



АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ  
ТЕРЕНИН

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

92-53

**АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ ТЕРЕНИН**  
(1896—1967)*Б. С. Непорент*

Среди наших современников трудно найти человека, для которого наука была в такой степени единственной целью, единственным смыслом жизни, как для А. Н. Теренина. Обладая редким сочетанием таланта и трудоспособности, он был в полном смысле слова великим тружеником науки.

А. Н. Теренин родился 6 мая 1896 г. в Калуге. В 1907 г. он поступил в Реальное училище. Уже там зародился его интерес к науке. А. Н. Теренин работал в физическом кружке, познакомился с К. Э. Циолковским. Знаменитый земляк привлекал внимание юноши к проблемам реактивного движения, но ему не удалось обратить А. Н. Теренина в свою веру.

В 1914 г., окончив Реальное училище, А. Н. Теренин переехал в Петроград и поступил в Психоневрологический институт. (Позже, в 1943 г. он писал, что интересовался своеобразием интеллекта человека и возможностями работы с людьми. Хотел даже быть режиссером, но в конце концов увлекся молекулами, поняв, что с ними можно разыгрывать не менее яркие и блестящие постановки, чем с актерами.) Вскоре А. Н. Теренин принял участие в студенческой забастовке. В 1915 г. учеба прервалась: он был мобилизован в армию, прошел химико-технические курсы и был направлен в лабораторию военного ведомства, где выполнил свои первые работы — спектральные и фотометрические исследования трофейных светосоставов. На всю жизнь спектральные и люминесцентные исследования остаются основными для А. Н. Теренина.

С 1916 г. А. Н. Теренин становится вольнослушателем Петроградского университета по физико-математическому факультету, в 1918 г. зачисляется в университет, а в 1919 г. он попадает в число лучших студентов, отобранных Д. С. Рождественским для только что созданного Оптического института и зачисленных на должности «лаборантов при мастерских», дававших им право на столь важный в то время паек при обязанности быстро и хорошо продолжать учебу. Из этой группы вышли также академик В. А. Фок, члены-корреспонденты АН СССР С. Э. Фриш и Е. Ф. Гросс и многие другие известные ученые — физики и оптики.

Итак, в 1919 г. А. Н. Теренин стал «лаборантом при мастерских» и вскоре получил первую тему научной работы: исследовать в области

---

По материалам доклада на сессии, посвященной памяти А. Н. Теренина, в Ленинграде 11 мая 1967 г.

около 1 мкм спектр паров ртути. Предпринимавшиеся до него попытки решить эту задачу, используя сенсibiliзацию фотопластинок красителями, не привели к успеху. А. Н. Теренин находит свое решение: он вспоминает эффект Гершеля и регистрирует излучение ртути не по почернению фотопластинки, а по разрушению скрытого изображения. Это была одна из первых экспериментальных работ по спектроскопии, выполненных в Оптическом институте. Она называлась «Нормальная орбита электрона в атоме ртути» и исправляла ошибочные результаты Мак-Леннана. Всю жизнь, начиная с этой работы, А. Н. Теренин был блестящим экспериментатором, находящим наиболее точный и экономичный путь решения каждой задачи.

Окончив университет в 1922 г., А. Н. Теренин проводит цикл блестящих исследований по спектроскопии атомов. Отказавшись от принятых в то время малоизбирательных методик возбуждения электронным ударом и спектров поглощения, он применяет и разрабатывает дальше метод оптического возбуждения атомов. В этих работах А. Н. Теренин впервые исследовал схемы уровней ряда атомов и изучил процессы ступенчатого возбуждения — последовательного поглощения двух квантов одним атомом.

Существенно новым результатом в этом цикле работ было открытие А. Н. Терениным, совместно с Л. Н. Добрецовым и Е. Ф. Гроссом, сверхтонкой структуры атомных линий (на примерах атомов Na и Hg). Одновременно такая же работа была сделана в Германии Шюлером. Впоследствии долгие годы (до появления новейших методов) исследования сверхтонкой структуры спектров служили средством изучения магнитного и механического моментов ядер.

