбы и жалобы, обещая хлопотать. Его задерживали бестолковым изложением дела, болтовней по целым часам, а он казался вечно спешащим и недоделавшим то того, то другого. Сердце у меня разрывалось, глядя на его жизнь, исполненную самоотречения *по инерции*. К этому следует еще добавить, что Екатерина Сергеевна продолжала хворать астмаами, проводя бессонные ночи и вставая в 11 или 12 часов дня. Александр Порфирьевич возился с нею по ночам, вставал рано, недосыпал. Вся домашняя жизнь их (т.е. А.П. и Е.С. Бородиных. – *И.Д.*) была полна беспорядка. Время обеда и других трапез было весьма неопределенное. Однажды, придя к ним в 11 часу вечера, я застал их за обедом. Не считая воспитанниц, которые у них в доме не переводились, квартира их часто служила пристанищем и местом ночлега для разных родственников, бедных или приезжих, которые заболели в ней и даже сходили с ума, и Бородин возился с ними, лечил, отвозил в больницы, навещал их там. В четырех комнатах его квартиры часто ночевало по несколько таких посторонних лиц, так что спали на диванах и на полу. Частенько

⁷⁷ Римский-Корсаков Н.А. Из «Летописи моей музыкальной жизни» // А.П. Бородин в воспоминаниях современников / Сост. и коммент. А.П. Зориной. М.: Музыка, 1985. С. 55–56.



Рис. 7. «Профиль композитора А.П. Бородина». Художник неизвестен. Дата 15 февраля 1887 г. с крестом означает дату смерти Бородина, который умер, на костюмированном балу на Масленицу, где был одет в русский костюм: темно-красная косоворотка, синие шаровары, высокие сапоги. Смерть наступила от внезапной остановки сердца.

Источник: Ковалев-Случевский К.П. Химическая формула музыки. А.П. Бородин (заметки к биографии) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kkovalev.ru/Borodin.htm> (дата обращения 10.07.2026).

оказывалось, что играть на фортепиано нельзя, потому что в соседней комнате кто-нибудь спит⁷⁸.

Александру Порфирьевичу приходилось выступать не только в роли химика и композитора. Если бы только это!

Из письма Бородина жене (июнь 1884 г., перед отъездом в деревню): «Нет, мудрено быть одновременно и Глинкой, и Семен Петровичем (т.е. служащим, коим был С.П. Ступишин, дальний родственник жены Бородина. — И.Д.), и ученым, и комиссионером, и художником, и чиновником, и благотворителем, и отцом чужих детей, и лекарем, и больным... Кончишь тем, что сделаешься только последним. Не только в деревню, а кажется, к черту отправился бы отсюда. ... Ты не можешь себе представить, как я теперь раздражен и раздражителен. Вот мне так придется поглотить соды или щелочных вод. Печенка, должно быть, гуляет»⁷⁹.

И последнее обстоятельство, которое следует иметь в виду, говоря о том, что мешало Бородину более или менее нормально жить и работать. Это обстоятельство коренилось в нем самом, в его характере. Бородин совмещал в себе две черты, которые, взятые вместе, действуют на личность самым разрушительным образом: «махровый перфекционизм» (выражение О.В. Солода) и безотказность⁸⁰. Полагаю, что в контексте сказанного вопрос о том, мешали ли Бородину-композитору занятия химией или наоборот, теряет смысл.

⁷⁸ Там же. С. 56–57.

⁷⁹ Бородин А.П., Письма. Ук. изд. Т. 4. С. 69.

⁸⁰ Эта безотказность отличает «русского Леонардо» от его итальянского оригинала, который мог наобещать своему патрону много чего интересного, а потом не торопясь заниматься тем, чем считал нужным.

