

АН. С.

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

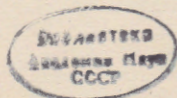
СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ

BULLETIN
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

SÉRIE PHYSIQUE

T. VII, № 6

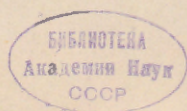
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА • 1943 • MOSCOU



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
академик Н. Д. ПАПАЛЕКСИ

ЗАМ. ОТВЕТСТВЕННОГО РЕДАКТОРА
член-корреспондент АН СССР
Б. М. ВУЛ

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
доктор физико-математических наук
В. Л. ГИНЗБУРГ





Академик П. П. ЛАЗАРЕВ

(1878—1942)

Аи
20 физ.

ОТ РЕДАКЦИИ

Настоящий номер „Известий Академии Наук СССР — серия физическая“ посвящен памяти акад. Петра Петровича Лазарева (1878—1942). Статьи проф. Т. П. Кравца и акад. С. И. Вавилова, помещенные ниже, по содержанию в основном совпадают с докладами, прочитанными на посвященном памяти акад. П. П. Лазарева заседании апрельской сессии Отделения физико-математических наук Академии Наук СССР (см. „Изв. АН СССР — серия физическая“, № 4, 1942). Прочитанный на том же заседании доклад проф. Б. В. Дерягина „О работах акад. П. П. Лазарева по биофизике и молекулярной физике“, к сожалению, предоставлен редакции не был. Статья проф. М. П. Воларовича освещает работы П. П. Лазарева по физике стекла.

Т. П. КРАВЕЦ

ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ АКАДЕМИКА П. П. ЛАЗАРЕВА

Руководитель и создатель московской школы физиков, П. Н. Лебедев много рассказывал своим ученикам о знаменитом „коллоквиуме“, работавшем под руководством его учителя в Страсбурге, Аугуста Куидта. При этом он постоянно сокрушался, что нам такое предприятие еще не под силу. Но в 1902 г. он, по настоянию своих старейших учеников, сделал попытку к организации такого научного коллоквиума (ныне такие собрания называют чаще семинарами) при Московской физической лаборатории (Физический институт еще не был к тому времени достроен). Коллоквиум сразу удался и увлек как его председателя, так и других участников. Как первый опыт подобного рода в Московском университете, он заинтересовал представителей и других специальностей, и в числе посетителей его в разное время можно назвать К. А. Тимирязева, Б. К. Млодзеевского (математика), Н. Н. Лузина и др. И вот в первые же дни существования коллоквиума на его собраниях, с разрешения председателя, стал появляться не принадлежавший к сотрудникам П. Н. молодой человек, не принимавший участия в прениях, вообще всегда весьма оживленных, но жадно прислушивавшийся ко всем выступлениям. При попытках вовлечь его в частные разговоры на научные темы он охотно шел им навстречу и поражал своей феноменальной памятью, огромной уже тогда эрудицией, скромностью, доходившей до застенчивости, и горячей верой в каждое напечатанное слово. Это был молодой врач, а впоследствии крупный ученый-физик, П. П. Лазарев.

В то время П. П. интересовался преимущественно физиологией органов чувств. Он только что сделал свои первые две работы: о независимости звукового впечатления от разности фаз между гар-

моническими компонентами звука и о взаимодействии органов слуха и зрения. Значительно позже, должно быть, в 1913 или 1914 г., он показывал на своем коллоквиуме такой опыт: в темной комнате звучит электромагнитный камертон, дающий звук постоянной интенсивности. В это время зажигается лампочка. В момент ее вспышки все в аудитории явно слышат усиление (конечно, кажущееся) звука.

В дни молодости П. П. преклонялся перед Гельмгольцем, воздавая ему едва ли не божеские почести. Из русских ученых он благоговел перед К. А. Тимирязевым и чрезвычайно высоко ставил его классические работы по действию света на хлорофил.

П. П. — один из старейших русских физиков. По возрасту он занимает среди оставшихся в живых, кажется, двенадцатое место. Но смерть не соблюдает строгой очереди... Он родился в 1878 г. и в 1901 г. окончил курс медицинского факультета Московского университета. Повидимому, именно его интересы к физиологии и физике органов чувств привели его в клинику ушных болезней Университета. Последняя была организована профессором Ст. Ф. Фон-Штейном на деньги, пожертвованные известной благотворительницей того времени Базановой. Клиника была оборудована по своему времени с большой роскошью и обладала богатым собранием физических, преимущественно акустических, приборов. П. П. начал свою научную карьеру с должности заведующего этим кабинетом.

Затем наше знакомство с П. П. прерывается года на два: он уезжает в Страсбург, я — на японскую войну. Когда я возвратился и вновь получил место для работы в лаборатории П. Н. Лебедева — уже в новом институте, в знаменитом лебедевском подвале, — мне пришлось работать с П. П. в одной комнате — в подвальном этаже башни института. Он уже кончал свою работу по фотохимическому выцветанию красителей. Здесь ему, как известно, удалось весьма точными физическими измерениями, очень характерными для лебедевской школы, доказать точную приложимость закона Вант-Гоффа к реакции обесцвечивания красок. Но, хотя исполнение работы имеет лебедевский стиль, самая тема совершенно чужда нашему общему учителю. Она явно принадлежит самому П. П., который принес ее сюда из сферы своих физиологических интересов, отчасти, может быть, из знакомства с вышеупомянутыми работами К. А. Тимирязева об усвоении световой энергии хлорофилем растений. Мне не приходится здесь говорить о фотохимических работах П. П. и его школы более подробно — этому посвящен особый доклад С. И. Вавилова. Скажу только, что открытый им закон независимости квантового выхода фотохимической реакции внутри одной полосы поглощения — мы здесь применяем терминологию, которой сам П. П. в то время еще не мог пользоваться, — этот закон, несомненно, вдохновлял и С. И. Вавилова, когда он в применении к явлениям фотолюминисценции устанавливал еще более широкую закономерность, известную ныне за границей под именем „закона Вавилова“.

