

ИСТОРИЯ НАУКИ В ХИМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Багоцкий С.В.

Московское общество испытателей природы

DOI 10.55959/MSU012061-5-2025-21-161-170

Важное звено подготовки квалифицированных научных кадров – история науки.

По-видимому, на всех факультетах МГУ изучается история профильной научной дисциплины. Физики изучают историю физики, химики – историю химии, биологи – историю биологии. Но эти предметы считаются второстепенными и по большому счёту – ненужными для будущего специалиста.

Но на самом деле всё не так: История науки – это важнейший общеобразовательный предмет, которому следует уделять самое серьёзное внимание.

В начале 2000-х годов в Московском обществе испытателей природы под руководством председателя секции Естественнонаучного образования профессора Московского энергетического института Виктора Феодосиевича Взятышева (1936–2016) была разработана Концепция гуманитарного образования студентов физико-математических и естественнонаучных вузов. Один из главных стержней этого образования – фундаментальный курс истории науки. Не история профильной научной дисциплины, а история науки в целом.

Под этот проект автор настоящей статьи подготовил учебное пособие, которое было выпущено в виде диска издательством «Делибри» в 2022 году (Багоцкий, 2022).

Под историей науки обычно понимают длинный список фамилий с указанием заслуг их носителей. Но это не главное. Главное в истории науки – это история идей и споров, периодически возникающих в научном мире. В этих спорах рождается современная научная картина мира.

Современную науку начинают отсчитывать с работы Николая Коперника (1473–1543), хотя уже в Античном мире был научный работник вполне современного типа. Звали его Архимед (287–212 до н. э.). Но в докоперниковские времена об устройстве мира рассуждали в основном философы, наиболее яркими из которых были Платон (427–347 до н. э.) и Аристотель (384–322 до н. э.).

Революционным событием в науке стала ньютоновская физика, изменившая наши представления о покое и движении и положившая начало механистическому мирозерцанию XVII и XVIII веков.

На рубеже XVIII и XIX веков в науке произошла революция, существенно изменившая наши взгляды на мир. Прежде всего, оказалось, что с первого взгляда совершенно разные явления могут переходить друг в друга. Механическое движение может переходить в тепло, химические процессы порождать электрический ток, электрический ток может нагревать провода, свет вызывать химические превращения. В результате механика, изучение электричества и оптика интегрировались в единую научную дисциплину – физику.

Но сохраняется ли что-нибудь при разных изменениях? Ответ на этот вопрос дал закон сохранения энергии, ставший увенчанием научной революции начала XIX века.

Идея превращения одного в другое проникла и в биологию. Так, Иоганн Вольфганг Гёте (1749–1832) считал, что пестики, тычинки и лепестки – это видоизменённые листья, а Лоренц Окен (1779–1851) считал череп видоизменённым позвоночником.

Несколько позже Жорж Кювье (1769–1832) создал сравнительную анатомию, с точки зрения которой передние плавники рыбы, передние лапы лягушки, крылья птицы и руки человека – это видоизменения одних и тех же органов.

Ещё одной революционной идеей начала XIX века стала идея дискретности материи. Начала пробиваться идея дискретности атомов, из которых состоят вещества, дискретности электрического заряда. В биологии Окен выдвинул идею о том, что все живые организмы состоят из кирпичиков, подобных инфузориям. Тридцать лет спустя эта идея легла в основу клеточной теории.

А доктор Уильям Праут (1785–1850) считал, что из отдельных кирпичиков состоят даже атомы. Атом водорода – это один кирпичик, а атомы других элементов состоят из нескольких кирпичиков. На эту идею Праута натолкнула кратность атомных весов водорода и других химических элементов. Однако Йенс Берцелиус (1779–1848) показал, что атомный вес хлора не кратен атомному весу водорода и от красивой гипотезы пришлось отказаться. Но гипотеза в принципе была правильной, только нуждалась в некоторой корректировке. Существуют два сорта кирпичиков: протоны и нейтроны, вес которых практически одинакова. Атомный номер элемента определяется числом протонов. И существуют атомы с одинаковым числом протонов и разным числом нейтронов. Их называют изотопами. Берцелиус измерил средний атомный вес двух изотопов хлора.

Мораль из этой истории заключается в том, что красивая гипотеза может оказаться правильной, несмотря на её кажущееся опровержение. И красота может служить одним из критериев истинности.