Несмотря на серьезные успехи в самой передовой по тому времени области физики, А. Н. Теренина, по-видимому, не удовлетворяют исследования строения атомов как статических систем. Он интересуется, и это остается на всю его жизнь, процессами активного воздействия света на вещество. От атомов А. Н. Теренин переходит к молекулам, позже — к комплексам и биологическим системам, но он впоследствии будет занят главным образом не структурой этих объектов и даже не кинетикой, а динамикой их преобразований под действием света.

В 1927 г., во время заграничной командировки в Германию и Голландию, А. Н. Теренин совместно с П. Принсгеймом исследовал спектры флуоресценции молекул ртути.

С 1925 по 1932 г. А. Н. Теренин выполняет принесший ему мировую известность цикл работ по фотохимии паров солей. Здесь уже реализована целая программа. Выбран оптимальный объект исследования: галоидные соли ряда металлов легко испаряются, прочность их молекул изменяется в широких пределах. Взамен малоизбирательных спектров поглощения исследуются спектры обнаруженной А. Н. Терениным флуоресценции продуктов фотохимического распада молекул, обладающие необычайной чувствительностью и селективностью. Прослежены во многих деталях пути распада двух- и многоатомных молекул солей, определены энергии их диссоциации, экспериментально обнаружена «внутренняя рекомбинация» — образование в одном элементарном акте относительно простых молекул при фотохимическом распаде более сложных и, наконец, изучены многие характерные черты взаимодействия возбужденных атомов с другими частицами. Итоги этих исследований подведены в ставшей библиографической редкостью книге «Фотохимия паров солей», вышедшей в 1934 г.

В 1932—1936 гг. с помощью исследования фотодиссоциации по свечению продуктов распада А. Н. Терениным были изучены более сложные

молекулы ( $H_2O$ ,  $CH_3OH$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $NH_3$  и др.), подвергавшиеся воздействию вакуумной ультрафиолетовой радиации. Среди сотрудников и учеников А. Н. Теренина, принимавших участие во всех этих исследованиях, — И. М. Франк (ныне академик), Н. А. Прилежаева, Г. Г. Неуймин и др.

Нужно подчеркнуть, что вся серия работ по фотохимии паров солей была проведена на фоне самого первоначального развития современных представлений о строении молекул, в период становления квантовой механики. Сейчас, тридцать лет спустя, трудно и почти невозможно полностью оценить значение этого цикла работ А. Н. Теренина в развитии науки о молекулах. Эти работы приобрели мировую известность. Они продолжают у нас и за рубежом и получили в последнее время новое звучание в связи с проблемой создания молекулярных лазеров.

Признание научных заслуг А. Н. Теренина нашло свое выражение в избрании его в 1932 г. членом-корреспондентом Академии наук СССР.

Нельзя не сказать и об экспериментальном искусстве А. Н. Теренина. Далеко не все представляют ныне себе экспериментальную технику, пользуясь которой, он с сотрудниками провел исследования паров солей. Самодельные монохроматоры для возбуждения спектров, где сделанная из шифера входная щель вводилась непосредственно в плазму высоковольтной искры, самодельный сверхсветосильный спектрограф («деревяшка») для регистрации слабой ультрафиолетовой флуоресценции, с корпусом из дубового бруса, прекрасной уникальной призмой из флюорита и кассетой из обычного любительского аппарата  $6 \times 9$ . Самодельные «сверхмощные» трехкиловаттные водородные трубки с холодными электродами. Кварцевые сосуды, которые А. Н. Теренин сам, а за ним и его сотрудники выдували на стоявшей в лаборатории кислородно-водородной горелке. Полное стеклодувное самообслуживание сложных вакуумных систем и связанная с этим их максимальная целесообразность. Прозрачная и ясная до малейших деталей постановка эксперимента, в котором все сделано своими руками и подчинено единой цели. Тонкие методы и точное определение направления исследования. Подчеркнем, что внешне примитивные самодельные установки и приборы были передовыми, как и всегда, в лаборатории А. Н. Теренина. Первые в Советском Союзе фотоэлектрические спектрометры для ультрафиолетовой и ближней инфракрасной области были также сделаны в его лаборатории в 1939—1940 г.