В 1907 г. происходил, как известно, первый Менделеевский съезд (в Петербурге, в конце года). На этом съезде П. П. показывал демонстрационное расположение, дающее возможность в условиях лекционного эксперимента показать выцветание цианина одновременно в лучах различных спектральных участков.

Сам он в это время работал над новой темой — о температурном скачке на границе твердого тела в газе крайнего разрежения. В противоположность первой его физической работе, эта работа подсказана, несомненно, П. Н. Лебедевым. Ее происхождение таково. П. Н. опубликовал работу, в которой показал, что можно усилить чувстви-

тельность термоэлемента, помещая его в наилучшую достижимую пустоту. Между прочим, с тех пор такие термоэлементы фабричного изготовления вошли во всеобщее употребление, но никому не приходит в голову назвать их именем их прямого автора: выпускаемые в продажу приборы приносят пользу — да и славу — не тому, кто их изобрел, а тому, кто их первый запатентовал... Идея таких термоэлементов связана с некоторыми тонкими физическими соображениями, которые не могли не занимать ученика кундтовской школы, П. Н. Лебедева. Ведь сам Кундт, а не кто другой, доказал впервые, что при доступных в его время диапазонах низких давлений газов внутреннее трение и теплопроводность их не зависят от давления. При экстраполяции к ультравысоким разрежениям это свойство ведет к абсурдным следствиям: полная пустота должна вести себя так же, как любой газ при атмосферном давлении. Ясно, что при крайних разрежениях должны проявляться какие-то новые обстоятельства, и теория указывает их для внутреннего трения — в скольжении газа у твердой границы, а для теплопроводности — в скачке температуры у этой же границы. Оба эти факта подверглись проверке в лаборатории П. Н. Лебедева: скачку температуры посвящено исследование П. П. Лазарева (впоследствии это его магистерская диссертация), а особенностям внутреннего трения — прекрасная работа А. К. Тимирязева. Обе эти темы вытекали из необходимости теоретически обосновать усиление чувствительности термоэлементов при эвакуации их баллонов. Справедливость требует указать также, что самый интерес к вопросам высоких разрежений у П. Н. возник, несомненно, в связи с его капитальной работой о световом давлении, где успех был определен в значительной мере тем, что посредством остроумного приема П. Н. удалось повести разрежение несколько дальше, чем его предшественникам в этого рода исследованиях.

Самое исследование П. П. Лазарева по-лебедевски просто и прозрачно по своей методике: в регулируемом вакууме два металлических зеркала поставлены на близком расстоянии друг от друга и параллельно друг другу. Верхнее при более высокой, нижнее при более низкой температуре. Между ними перемещается термоэлемент, измеряющий температуру газа в той точке, где он находится, а также при непосредственном прикосновении к зеркалу — температуру последнего. Факт скачка температуры устанавливается непосредственным опытом и оказывается близким к теоретически ожидаемой величине.

Работа эта, как сказано, была защищена П. П. как диссертация на степень магистра. К сожалению, она, не в пример другим работам П. П., не имела прямого продолжения в работах его учеников; по-видимому, подсказанная П. Н., она осталась чуждой собственным интересам П. П. Но, когда он впоследствии стал основателем и научным руководителем завода рентгеновской аппаратуры, близкое знакомство с вопросами вакуумной физики и методики не могло не оказаться весьма для него полезным.

Однако это случилось значительно позже. А в то время интерес П. П. к молекулярной физике увлек его в глубь статистических методов. Помню, что он носился тогда с мечтой о введении в уравнения статистики времени, как независимой переменной. Если бы это удалось осуществить, то термодинамика перестала бы быть наукой о равновесных системах и открылась бы возможность предсказывать течение всех тепловых процессов во времени. Иногда П. П. казалось, что он близок к решению этой фундаментальной задачи. Но мне неизвестно, чтобы в дальнейшем он что-нибудь писал по этому вопросу.

К этому времени, параллельно интеллектуальному росту П. П., определилось и постепенное возвышение его положения в лаборатории П. Н. Лебедева: из начинающего он стал зрелым ученым, из допущенного к работе постороннего посетителя лаборатории он стал старшим ассистентом П. Н., его правой рукой и помощником во всех его начинаниях. В частности, П. Н. стал доверять его совершенно самостоятельному руководству известную часть сотрудников лаборатории вплоть до определения тематики их работы. В это время стали появляться в лаборатории П. Н. работы по статистике, по скорости распространения взрывных химических процессов и т. п. Это — тематика П. П. Лазарева, получившая свое полное развитие позже.

Сам он к этому времени вернулся к своей фотохимической работе, занялся кинетикой фотохимических реакций. Но спокойному течению этой работы суждено было испытать ряд трагических перерывов.