Литература

1. *Фигуровский Н.А., Соловьев Ю.И.* Александр Порфирьевич Бородин. М.; Л.: Издательство Академии наук СССР, 1950. 212 с.
2. *Kwasnik W.* Der Komponist Alexander Borodin (1834–1887) als Chemiker: Zur Wiederkehr seines Todestages am 28.2.1967 // *Chemiker-Zeitung/Chemische Apparatur*. 1967. Bd. 91. S. 312–313.
3. *Rae I.D.* The Research in Organic Chemistry of Aleksandr Borodin // *Ambix*. 1989. Vol. 36 (3). P. 121–137.
4. *Gordin M.D.* Facing the Music: How Original Was Borodin's Chemistry? // *Journal of Chemical Education*. 2006. Vol. 83, № 4. P. 561–565.
5. *Podlech J.* «Try and Fall Sick ...?» – The Composer, Chemist, and Surgeon Aleksandr Borodin // *Angewandte Chemie International Edition*. 2010. Vol. 49. P. 6490–6495.
6. *Gordin M.D.* The Weekday Chemist: The Training of Aleksandr Borodin // *A Master of Science History: Essays in Honor of Charles Coulston Gillispie* / Ed. Jed Z. Buchwald. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V., 2012. P. 137–164.
7. *Булычева А.В.* Бородин. М.: Молодая гвардия, 2017. 427 с.
8. *Wisniak J.* Paul Schützenberger // *Educación Química*. 2015. Vol. 26, № 1. P. 57–65.
9. *Вальден П.* Очерк истории химии в России // Ладенбург А. Лекции по истории развития химии от Лавуазье до нашего времени: с присоединением очерка истории химии в России акад. П.И. Вальдена. Одесса: MATHESIS, 1917. С. 361–654.
10. *Погодин С.А.* Бородин // *Химия и жизнь*. 1967. № 8. С. 41–46.
11. *Howton D.R., Davis R.H. and Nevenzel J.C.* Unsaturated Fatty Acids. III. Preparation of 1-C14-Linoleic Acid // *Journal of the American Chemical Society*. 1954. Vol. 76, issue 19. P. 4970–4974.
12. *Jacques J.* A propos de la réaction de Borodine–Hunsdiecker // *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 1999. T. 2, Série II c. P. 181–183.
13. *Roscoe H.E., Schorlemmer C.* A Treatise on Chemistry. In 3 vols. in 9 parts. London: Macmillan and co., 1877–1892. Vol. III (Pt.1, 3).
14. *Moissan H.* Le Fluor et ses Composés. Paris: G. Steinhel, 1900. 396 p.
15. *Banks R.E., Tatlow J.C.* Synthesis of C–F bonds: the pioneering years, 1835–1940 // *Journal of Fluorine Chemistry*. 1986. Vol. 33, Issues 1–4. P. 71–108.
16. *Полищук В.Р.* Мастерские науки. М.: Наука, 1989. 285 с.
17. *Соловьев Ю.И.* Работы А.П. Бородина по конденсации альдегидов // *Успехи химии*. 1949. Т. 18, вып. 6. С. 756–759.
18. *Быков Г.В.* Август Кекуле: очерк жизни и деятельности. М.: Наука, 1964. 236 с.
19. *Figurovskii N.A., Solov'ev Yu.I.* Aleksandr Porfir'evich Borodin. A Chemist's Biography / Transl. from the Russian by Charlene Steinberg and George B. Kauffman. Foreword by Martin D. Kamen. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. 171 p.
20. *Солод О.В., Алексеев В.В.* А.П. Бородин – известный и неизвестный // *Вестник СПбГУ*. Сер. 4. 2013. Вып. 4. С. 195–203.
21. *Rocke A.J.* Nationalizing Science: Adolphe Wurtz and the Battle for French Chemistry. Cambridge, MA and London: MIT Press, 2001. 443 p.
22. *Фоминых Е.В., Супрун Е.В., Карякин А.А.* К 185-летию А.П. Бородина – великого композитора и химика // *Нано- и микросистемная техника*. 2019. Т. 21, № 7. С. 387–392.
23. *Дворецкий Л.И.* Музыка и медицина. Размышления врача о музыке и музыкантах. М.: МЕДпресс-информ, 2014. 240 с.
24. *Солод О.В.* Русский Леонардо (К 185-летию со дня рождения А.П. Бородина). СПб.: СПбГУП, 2019. 36 с.

References

1. *Figurovskii N.A., Solov'ev Yu.I.* Aleksandr Porfir'evich Borodin. Moscow: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR; 1950. 212 p. (In Russ.)
2. *Kwasnik W.* Der Komponist Alexander Borodin (1834–1887) als Chemiker: Zur Wiederkehr seines Todestages am 28.2.1967. *Chemiker-Zeitung/Chemische Apparatur*. 1967; 91: 312–313.