Следующая революция 1830–1860-х годов была связана с внедрением исторических идей в разные науки. Её первый отблеск произошёл ещё в середине XVIII века, когда Иммануил Кант (1724–1804) сформулировал свою гипотезу происхождения Солнечной системы. Однако в XVIII и начале XIX века серьёзные естествоиспытатели считали мысль о том, что окружающая нас природа является продуктом естественного развития, беспочвенной фантазией. Такие авторы, как Жан-Батист Ламарк (1744–1829) и Этьен Жоффруа Сент-Илер (1772–1844), считались несерьёзными маргиналами. В дискуссии 1830 года Жорж Кювье (1769–1832) изящно разложил Жоффруа Сент-Илера, после чего об эволюции живой природы 30 лет почти не говорили.

Однако исторические идеи пробивали свою дорогу в геологии. Геологи понимали, что слои осадочных пород накапливаются в течение длительного времени. А на рубеже 1820–1830-х годов Чарльз Лайелль (1797–1875) сформулировал принцип актуализма, согласно которому оболочка Земли формируется в результате естественных процессов, которые происходят и в настоящее время.

Звёздный час эволюционных идей в биологии настал в 1859 году, когда английский натуралист-любитель Чарльз Дарвин (1809–1882) опубликовал книгу «Происхождение видов». Эта книга вызвала горячие споры и способствовала победе эволюционных взглядов в биологии. Хотя на самом деле Дарвин не решил и даже не решал проблему происхождения видов. Он решил проблему происхождения приспособлений.

В начале второй половины XIX века случилась ещё одна революция – статистическая. Механистическое мировоззрение XVIII века предлагало описывать поведение каждой отдельной частицы. В ходе статистической революции было осознано, что частиц очень много и описывать их по отдельности невозможно. Но зато можно вычислять их среднестатистические параметры и распределение этих параметров. Эта идея лежала в основе статистической теории газов, а также, по большому счёту, дарвинизма и марксизма. Со статистической революцией в науку вошли случайные процессы, через большое число которых реализовалась закономерность.

О научной революции конца XIX – начала XX века писали очень много, и я не буду на ней останавливаться. Отмечу лишь, что она затронула прежде всего физику и биологию.

В середине XX века в науке произошла кибернетическая революция, у истоков которой стоял выдающийся российский мыслитель Александр Александрович Богданов (1873–1928). Она была связана с освоением таких понятий, как система, отрицательная обратная связь, положительная обратная связь, авторегуляция, информация. Эти понятия пришли из техники и утвердились прежде всего в биологии, а затем и в общественных науках.

Результатом кибернетической революции стало появление системного анализа и широкое внедрение математических моделей для решения самых разных проблем.

Массовое неприятие генетики, существовавшее в нашей стране в 1940-х годах, было связано в том числе и с моральной неготовностью использовать информационные представления в биологии. Мысль о том, что в живых организмах есть «нечто», подобное чертежу, вызывала психологическое отторжение.

Кибернетическая революция имела дело с готовыми системами. Развертывающаяся на наших глазах синергетическая революция имеет дело с развивающимися системами. Могут ли небольшие изменения параметра приводить к качественному изменению траектории развития системы? Идет ли система к стабильному состоянию, колебательному режиму или к динамическому хаосу? На эти вопросы пытается ответить новая научная дисциплина, получившая название «синергетика».

Это – общая схема развития науки, которую нужно наполнить конкретным содержанием, а содержание можно найти в книге, о которой шла речь выше.

Нужно ли рассказывать студентам-естественникам об истории гуманитарных наук? Разумеется. Но при этом следует иметь в виду некоторые обстоятельства. Дело в том, что не очень понятно, какие науки могут считаться гуманитарными. Экономика – это гуманитарная наука или нет? А психология? А лингвистика? По этому поводу можно долго спорить, но такие споры будут бесплодными. Поэтому их лучше не начинать, а познакомить студентов с историей самых разных научных дисциплин.

Наверное, гуманитарные науки отличаются тем, что для эффективного занятия ими исследователь должен будет мысленно перевоплотиться в объекты своего исследования. А в других науках исследователи наблюдают их со стороны.

Студент, изучающий историю науки, должен чётко представлять себе ключевые эксперименты, из которых последовали далеко

идущие выводы. Поучительно, в частности, подробно проанализировать эксперименты, из которых сформировались представления о молекулах и атомах.