В 1936—1941 гг. сфера интересов А. Н. Теренина существенно расширяется. Исследования методом флуоресценции взаимодействия квантов света с молекулами распространяются на сложные органические соединения в газообразном состоянии. Некоторые итоги и программа этих работ содержатся в докладе А. Н. Теренина на конференции по люминесценции в Варшаве в 1936 г. Здесь уже намечаются пути перехода к более сложным системам — веществам в конденсированном состоянии, растворам и адсорбатам.

В основной лаборатории А. Н. Теренина — лаборатории фотохимии — ставятся работы по влиянию окружения на свойства молекул ароматических соединений в парах, а также открывается новое направление: исследования фотоэлектропроводности пленок красителей. Лаборатория А. Н. Теренина в НИФИ ЛГУ на долгие годы профилируется как лаборатория оптики поверхностных явлений, а позже — фотокатализа. В Институте высоких давлений в 1939 г. А. Н. Теренин начинает исследования инфракрасных спектров веществ при высоких давлениях. Кроме ныне хорошо известных в науке многих его воспитанников в этих работах участвовали погибшие в Великой Отечественной войне талантливые ученики А. Н. Теренина — Карп Каспаров и Владимир Хадеев. Погиб также

лаборант-самородок, помощник А. Н. Теренина, выдающийся экспериментатор Виктор Пономарев.

Успехи А. Н. Теренина в науке отмечаются новым признанием — в 1939 г. он избирается действительным членом Академии наук СССР.

Переход от фотохимии изолированных молекул в газах и парах к фотохимии вещества в различных конденсированных состояниях (жидкости, тела при высоких давлениях, растворы, адсорбаты) был не случайным. А. Н. Теренин, по-видимому, вплотную подходит к проблеме химического использования световой энергии Солнца, оценивает сложность этого процесса и систем, в которых он реализуется.

Развертывание начатых работ прерывается Великой Отечественной войной. А. Н. Теренин деятельно реорганизует свою лабораторию для работ на помощь фронту. Отметим здесь разработку методики и технологии физического просветления оптики.

Руководя коллективом своих сотрудников, А. Н. Теренин не перестает готовиться к возобновлению прерванных войной исследований. В 1943 г. он выступает со своей гипотезой о триплетной (бирадикальной) природе метастабильных состояний, ответственных за фосфоресценцию органических веществ. Учитывая большую реакционную способность и длительность существований этих состояний, невозможно переоценить значение этого открытия. Не преувеличивая, можно сказать, что эти представления являются основой современной фотохимии. Напомним, что представления, аналогичные выдвинутым А. Н. Терениным, были высказаны независимо годом позднее известными американскими физико-химиками Дж. Н. Льюисом и М. Кашой. Позже, после окончания войны, Льюис, получив советские работы, обратился к А. Н. Теренину с письмом, в котором признавал его приоритет.

Забегая вперед, отметим, что естественным логическим продолжением этих работ А. Н. Теренина было открытие им, совместно с В. Л. Ермолаевым, в 1951 г. явления переноса энергии между молекулами в триплетном состоянии. Этот способ передачи энергии, естественно, играет главенствующую роль во многих фотохимических процессах, протекающих с участием сложных органических молекул.

В 1944—1946 гг. А. Н. Теренин работает над капитальным трудом «Фотохимия красителей», в котором разрозненный до тех пор материал по фотохимии сложных органических веществ — красителей нашел стройную схему, систематику и объяснение на основе представления о химической активности триплетных бирадикальных и синглетных состояний, о миграции энергии возбуждения и переносе электрона.

Если «Фотохимия паров солей» представляла скорее итог цикла работ школы А. Н. Теренина, то «Фотохимия красителей» послужила изложением системы его идей и взглядов, базой, на которой в дальнейшем развивались исследования, планирование которых началось еще перед войной. Конечно, четырехлетний перерыв 1941—1945 гг. уточнил, обогатил и расширил его планы. В 1943 г. в своей речи «Свет и химия» на общем собрании Академии наук СССР А. Н. Теренин рассматривает перспективы фотохимии и отмечает важность ее связей с биохимией и исследованиями по фотосинтезу. В 1945 г. А. Н. Теренин со своим докторантом А. А. Красновским (ныне членом-корреспондентом АН СССР) организует в Институте биохимии АН СССР лабораторию фотобиохимии, которая существенно дополняет уже существующие к этому времени лаборатории фотохимии и фотокатализа.