Немногие помнят теперь историю разгрома Московского университета министром народного просвещения, бывшим профессором Московского университета Кассо. Позволю себе восстановить эту грустную страницу нашей культурной истории в памяти читателей. В самом начале 1911 г. Министерство народного просвещения разослало по высшим учебным заведениям своего ведомства циркуляр, предлагавший президиумам этих заведений принимать самые энергичные меры против назревавших тогда студенческих волнений, или, как тогда их называли, „беспорядков“. В частности, президиумам предписывалось при первых же сходках студентов вызывать на помощь полицию. Президиум Московского университета (ректор — А. А. Мануилов, проректор — П. А. Минаков и помощник ректора — М. А. Мензбир — ныне все уже покойные) справедливо сочли этот циркуляр нарушением университетской автономии, которая вверяла все заботы о поддержании порядка в университете работникам самого университета, и в таком духе составили доклад совету университета. Совет с основаниями доклада согласился и уполномочил ректора на соответственные действия. При последовавшей сходке ректор отказался от услуг полиции. Тогда министр распорядился отстранить всех трех членов президиума от их должностей. Распоряжение это вызвало в университете бурю протестов. Многие члены совета, голосовавшие за предоставление президиуму полномочия не подчиняться незаконному распоряжению министерства, сочли себя наравне с президиумом ответственными за все последствия и подали в отставку. Движение получило широкое распространение: в отставку подало свыше 40 профессоров университета. К ним не замедлили присоединиться многочисленные „младшие преподаватели“ университета — приват-доценты, ассистенты и пр., хотя они на совете университета не присутствовали, голосом в нем не пользовались (предмет постоянных ссор между „профессорской“ и „младшей“ группами старого академического союза), а потому никакой моральной ответственности за его действия нести не должны были. Для многих деятелей университета наступили часы мучительных колебаний. Едва ли не тяжелей всех эти колебания были для П. Н. Лебедева. Он к этому времени было тяжело болен (грудной жабой); от его былого довольно крупного состояния оставалась лишь малая часть, но под вопрос ставилось не только материальное благосостояние, а в особенности возможность продолжения научной работы. Он никогда не имел никаких совместительств, не был связан ни с одним научным учреждением вне университета, и ему, уйдя он из университета, пришлось бы начать заново строительство дела, которому он отдал в Московском университете без малого двадцать лет своей трудовой

жизни. Но он ушел, принеся в жертву гражданскому долгу больше, чем кто бы то ни было, из его товарищей и подчиненных. Ушел, конечно, и П. П. Лазарев, и тут впервые ученикам П. Н., вообще бывшего всегда далеким от вопросов политики и общественной деятельности, пришлось погрузиться с головой в дело устройства лаборатории П. Н. на новых началах общественной поддержки. В то время это значило искать сочувствия в слоях богатой буржуазии, недовольной порядками царской России. Не все здесь шло гладко. Я помню одно посещение богатого просвещенного представителя московской купеческой знати, человека, который в то время сам пробовал заниматься научными исследованиями. Мы были у него вдвоем с П. П. Хозяин принял нас любезно, выразил полное сочувствие к цели нашего посещения и обещал подумать о том, что можно было бы предпринять сейчас же. На следующий день он сам позвонил П. П. и объявил ему, что П. Н. Лебедеву и его ученикам предоставляется полная свобода в распоряжении приборами из физической коллекции Московской практической академии коммерческих наук. Так называлось одно среднее коммерческое училище, в коем обучались сыновья богатого купечества... В его „кабинете“ и предлагалось вести научную работу главе всемирно известной физической школы со всеми его сотрудниками.

Первые неудачи не сломили духа у П. П. и других учеников П. Н. Но сколько нервов и трудов стоило им всем добиться понимания размеров возникшей задачи, — это могут себе ясно представить только непосредственные участники этих трудов и их ближайшие товарищи. Первые шаги на пути к новому устройству были поддержаны народным университетом им. Шанявского, который снял для лаборатории П. Н. подвал в доме № 20 по Мертвому переулку на Пречистенке. В том же доме повыше поселились в двух близко расположенных квартирах П. Н. Лебедев и П. П. Лазарев. Здесь их близость приняла характер тесной дружбы. И как ни удивительно, во многих вопросах доминировал здесь не недостижимо высокий для всех нас П. Н., а наш товарищ П. П. Отчасти это объяснялось тем, что он внушал П. Н. неограниченное доверие как врач, а П. Н., как утопающий, хватался уже и за соломинку... Но в большей мере это имело в своей основе тот факт, что для устройства всех внешних сторон жизни на новый лад из всех окружающих П. Н. лиц больше всех сделал, конечно, П. П.

П. Н. прожил после всех этих событий недолго. В апреле 1912 г. мы похоронили его, почтили торжественным заседанием, издали его труды и обратились к повседневной работе. Коллоквиум Лебедева перешел под руководством П. П. в университет Шанявского. Работы учеников П. Н. тоже кое-как устроились. Сам П. П. продолжал свою фотохимическую работу в лаборатории Московского высшего технического училища. Судьба устроила для этой работы еще один перерыв. В один ужасный вечер преparator Технического училища позвонил Ольге Александровне Лазаревой и сообщил ей самым категорическим тоном, что у П. П. взорвался прибор и что при этом один глаз ему выбило, а на второй он ничего не видит... К счастью, дело оказалось не в такой мере ужасным: при взрыве пострадал только один глаз, причем дело ограничилось кровоизлиянием... Я помню наше испуганное паломничество к П. П. в частную хирургическую лечебницу П. А. Постникова. Он оправился довольно быстро, но у него остался какой-то дефект в цветовом зрении на поврежденный глаз. Сам П. П. не унывал, а впоследствии сумел из своего „увечья“ сделать метод для исследования некоторых вопросов цветового зрения...

Дело общественной помощи науке, изгнанной из Московского университета, между тем, шло своим ходом и дало богатые результаты. В частности, для физиков был построен прекрасный институт, впоследствии описанный П. П. Его все знают — это нынешнее здание Физического института Академии Наук. Но открытие его не обошлось, уже накануне революции, без некоторого „скандала“. Я не буду здесь входить в описание этого печального события. Приходится, однако, с сочувствием вспомнить по его поводу бессмертное суждение штабс-капитанши Пушкина: „Разбери, кто прав и кто виноват, да обоих и накажи“. Последующее развитие событий оправдало П. П. от многих вин, действительных и воображаемых: из полученного им института он сумел в короткое время и при самых грозных внешних условиях создать солидное научное учреждение с широкой и своеобразной тематикой. Не всем его противникам выпал на долю такой же успех.