По большому счёту, представления об атомах выросли из закона кратных отношений, который, в свою очередь, вырос из представлений о том, что вещества соединяются друг с другом в строго определенной пропорции. Этот вопрос был предметом спора между Жозефом Луи Прустом (1754–1826), который был за эту идею, и Клодом Луи Бертолле (1748–1822), который был против. Пруст привёл большое число экспериментальных данных и одержал победу в споре.

К этому времени уже сформировалось интуитивное представление о химических элементах, а также о простых и сложных веществах. И Джон Дальтон (1766–1844) установил закон кратных отношений.

Азот образует с кислородом пять соединений. В первом соединении на 28 мг азота приходится 16 мг кислорода, во втором – 32 мг, в третьем – 48 мг, в четвёртом – 64 мг, в пятом – 80 мг. При этом наблюдается любопытная закономерность: $16 : 32 : 48 : 64 : 80 = 1 : 2 : 3 : 4 : 5$. И поневоле возникает мысль, что азот и кислород состоят из отдельных частиц, которые соединяются друг с другом в разных соотношениях, образуя разные соединения. Эти частицы стали называть атомами, а конгломераты небольшого числа разных частиц, из которых состоят сложные вещества, – молекулами.

Пойдём дальше. Водород соединяется с кислородом в массовом отношении 1 : 8. Значит ли это, что частичка кислорода в 8 раз тяжелее частички водорода. Такой вывод можно будет сделать, если предположить, что частичка воды состоит из одинакового числа частичек кислорода и водорода. Но это пока ниоткуда не следует.

Нужно научиться как-то сравнивать число атомов, входящих в состав молекулы сложного соединения. Такое сравнение позволила сделать гипотеза, выдвинутая итальянским исследователем Амедео Авогадро (1776–1856). Он предположил, что при одном и том же давлении и температуре в одинаковых объёмах разных газов содержится одинаковое количество молекул. Поэтому число молекул, поглощен-

ных или образовавшихся в реакции между газами, можно сравнивать по изменению объёма газа.

Изменение объёма газа легко измеряется с помощью стеклянного цилиндра, по смазанным маслом стенкам которого ходит поршень. Для проведения реакции можно связать два цилиндра трубкой с открывающимся и закрывающимся краником.

Давайте проведём мысленный эксперимент с кислородом и водородом. При этом два объёма водорода и один объём кислорода нацело реагируют друг с другом, образуя два объёма водяного пара. Из двух молекул водорода и одной молекулы кислорода получается две молекулы водяного пара. Из этого мы можем сделать два вывода: в молекуле водяного пара содержится столько же атомов водорода, сколько в молекуле водяного пара, и в два раза меньше атомов кислорода, чем в молекуле газообразного кислорода. Число атомов кислорода в молекуле газообразного кислорода явно чётно, а сколько атомов водорода в молекуле водяного пара, мы пока сказать не можем.

Чтобы ответить на последний вопрос мы можем заставить прореагировать газообразный водород с хлором. Из одного объёма водорода и одного объёма хлора получится два объёма хлористого водорода. Оказывается, число атомов в молекуле газообразного водорода тоже чётно!

Нам нужно понять, сколько атомов водорода было в молекуле газообразного водорода, сколько атомов кислорода было в молекуле газообразного кислорода, и сколько атомов водорода и кислорода было в молекуле водяного пара.

Самое простое объяснение приведённых выше фактов заключается в том, что молекулы газообразного водорода и кислорода содержат по два атома, а молекула водяного пара — два атома водорода и один атом кислорода. Возможны и более сложные объяснения, но мы пока остановимся на самом простом. Его справедливость можно доказать экспериментами, описание которых выходит за рамки настоящей статьи.

А дальше открывалась дорога к измерению относительных атомных весов. Но измерять абсолютные атомные веса в первой половине XIX века было невозможно. Мы могли сказать, что атом кислорода в 16 раз тяжелее атома водорода, но сколько он весит в граммах, сказать не могли.

В сравнении с другими научными дисциплинами химия имеет очень богатую предысторию. Корни алхимии уходят в глубокую древность. Пытаясь получить золото, алхимики накапливали знания о веществах и разрабатывали приёмы работы с ними.

Из каких природных источников получали те или иные химические элементы в древности, Средневековье и в Новое время? Это важный вопрос, который авторы учебников обычно не ставят. Но без этих знаний история химии явно не полна.