3. Rae I.D. The Research in Organic Chemistry of Aleksandr Borodin. *Ambix*. 1989; 36(3): 121–137.
4. Gordin M.D. Facing the Music: How Original Was Borodin's Chemistry? *Journal of Chemical Education*. 2006; 83(4): 561–565.
5. Podlech J. «Try and Fall Sick ...?» – The Composer, Chemist, and Surgeon Aleksandr Borodin. *Angewandte Chemie International Edition*. 2010; 49: 6490–6495.
6. Gordin M.D. The Weekday Chemist: The Training of Aleksandr Borodin. In: Buchwald J.Z. (ed.) *A Master of Science History: Essays in Honor of Charles Coulston Gillispie*. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V.; 2012. p. 137–164.
7. Bulycheva A.V. *Borodin*. Moscow: Molodaya gvardiya; 2017. 427 p. (In Russ.)
8. Wisniak J. Paul Schützenberger. *Educación Química*. 2015; 26(1): 57–65.
9. Walden P. An outline of the history of chemistry in Russia. In: Ladenburg A. *Lectures on the history of the development of chemistry from Lavoisier to our time: with an outline of the history of chemistry in Russia by P.I. Walden*. Odessa: MATHESIS; 1917. p. 361–654. (In Russ.)
10. Pogodin S.A. Borodin. *Khimiya i zhizn*. 1967;(8):41–46. (In Russ.)
11. Howton D.R., Davis R.H., Nevenzel J.C. Unsaturated Fatty Acids. III. Preparation of 1-C14-Linoleic Acid. *Journal of the American Chemical Society*. 1954; 76(19): 4970–4974.
12. Jacques J. A propos de la réaction de Borodine–Hunsdiecker. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 1999; 2: 181–183.
13. Roscoe H.E., Schorlemmer C. *A Treatise on Chemistry*. In 3 vols. in 9 parts. London: Macmillan and co.; 1877–1892.
14. Moissan H. *Le Fluor et ses Composés*. Paris: G. Steinhel; 1900. 396 p.
15. Banks R.E., Tatlow J.C. Synthesis of C–F bonds: the pioneering years, 1835–1940. *Journal of Fluorine Chemistry*. 1986; 33(1–4): 71–108.
16. Polishchuk V.R. *Science artisans*. Moscow: Nauka; 1989. 285 p. (In Russ.)
17. Solov'ev Yu.I. A.P. Borodin's works on aldehyde condensation. *Uspekhi khimii*. 1949; 18(6): 756–759. (In Russ.)
18. Bykov G.V. *August Kekulé: An outline of his life and work*. Moscow: Nauka; 1964. 236 p. (In Russ.)
19. Fyurovskii N.A., Solov'ev Yu.I. *Aleksandr Porfir'evich Borodin. A Chemist's Biography*. Berlin: Springer-Verlag; 1988. 171 p.
20. Solod O.V., Alexeyev V.V. A.P. Borodin – Known and Unknown. *Vestnik SPbGU*. 2013; 4: 195–203. (In Russ.)
21. Rocke A.J. *Nationalizing Science: Adolphe Wurtz and the Battle for French Chemistry*. Cambridge, MA: MIT Press; 2001. 443 p.
22. Fominykh E.V., Suprun E.V., Karyakin A.A. To the 185th Anniversary of A.P. Borodin – the Great Composer and Chemist. *Nano- and Microsystems Technology*. 2019; 21(7): 387–392. (In Russ.)
23. Dvoretzkiy L.I. *Music and medicine. A doctor's reflections on music and musicians*. Moscow: MEDpress-inform; 2014. 240 p. (In Russ.)
24. Solod O.V. *The Russian Leonardo (To the 185th anniversary of the birth of A.P. Borodin)*. Saint Petersburg: SPbGUP; 2019. 36 p. (In Russ.)

Сведения об авторе:

Дмитриев Игорь Сергеевич, доктор химических наук, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН; 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 5.
E-mail: isdmityriev@gmail.com. ORCID: 0000–0003–0412–4177

Дата поступления статьи: 12.05.2026

Одобрено: 25.05.2026

Дата публикации: 28.07.2026