Но вот грянул гром революции. Многие научные работники при его первых раскатах совершенно и безнадежно растерялись: как те, которые стояли за новый порядок, так и те, которые были „по ту сторону баррикады“. Приходилось искать для своего привычного дела новых оснований и новых применений, говорить с новыми людьми и на новом языке. Несомненно, одним из самых первых, нашедших себя в новой обстановке, был П. П. Я помню наши беседы после долгой разлуки (я в то время работал в Харькове), которые меня совершенно поразили: я изнывал от того, что не мог себе достать нужный мне один спектрофотометр, а у П. П. я их увидел целых пять или шесть, — и получены они были уже после революции. Мы все были воспитаны на теориях „чистой науки“, а здесь я увидел в широком масштабе прикладные темы и практические задачи: дело шло о задачах маскировки и демаскировки. Подход к решению их был вполне научен и даже казался чрезмерно научным при тогдашних более чем скромных возможностях молодой пролетарской республики. Но тон П. П. был уверен и бодр, а достижения и возможности — налицо. Приходилось не только согласиться с его подходом к делу, но и учиться у него тому, как приниматься за дело по-новому, располагая достаточным старым багажом.

К сожалению, кроме упомянутых работ по маскировке, П. П. не обратился после этого ни разу к темам чисто физического характера. Но он достиг крупных успехов на других поприщах и прежде всего в области геофизики. Здесь на первом месте следует поставить его работы по исследованию Курской магнитной аномалии.

История этого вопроса такова. О существовании Курской магнитной аномалии в науке было известно уже давно, но подробным исследованием ее мы обязаны приват-доценту, а впоследствии профессору Московского университета, Э. Е. Лейсту. На свои более чем скромные приват-доцентские достатки он ежегодно ездил в область аномалии, нанимал телегу — тоже на те же „достатки“ — и производил сотни кропотливых и точнейших измерений магнитных элементов. Впоследствии критики ставили Лейсту в вину, что он при преувеличенной точности магнитных измерений довольствовался гораздо более грубыми данными о координатах точек наблюдения. Все же его измерения — первая солидная основа наших знаний о Курской аномалии.

До революции подробное исследование аномалии не принесло других осязаемых результатов, кроме ажиотажа на земельном рынке: местные помещики разживались и прогорали на спекуляциях своими земельными участками. Сам Лейст утверждал, что аномалия такой громадной протяженности и абсолютной величины может вызываться исключительно наличием громадных залежей железа. Геологи со-

гласно утверждали — это необходимо твердо помнить, — что о железе в этих местах не может быть и речи. Против геологов ни Лейст, ни заинтересованные в его торжестве помещики не могли возразить ничего, кроме лепета о том, что в одном месте они видели ржавую воду в источнике и т. п. После революции Лейст ездил за границу и там умер. Повидимому, он пытался заинтересовать в курской руде германские промышленные круги. Во всяком случае, составленная им карта аномалии попала в руки немцев, а они пытались продать ее Л. Б. Красину за какие-то миллионы золотых марок. Л. Б. Красин, при случае, спросил мнения на этот счет П. П. Лазарева. Последний энергично восстал против германских домогательств и предложил заново снять карту с затратой меньших средств.

С этого начались труды грандиозной комиссии по исследованию Курской аномалии. П. П. впервые поставил эту задачу непосредственно на службу практической геологии, вернее, геологической разведке. Задача такова: обследовать область аномалии — и не только магнитными, но и различными гравиметрическими методами — и по результатам определить, где и в каком количестве залегают обуславливающие ее магнитные, т. е. железные массы. Задача эта весьма сложна, а при беглом взгляде представляется даже безнадежной: как известно из теории потенциала, одно и то же силовое поле вдали от источников может производиться бесконечным разнообразием источников. Истинную плотность зарядов, как показывают уравнения Лапласа и Пуассона, можно однозначно определить только измерением поля в непосредственной близости к источникам. Некоторый выход из этого положения дается, уже соображениями не математического, а геологического характера. Дело в том, что не всякое распределение масс, все равно магнитных или материальных, мыслимое математически, оказывается вероятным с геологической точки зрения. Вот почему геологам должно было принадлежать в некоторых случаях решающее слово в комиссии Курской магнитной аномалии, и в обиход ее рассуждений вошли пласты горизонтальные и наклонные, изломы пластов, похороненные хребты и т. п.

Таковы были теоретические предпосылки работы комиссии, которые далеко не представлялись такими ясными в начале. Затем надлежало выработать и практическую методику изысканий. В этом вопросе большое значение получило веское указание академика А. Н. Крылова, который предложил для пользования комиссии прибор, применяемый в морском деле, гораздо менее точный, чем лейстовские инструменты, но зато работающий не в пример быстрее. Если вспомнить хозяйственную и политическую обстановку того времени, то приходится с величайшим уважением отнестись к трудам комиссии, которой удалось получить карту аномалии, расширив ее далеко за первоначально предполагавшиеся пределы, истолковать ее геологически, проверить расчетные данные результатами непосредственного бурения и в конце концов подарить советской родине точно обследованное месторождение железа в центре страны, в двух шагах от нашего главного угольного бассейна, и притом по общему содержанию железа превосходящее все, что имеется в Европе. Этот успех навсегда должен быть связан с именем П. П. Лазарева.