В последующее двадцатилетие А. Н. Теренин развертывает широкий фронт работ по изучению проблемы элементарного фотопроцесса в самых различных системах. Конечная цель этого направления — создание

искусственных систем для эффективного химического использования солнечного излучения, способных конкурировать с естественными. Исследования ведутся в разных направлениях. В своем докладе на VII чтениях имени академика Д. С. Рождественского 7 мая 1953 г. А. Н. Теренин, рассматривая проблему, указывает, что искусственная система не должна, очевидно, воспроизводить естественную, сложившуюся в результате сложной эволюции, но изучение естественных систем может дать существенную информацию о путях реализации химического акта за счет относительно небольших квантов солнечного света. Возможны различные пути химического использования поглощенного кванта: непосредственно в поглотившей молекуле или в результате миграции энергии возбуждения или переноса освобожденного светом электрона к центру химической реакции. Так уже известны сложность действия хлорофилла и необходимость высокой физико-химической организации фотосинтезирующей системы. Учет всех этих обстоятельств требует слаженной постановки многочисленных разнообразных исследований, блестяще реализованных А. Н. Терениным. В качестве центров поглощения энергии кванта, а также объектов первичного фотохимического процесса, утилизирующих подведенную к ним в той или иной форме энергию, им изучается весь возможный набор от простых молекул до сложных органических соединений, красителей и, наконец, до хлорофилла и его аналогов в самых различных комбинациях. Исследуются различно организованные системы — от газовых смесей, растворов, адсорбированных и конденсированных веществ и до таких своеобразно упорядоченных биологических систем, как хлоропласты. В самых различных комбинациях этих систем им изучаются поглощение света, миграция и превращение энергии кванта, фотоэлектрический и фотохимический пути реализации этой энергии.

Разумеется, нет никакой возможности в рамках одной статьи дать что-либо большее, чем простое перечисление направлений и работ, развернутых А. Н. Терениным за последнее двадцатилетие и выполненных им и его ближайшими сотрудниками. Некоторое представление о действительном объеме этих работ, ведущихся в ряде институтов и лабораторий, дает сборник «Элементарные процессы в молекулах», выпущенный в 1966 г. к семидесятилетию А. Н. Теренина.

Рассматриваемые работы уместно подразделить на пять направлений.

1. *Молекулярная спектроскопия и энергетика молекул.* А. Н. Теренин в последнее время возобновил с Н. Я. Додоновой работы по фотодиссоциации простых молекул. В области энергетике сложных молекул А. Н. Теренин с В. Л. Ермолаевым успешно развивали исследования открытого ими триплет-триплетного переноса энергии. В Институте физики высоких давлений А. Н. Теренин, совместно с Ю. А. Ключевым продолжал начатые им в 1940 г. исследования спектров вещества при высоких давлениях.

Исследования превращений энергии поглощенного сложной молекулой кванта света, начатые в свое время с А. Н. Терениным, продолжают автором настоящей статьи со своими сотрудниками, среди которых следует отметить Н. А. Борисевича, широко развернувшего теперь эти работы в Академии наук БССР, и Н. Г. Бахшиева. Здесь разработаны представления о внутримолекулярных процессах, приводящих к образованию сплошных спектров, предложена классификация этих спектров и соответствующие модели молекулы, исследованы процессы передачи колебательной энергии при столкновениях молекул и в деталях развиты представления о влиянии усредненного внутреннего поля световой волны в среде на спектры и свойства молекулы. Работы по внутри- и межмолекулярным преобразованиям световой энергии в сложных молекулах продолжают

также одной из первых сотрудниц А. Н. Теренина — Н. А. Прилежаевой и ее учениками в Сибирском физико-техническом институте.