Эта же проблема актуальна и для сегодняшнего дня. В учебную программу должны войти представления о потоках химических элементов на поверхности Земли и о трансформации этих потоков по мере развития техники и технологии вплоть до наших дней. Помимо всего прочего, представление о потоках элементов позволит обобщить знания в области химических технологий и заставит задуматься о проблемах охраны окружающей среды.

Советский химик и философ Юрий Андреевич Жданов (1919–2006) попытался сформулировать исследовательскую программу эволюционной химии. Цель её заключается в том, чтобы понять, на каком этапе эволюции Вселенной в природе могли реально появиться те или иные вещества. А история человечества и используемых им технологий – это важнейший этап эволюции Вселенной, сопровождающийся лавинообразным нарастанием присутствующих в рукотворной природе веществ. Поэтому история науки и эволюционная химия самым тесным образом взаимосвязаны.

Поучителен для студентов и рассказ об истории молекулярной биологии. Нуклеиновые кислоты были открыты ещё в 1869 году, но тогда они мало кого интересовали. Положение изменилось в 1944 году, когда было показано, что ДНК, выделенная из убитых бактерий,

передает их признаки живым бактериям. Это означало, что ДНК имеет прямое отношение к наследственности. В 1949 Эрвин Чаргафф (1905 – 2002) показал, что количество остатков аденина в образцах ДНК равно количеству остатков тимина, а количество остатков гуанина – количеству остатков цитозина. А в 1953 году Джеймс Уотсон (род. 1928) и Фрэнсис Крик (1916–2004) предложили двуцепочечную модель ДНК.

А дальше можно рассказать о том, как было доказано самокопирование ДНК и синтез РНК на ДНК; как было показано, что только одна фракция РНК (информационная РНК) является матрицей для синтеза белка; как было показано, что РНК синтезируется только на одной цепи ДНК из двух; как была показана триплетность генетического кода и как генетический код был расшифрован. И юношество по достоинству оценит серию блестящих экспериментов.

Интересно, что Чаргафф, много сделавший для становления молекулярной биологии, скептически отнёсся к её выводам. Отрывки из его книги с большим удовольствием печатал в начале 1960-х годов издаваемый Трофимом Денисовичем Лысенко (1898–1976) журнал «Агробиология». Такая вот трагическая ситуация.

В курс истории науки следует включить не только чисто исторический материал, но и рассказ о том, как функционирует современная наука. Следует познакомить юношество с разными классификациями исследователей. Такие классификации составляли как профессиональные научные работники, так и психологи. Наиболее известно разделение исследователей на классиков и романтиков, но есть и другие классификации.

Чем должно определяться жалование научного работника? Существует анекдот о том, как английская королева дала указание повысить жалование придворному астроному в три раза. На следующий день астроном пришел к королеве и попросил отменить указ. Королева удивилась и спросила, с чем связано такое странное желание. «Ваше Величество, – ответил астроном, – раньше моя должность интересовала лишь небольшое число любителей астрономии, и я мог спо-

койно работать. Теперь она будет интересовать большое число любителей больших денег. Не пройдёт и месяца, как меня съедят».

Думается, что научный работник должен получать несколько меньшую зарплату, чем специалист такого же уровня, работающий в практической сфере. Но ненамного меньшую. Как говорил Пётр Леонидович Капица (1894–1984), «научный работник должен иметь хлеб, масло, но не джем». Компенсацией небольших материальных потерь может служить свобода в выборе тематики исследования. Людей, всерьёз занимающихся наукой, это обычно устраивает.

Однако в нашей стране жалование научных работников безобразно низкое. И это порождает печальные мысли о будущем отечественной науки.

Очень интересен вопрос о связи науки с другими разделами культуры: философией, религией, литературой, искусством. Но для рассмотрения этих связей нужно писать отдельную статью.

В XX веке появилась новая научная дисциплина, предметом исследования которой стала... сама наука. Эта дисциплина получила название «науковедения». Науковедение изучает методологию научных исследований, динамику научных направлений, научные школы и их динамику, разные стили исследовательской работы. И, конечно, студент, решивший посвятить свою жизнь научно-исследовательской работе, уже на студенческой скамье должен познакомиться с основными идеями науковедения. Науковедение и история науки позволят ему сознательно отнестись к своей будущей научной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багоцкий С.В. История науки. – М.: Делибри, 2022.