Исследованием Курской магнитной аномалии не исчерпываются геофизические работы П. П. Лазарева, но в дальнейшем они уже никогда не подымались до таких размеров и до таких огромных практических достижений. Мы можем, однако, назвать его интересную работу по теории течений в земных океанах и объяснение изменяющимся направлением этих течений смены климатов в различ-

ные геологические эпохи. Далее следует ряд сейсмологических работ как самого П. П. Лазарева, так и его учеников. Работы эти тоже в своей совокупности не лишены значения. Короче, и вне связи с Курской магнитной аномалией, можно говорить о П. П., как о геофизике.

П. П. работал и над задачей о стекле и стеклообразном состоянии. Но и здесь нам предстоит выслушать отдельный доклад об этих работах, и я могу ограничиться только упоминанием о них.

И все же мы не коснулись самой важной стороны деятельности П. П. — его трудов в области биофизики. Вполне естественно, что он, врач по образованию, уже с самых молодых лет задумывался над физическими и химическими задачами, возникающими в области физиологии и биологии вообще. Об его ранних работах по физиологии органов чувств мы говорили в начале нашего доклада. Но главный цикл его работ в этой области возник позже, в связи с выдвинутой Нернстом теорией нервного возбуждения. Редкая способность П. П. заражать своим энтузиазмом окружающих повела к тому, что мы, его приятели, совсем не врачи и не биологи по образованию, обзавелись книжкой Леба „Динамика живого вещества“ и дискутировали вопросы о путях распространения возбуждения в центральной нервной системе и другие подобные проблемы. О том, что создалось далее на этой основе, мы услышим от проф. Б. В. Дерягина.

П. П. много интересовался вопросами психологии творчества и очень любил книжку В. Оствальда „Grosse Männer“. На него большое впечатление производило оствальдовское разделение творцов науки на „классиков“ и „романтиков“. Первые спокойно работают в тиши и одиночестве над своими темами, не нуждаясь в помощи сотрудников, своим собственным трудом завершая свои мысли, часто даря человечеству неоценимые сокровища мысли и опыта. Вторые работают нервно, с надрывом, не посевая облечь в плоть собственной работы свои идеи, рождающиеся у них в мучительном изобилии и властно требующие от них привлечения к немедленному разрешению возникающих задач все новых и новых учеников и сотрудников. Наш общий учитель П. Н. Лебедев, несомненно, был таким типичным романтиком, и за ним по этому пути пошел и П. П. Лазарев. Этот путь он избрал сознательно, и я уверен, с некоторым насилием над своей природой и своими ранними привычками. Мы помним его молодым, когда он поражал своими инстинктивно здоровыми вкусами, соблюдал крайне простой режим, не признавал и в пище ничего острого, не прикасался даже к легкому красному вину, знал только одно излишество — в неустанной работе. Как-то трудно соединить с этими подробностями образ „романтика“. Но идей у него рождалось множество, и учеников для разработки их он привлек за свою жизнь много десятков, далеко превзойдя в этом отношении своего учителя...

Оглядываясь на эту жизнь, прожитую в великую, но трудную эпоху, полную труда, в постоянно менявшихся условиях, поражаешься богатством и разнообразием одушевлявших ее интересов. У кого другого из его, из наших современников мы найдем такие обширные серии работ и по чистой физике, и по физической химии, и по геофизике, и по биофизике, — работ, оставивших по себе память и сохранивших свое действительное начало.

Сегодня мы поминаем добрым словом ушедшего в вечность товарища по научной работе. Вместе с нами помянут его многочисленные товарищи и друзья, еще более многочисленные ученики и все, кому по разнообразнейшим вопросам придется рыться в громадном наследии, оставшемся после почившего.

С. Н. БАВИЛОВ

ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
АКАДЕМИКА П. П. ЛАЗАРЕВА

Если перелистать тетради физического отдела журнала Русского физико-химического общества за первые годы нашего века, то можно очень быстро ориентироваться в „тематике“, как мы теперь говорим, исследовательской работы в России в то время. Обратимся к тому XXXIX за 1907 г. Попадает несколько статей по дуговому и искровому разряду, по электрическим колебаниям и волнам, по теории выпрямителя, по акустике, — это направления, довольно установившиеся и систематические. Наряду с этим встречаются вековые эпизодические физические темы об электризации соприкосновением, о модуле Юнга, о размерностях и т. д.

И вот среди этого равномерного фона неожиданный заголовок „Выцветание пигментов в видимом спектре“ [1]. Статья написана П. П. Лазаревым, которому в это время было 28 лет. Статья непривычна не только по теме, но и по всему характеру, — в ней переплелись физика, химия и физиология. Перед нами, несомненно, новая, свежая струя в установившемся трафарете физических вопросов. Сейчас, через 35 лет после публикации, после огромного изменения, произошедшего за этот период в физике, первая фотохимическая работа П. П. Лазарева может рассматриваться с исторического „птичьего полета“.

С этой точки зрения у нас есть полное основание назвать работу „классической“, так как она означала решающий поворотный пункт и в задачах, и в методах, и в результатах фотохимии.

Химические действия света известны с незапамятных времен. Научное исследование их с химической и ботанической точки зрения начинается в XVIII в. и усиливается в первые десятилетия прошлого века. На основе фотохимических явлений развивается причудливая „химическая теория света“ (Паррот, Гротгус и др.) и возникает фотография. В XIX в. фотохимией занимаются химики и ботаники (Тенар, Гэ-Люссак, Дрэпер, Бунзен и Роско, Тимирязев, Энгельман и др.). Ясного понимания физической основы химических действий света, однако, еще не было.