2. *Фотоэлектроника молекул.* В лаборатории фотохимии развиваются начатые А. Н. Терениным и А. Т. Вартамяном в 1938 г. исследования фотопроводимости пленок красителей. В лаборатории фотокатализа в 1957 г. А. Н. Теренин провел с Ф. И. Вилесовым цикл исследований по фотоионизации органических молекул в газовой фазе. А. Т. Вартамян и Ф. И. Вилесов успешно продолжают эти исследования со своими сотрудниками. Начиная с 1945 г. А. Н. Теренин и Е. К. Пуцейко применяли бесконтактный метод регистрации быстропротекающих фотоэлектрических процессов. Были открыты новые классы органических фотополупроводников электронной и дырочной природы и обнаружена спектральная сенсibilизация неорганических полупроводников органическими молекулами, среди которых — фталоцианины, хлорофилл и его аналоги. Механизм спектральной сенсibilизации исследовался в дальнейшем в работах А. Н. Теренина и И. А. Акимова. Все эти результаты существенны для понимания действия сложных пигментов в фотохимических процессах и находят применение в электрофотографии.

3. *Фотохимические исследования.* По существу сюда относятся уже упоминавшиеся работы по фотодиссоциации и фотоионизации молекул, проводившиеся А. Н. Терениным с Н. Я. Додоновой, Ф. И. Вилесовым и рядом сотрудников и продолжающиеся в настоящее время. Кроме этого, А. Н. Теренин уделял много внимания реакциям фотопереноса протона и электрона, изучение которых было начато в 1947 г. с А. В. Карякиным. Эти работы продолжают до сих пор спектрально-люминесцентными методами, комбинациями методов импульсного возбуждения, скоростной спектроскопии и электронного парамагнитного резонанса, разработанными и осуществленными в лаборатории фотохимии. Здесь А. Н. Терениным и В. Е. Холмогоровым были открыты двухквантовые реакции фотоллиза различных органических соединений, сенсibilизированных ароматическими аминами, углеводородами, красителями и пигментами. В последнее время А. Н. Терениным и его сотрудниками исследовалась возможность создания эффективных фотогальванических систем.

4. *Спектроскопия адсорбированного состояния.* Уже в 1934 г. А. Н. Теренин в лаборатории оптики поверхностных явлений начал работы по спектроскопии вещества в адсорбированном состоянии. В послевоенные годы эти работы были широко развернуты с использованием разнообразных методов колебательной и электронной спектроскопии, а также люминесценции, в частности ее тушения при воздействии на адсорбированные молекулы. Здесь были получены существенные данные по фотосорбции и фотодесорбции, по изменению прочности связи в адсорбированных молекулах, их активации светом и фотоионизации, изучены их реакции. В этих работах участвовали Л. Н. Курбатов, Е. И. Котов, В. Н. Филимонов и др. Инфракрасные спектры воды и других веществ, адсорбированных на силикагеле, были изучены Н. Г. Ярославским и А. Н. Сидоровым.

Отметим, что из этой же лаборатории вышли работы академика Академии наук ЭстССР Ф. Д. Клемента, которые были перенесены им в Институт физики АН ЭстССР в Тарту, ставший одним из мировых центров исследований люминесценции твердого тела.

5. *Фотопроцессы в пигментах и фотосинтез.* В организованной А. Н. Терениным в Институте биохимии им. А. Н. Баха АН СССР лаборатории фотобиохимии А. А. Красновским была открыта основная реакция хлорофилла — обратимое фотовосстановление. Позже А. Н. Теренин с В. Б. Евстигнеевым поставили здесь большой цикл исследований фото-

процессов в хлорофилле методом электрохимического фотопотенциала. Исследования хлорофилла и родственных ему пигментов проводились А. Н. Терениным и в других его лабораториях методами инфракрасной спектроскопии, фотоэлектроники, импульсного фотоллиза и ЭПР. Кроме этого, А. Н. Теренин развивал работы по фотосинтезу в МГУ (Ф. Ф. Литвин) и поддерживал связи с АН БССР (Г. П. Гуринович).

А. Н. Теренин был одним из инициаторов создания Института фотосинтеза АН СССР, директором которого является его ученик В. Б. Евстигнеев. Базой для создания этого института послужил Институт биохимии и особенно лаборатория фотобиохимии.

Только теперь, рассматривая все сделанное А. Н. Терениным за почти пятьдесят лет напряженного труда, мы можем оценить громадный вклад, внесенный в науку лично им. Все его работы были новы и оригинальны. Он прокладывал новые и своеобразные пути и никогда не задерживался, чтобы разрабатывать детали своих открытий. Некоторые из этих открытий так важны, что теперь кажутся столь же очевидными, как шарообразность Земли или закон сохранения энергии.