Решающим в истории фотохимии явился 1905 г. В этом году опубликована статья Эйнштейна, содержащая квантовую интерпретацию фотохимических процессов, и в этом же году вполне независимо Лазарев в лаборатории П. Н. Лебедева начал свои фотохимические исследования выцветания красок, в которых впервые фотохимическая задача понятна и проведена вполне физически.

Каким образом Лазарев, врач и биолог по своему основному

образованию, стал заниматься фотохимией? Ответ на это кроется, повидимому, как раз в биологических и медицинских интересах Лазарева. Ботаническая проблема фотосинтеза и задача о природе зрения с неизбежностью приводили к фотохимии. С другой стороны, хлорофил и родопсин (зрительный пурпур, основные природные красители), естественно, наталкивали мысль физика-исследователя на аналогию с искусственными органическими красителями. Наконец, распределение хлорофила и зрительного пурпура в тонких слоях растительных тканей и сетчатки и фазовая гетерогенность этих естественных сред заставляли обращаться к окрашенной искусственной пленке, как к физической модели зеленого листа и сетчатки. Таковы вероятные причины, побудившие П. П. Лазарева заняться фотохимией вообще, а в качестве конкретного объекта выбрать коллодийные пленки, окрашенные красителями, нестойкими на свету. Физика явно ставилась П. П. Лазаревым на службу биологии. Фотохимические работы Лазарева — это один из разделов его занятий биологической физикой.

Современный физик привык к тому, что основные и общие физические закономерности обнаруживаются на объектах с несложным химическим строением и в простейшем физическом состоянии достаточно разреженного газа. Коллодийные пленки, окрашенные сложными анилиновыми красителями, конечно, весьма далеки от этих требований и, казалось бы, проще искать общих физических закономерностей фотохимии по примеру Бунзена и Роско в газовых реакциях, вроде соединения хлора с водородом. Оглядываясь теперь на эволюцию фотохимии за последние десятилетия, приходится, однако, сказать, что, несмотря на всю кажущуюся сложность, фотохимический объект, избранный Лазаревым, все же оказался более простым, чем реакция Бунзена и Роско, и более подходящим для выяснения общих фотохимических законов.

Сложные красители имели вообще очень большое значение в открытии и развитии многих основных физических закономерностей. Закон Стокса найден впервые на растворах красителей, аномальная дисперсия и с качественной и количественной стороны открыта и изучена на красителях. Один из основных общих выводов в учении о поглощении света относительно спектрального интеграла абсорбции найден впервые Т. П. Кравцем также именно на красителях. Некоторые стороны фотоэлектричества установлены А. Г. Столетовым также на анилиновых красках. Явления тушения флуоресценции, концентрационная деполяризация флуоресценции, являющаяся простейшим выражением квантово-механического резонанса, также найдены впервые не на простейшем объекте резонансного излучения одноатомных газов, вроде ртути и натрия, а на растворах красителей. В этом сочетании неудивительно, что простейшие и общие фотохимические законы найдены П. П. Лазаревым также на примере красителей.

Полезно несколько остановиться на причинах этого замечательного обстоятельства, которые постепенно выясняются в последнее время.

Сложные молекулы красителей с очень большим числом степеней свободы, находясь в твердом или жидком растворителе, подвергаются весьма частым воздействиям со стороны окружающих молекул. Избыток энергии в молекуле красителя, создающийся при поглощении света, быстро передается среде, вследствие воздействия растворителя, за исключением некоторой части, не зависящей от величины поглощенного кванта света. Окончательное состояние возбужденной молекулы остается одним и тем же при поглощении любых волн.

Хаотические удары окружающих молекул и сложность собственной структуры красителей определяют одинаковое распределение размытых уровней молекулы в нормальном и возбужденном состоянии и независимость этого распределения от длины волны возбуждающего света. Это с очевидностью следует из ряда фактов, связанных с флуоресценцией растворов красителей. В более простых молекулах, находящихся в газообразной разреженной фазе, состояние молекулы, возникающее при поглощении квантов меняющейся частоты, будет, вообще говоря, резко различным.

Мы встречаемся здесь с примечательным упрощением оптических свойств молекул при усложнении их структуры и воздействии растворителя. Исчезает специфическая зависимость от длины волны поглощаемого света для основных оптических коэффициентов: так называемой силы осциллятора, определяющей адсорбционные и дисперсионные явления, фотохимического выхода, выхода люминисценции, спектра излучения.

Поглощение красителем света в видимой области, не слишком большая величина этого поглощения, наконец, пространность полос, их значительная ширина — определяют преимущество красителей также с точки зрения экспериментального удобства и простоты.

По стилю своему и методу работа П. П. Лазарева, опубликованная в 1907 г., носит вполне физический характер. Благодаря тому, что фотохимически активная пленка была твердой, измерения в ней можно было производить, пространственно разделяя области, на которые падали лучи разного спектрального состава. Выцветание пленки регистрировалось оптически при помощи спектрофотометра Кёнига — Мартенса. Распределение энергии в спектре источника — штифта Нернста — находилось сравнением с черным телом. При помощи его же, термоэлемента Рубенса и гальванометра Дюбуа — Рубенса определялась абсолютная энергия излучения, поглощаемого пленкой. Эти операции, ставшие в наше время трафаретными и легко выполнимыми, в начале века требовали большого экспериментального искусства и были новостью.

Изящным, простым опытом П. П. Лазарев доказал, что выцветание пленки прямо пропорционально поглощенной энергии независимо от интенсивности падающего света. Для этого одна часть пленки освещалась непрерывно, вторая же — перемежающимся светом в 100 раз более ярким, но пропускаемым к пленке только за 0,01 вращения диска с вырезом. Выцветание в обоих случаях оказалось одинаковым.

Основываясь на этом, П. П. Лазарев перешел к главной задаче — определению зависимости выхода фотохимической реакции от длины волны поглощаемого света. Спектрофотометрические измерения и сравнение с черным телом при монохроматическом освещении давали возможность найти изменение концентрации краски $\frac{\Delta c}{c}$ и величину по-

глощенной энергии Q . Измерения производились для шести красителей, применяющихся в качестве фотографических сенситизаторов: цианина, лепидинцианина, пинацианоля, пинавердоля, хинальдинцианина и пинахрома.

В работе П. П. Лазарева 1907 г. нет упоминания о квантах и о статье Эйнштейна. Между тем его измерения представляют первый количественный материал для проверки квантовой теории явления и закона эквивалентности. Имея это в виду, приводим результаты измерений П. П. Лазарева несколько в ином виде, чем они предста-

влены в его работах. По его данным, в таблице сопоставлены значения, пропорциональные $\frac{\Delta c}{cQ\lambda}$ для цианина и хианальдинцианина.

Таблица 1

Цианин						Хианальдинцианин						
$\lambda(m\mu)$	554	573	593	604	617	642	$\lambda(m\mu)$	536	554	574	596	620
$\frac{\Delta c}{cQ\lambda}$	8,0	5,8	6,1	6,9	6,3	7,6	$\frac{\Delta c}{cQ\lambda}$	2,0	1,7	1,8	1,6	1,6

Величина $\frac{\Delta c}{cQ\lambda}$ пропорциональна квантовому выходу. По данным

Лазарева, в пределах ошибок наблюдения квантовый выход не зависит от λ и постоянен внутри всей широкой полосы поглощения. Таким образом, впервые в истории фотохимии экспериментально устанавливается основное соотношение между выходом и длиной волны, которое должно выполняться для простейших случаев. Окрашенная пленка, несмотря на всю свою сложность, оказалась таким простейшим случаем по причинам, ранее уже указанным. Эйнштейн теоретически и Лазарев экспериментально независимо и почти одновременно пришли к одинаковым выводам.

Измерения Лазарева не были настолько точными, чтобы можно было решить с определенностью, что постоянным остается именно квантовый выход, а не энергетический. При этом остается возможность классического толкования найденного закона. Постоянство энергетического выхода могло бы толковаться как выражение неизменности энергии активации молекулы при поглощении света различных длин волн. Такая интерпретация в основном не противоречит, однако, квантовой картине. Измерения Лазарева позволяли вычислить не только зависимость фотохимического выхода от длины волны, но и абсолютное значение выхода. Например, для выцветания 1 г хианальдинцианина требуется, по данным Лазарева, 16 000 м.кал./г, для цианина — 48 000, для пинавердоля — 117 000. Отсюда следует, что абсолютный выход очень мал, для выцветания одной молекулы краски требуются десятки и сотни тысяч квантов. Причина этого ясна. Выцветание состоит в окислении молекулы, поглотившей свет. Вероятность же этого процесса очень мала.

Работа 1907 г. послужила П. П. Лазареву основой докторской диссертации, которую он защищал в 1911 г. в Варшавском университете [2]. В новой работе изложен большой дополнительный экспериментальный материал. В частности, разобран вопрос о влиянии кислорода на выцветание. Меняя давление от 1 мм ртутного столба до атмосферного, Лазарев нашел, что для окрашенных коллоидных пленок начальная скорость реакции растет линейно с давлением, причем имеет конечную величину и при очень малом давлении. Причина этого заключается, очевидно, в наличии адсорбированного кислорода внутри пленки. В слоях из чистой краски, без связывающей среды, реакция при удалении кислорода прекращается. Впоследствии, в 1916 г., Лазарев расширил опыты с влиянием давления кислорода, повышая давление до десятков атмосфер*. Опыты с большими да-

* При этих опытах, производившихся в лаборатории Технического училища, однажды произошла катастрофа. Вылетевшей под большим давлением деталью прибора был поврежден глаз Лазарева. Лазарев был отвезен в больницу.

влениями показали, что линейная зависимость скорости реакции от давления при этих условиях прекращается и кривая принимает характер насыщения.

Впоследствии, в 1929 г., сотрудник П. П. Лазарева Г. А. Гамбурцев [5] теоретически разобрал вопрос о влиянии кислорода на выцветание, предполагая, что при поглощении света возникает возбужденное состояние молекулы, в котором она и соединяется с кислородом. Применяя теоретический расчет к опытной кривой, Гамбурцев вычислил, что длительность возбужденного состояния должна быть порядка 10^{-8} — 10^{-9} сек.

Свой основной вывод о постоянстве фотохимического выхода в пределах данной полосы поглощения П. П. Лазарев проверяет в диссертации и на биологическом материале, на данных Тренделенбурга о поглощении и фотохимическом разложении зрительного пурпура. Постоянство выхода подтверждается и в этом важном случае.

Значительно сложнее протекает явление в слоях чистых красок, осажденных на стекле. При этом, как сообщает Лазарев в диссертации, для двух исследованных им веществ (цианина и ортохрома) фотохимический выход значительно меняется в пределах видимого спектра, как видно из табл. 2. Лазарев объяснил это обстоятельство

Таблица 2

Цианин						Ортохром				
$\lambda(m\mu)$	543	561	580	604	632	$\lambda(m\mu)$	543	561	580	604
$\frac{\Delta c}{cQ\lambda}$	6,1	4,6	3,2	2,4	2,3	$\frac{\Delta c}{cQ\lambda}$	1,04	0,91	0,78	0,66

сложностью полос поглощения в случае тонких слоев, вызываемой, может быть, своеобразием состояния слоя краски на стекле. Несомненно, что при охлаждении жидким воздухом резко обнаруживается сложность полос поглощения чистых слоев красок, как показал Лазарев в другом сообщении [3].