Можно только поражаться неисчерпаемой энергии А. Н. Теренина, который не ограничивался предложением тем и обсуждением результатов, а принимал самое деятельное участие в выполнении отдельных работ. Но руководство со стороны А. Н. Теренина не сковывало самостоятельности его учеников. Всем он стремился привить требовательность к своим результатам. Его участие было тем больше, чем моложе был исполнитель, и многие из сотрудников получали советы не только в частных личных контактах, но и в виде записок из командировок, из отпуска и даже из больницы, в которую А. Н. Теренина удавалось поместить лишь при тяжелых заболеваниях. Нельзя не напомнить, что он заканчивал работу над своей последней книгой уже будучи тяжелобольным, потребовав пристроить к больничной кровати специальный пюпитр. Эта книга «Фотоника красителей» является, как и «Фотохимия красителей», итогом двадцатилетней работы А. Н. Теренина и программой для его многих учеников и сотрудников.

Отдавая должное научно-организационному таланту А. Н. Теренина, следует подчеркнуть, что самым поразительным его свойством как ученого все же была не его способность обдумать и организовать широкий целеустремленный фронт научных работ и при этом участвовать в деталях многих из них, самой удивительной была его способность так поставить каждый эксперимент, чтобы в выпуклой форме получить однозначный ответ на поставленный вопрос. Опыты А. Н. Теренина не нуждались во множестве измерений, анализе погрешностей и определении степени однозначности полученного результата. Почти каждый его опыт был своеобразным *experimentum crucis*, был критичен по отношению к поставленной задаче и давал однозначный ответ.

Наряду с огромным научным наследством А. Н. Теренин оставил многочисленную школу учеников и сотрудников, способных продолжать его деятельность. С 1932 г. он был профессором Ленинградского университета, в последнее время заведовал кафедрой молекулярной биофизики.

А. Н. Теренин придавал большое значение публикациям и обмену научной информацией. На всех конференциях в СССР и за рубежом он был всегда одним из самых дисциплинированных и активных участников. Позиция авторитетного слушателя и верховного судьи была для него органически неприемлема, со свойственной ему живостью он вступал в дискуссию по любому заинтересовавшему его вопросу и требовал этого от своих сотрудников. За последнее десятилетие А. Н. Теренин достойно представлял советскую науку на нескольких десятках международных



научных конференций. Авторитет А. Н. Теренина среди советских и зарубежных ученых был весьма высок. «Звание» ученика или сотрудника А. Н. Теренина обеспечивало благожелательное отношение совершенно незнакомых ученых в СССР и за рубежом.

А. Н. Теренин был председателем Научного совета АН СССР по фотосинтезу и членом Комиссии по спектроскопии АН СССР. Он был представителем СССР в Международной комиссии по спектроскопии при Союзе чистой и прикладной химии.

Крупные научные заслуги А. Н. Теренина неоднократно отмечались в СССР и за рубежом. В 1945 г. ему была присуждена Государственная премия первой степени, в 1954 г. — золотая медаль АН СССР имени С. И. Вавилова. Он был почетным членом Французского общества физической химии и Английского химического общества. В 1959 г. за работы в области молекулярной спектроскопии он получил золотую медаль Болонского университета имени Чиамичиана, а в 1964 г. на Международном конгрессе по фотобиологии ему была вручена золотая медаль им. Финзена.

А. Н. Теренин скончался слишком рано. Несмотря на свои семьдесят лет, он умер молодым. Он был в расцвете реализации своих идей, полон новых научных замыслов. Он был активен и мобилен. Он был молод также и как спортсмен. Молодость никогда не мешала А. Н. Теренину быть зрелым мужем и гражданином. Он умел быть прозорливым и расчетливым, планируя развитие своих научных работ. Многие годы наряду с кипучей научной работой А. Н. Теренин был научным руководителем Оптического института и руководителем его спектроскопического отдела. Он заботился о развитии оптической промышленности и уделял много внимания отечественному приборостроению. Он умел поставить свою работу на службу практике и много сделал для благосостояния и могущества Советского Союза.

Советское правительство высоко оценило заслуги А. Н. Теренина. Ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда, он был награжден пятью орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, орденом Красной Звезды и медалями.

---