Эти отклонения от простого закона для случая сложных полос особенно ярко подчеркивают глубокий физический смысл и значение закона, найденного в отдельных простых полосах.

В те годы, когда П. П. Лазарев начинал свои фотохимические работы, понятие о возбужденном состоянии молекул было еще неизвестно. Оно возникло только после работ Бора и по-настоящему уточнилось лишь в двадцатых годах. Неудивительно поэтому, что П. П. Лазарев объяснял начальное звено фотохимических реакций, не пользуясь понятием о конечном возбужденном состоянии, а опираясь на явления ионизации.

Основываясь на фотоэлектрической активности красок, известной по опытам А. Г. Столетова, на факте увеличения электропроводности растворов красок при освещении, подробно изученном А. Г. Гольдманом, на аналогичных опытах Н. К. Щодро и на многих других хорошо установленных фактах, П. П. Лазарев предполагал, что первичный акт выцветания красок соответствует ионизации молекулы при поглощении света. С этой точки зрения выцветание должно соответствовать окислению иона молекулы краски. Указанные выше опыты и расчеты Гамбурцева, приводящие к очень коротким временам порядка 10^{-8} в секунду для активного состояния молекулы, едва ли согласуются, однако, с ионизационной интерпретацией, которая требовала бы гораздо больших длительностей. Надо заметить,

вропрочем, что и представление о возбужденных состояниях при толковании явления выцветания встречается с трудностями. Следовало бы ожидать, что при наличии возбужденных состояний, длящихся конечное время, часть энергии должна бы проявляться в виде флуоресценции. Однако свечения выцветающих пленок незаметно. Несомненно, что при поглощении света в растворах красок одновременно происходит и ионизация, и химическое разложение, и превращение поглощенной энергии в тепло.

Фотохимические результаты, найденные Лазаревым, послужили исходным пунктом ряда работ его сотрудников и учеников. Б. С. Швецов и С. И. Вавилов изучали влияние нагревания на выцветание красок и констатировали почти полное отсутствие влияния температуры. Н. К. Щодро, как уже говорилось, обстоятельно исследовал фотопроводимость окрашенных пленок и растворов красок. С. И. Вавилов занимался сравнением выцветания на свету с выцветанием в темноте при нагревании. М. А. Леонтович изучал выцветание красок в жидких растворах. Г. А. Гамбурцев, как уже говорилось, выполнил исследование влияния кислорода на выцветание. Н. Т. Федоров проверил выполнимость закона Бунзена-Роско при выцветании пленок при крайне слабых световых потоках.

Т. К. Молодой и Э. В. Шпольский всесторонне изучили так называемую реакцию Эддера под действием как оптических областей спектра, так и лучей Рентгена. К этому списку следует добавить также некоторые незаконченные работы по выцветанию зрительного пурпура в связи с возможностью интерпретации первичного зрительного элементарного процесса как фотоэлектрического.

В качестве некоторой предварительной сводки основных фотохимических результатов, гипотез, методов и приложений должна рассматриваться книга П. П. Лазарева „Основы учения о химическом действии света“ [4], опубликованная в трех выпусках в 1919—1920 гг. в Петрограде. Книга писалась в первые годы революции, когда страна находилась в состоянии величайшего напряжения и полной перестройки социальных отношений, быта и, в частности, стиля и обихода научной работы. Эта нервная обстановка отразилась на книге П. П. Лазарева. Наряду с интересными замечаниями, предположениями и проектами, в книге немало пробелов, очень субъективных оценок, недомолвок и даже ошибок. Это необходимо иметь в виду при чтении этого интересного и важного в истории фотохимии обзора. Многие страницы книги Лазарева, несмотря на четверть века, протекших со времени ее составления, и громадное развитие фотохимии за это время, сохранили актуальность и на сегодняшний день. Особенно интересны страницы, посвященные биологическим применениям фотохимии.

Интервенция и гражданская война потребовали с первых же месяцев советской власти мобилизации науки на военные нужды. Была мобилизована и фотохимия. П. П. Лазаревым был широко и правильно поставлен вопрос о научных основах военной зрительной маскировки с точки зрения спектроскопической, фотохимической и биологической. Необходимость спектрофотометрического обследования маскировочных материалов, их фотохимической стойкости, поучительность изучения мимикрии в животном и растительном мире с точки зрения военной маскировки, — вот некоторые военные проблемы, выдвинутые П. П. Лазаревым в самом начале после Октябрьской революции. Под руководством Лазарева по всем этим вопросам велась большая работа, результаты которой передавались военным учреждениям. В частности, в связи с нуждами военной маскировки,

под наблюдением П. П. Лазарева, Н. П. Недопекиным был составлен большой атлас спектров поглощения водных растворов красителей, изданный Академией Наук [6]. Альбом этот до сих пор остается в мировой литературе наиболее полным справочником по спектрам поглощения красителей в видимой области.

Октябрьская революция выдвигала перед наукой много неотложных практических задач. В частности, по указаниям В. И. Ленина, П. П. Лазарев с большой энергией взялся за совсем новую для него задачу — исследование Курской магнитной аномалии. Как известно теперь, под руководством Лазарева задача была вполне решена, а решение это привело к экономическим результатам громадной важности. Новая деятельность на поприще геофизики, а вместе с тем неукротимое и основное стремление развивать биологическую физику, разумеется, оставляли мало времени у П. П. Лазарева для фотохимии. Практически эта область его работы, к сожалению, почти прекращается в начале двадцатых годов, если не говорить о некоторых работах сотрудников.

Фотохимические исследования Лазарева имели, бесспорно, большое значение для развития этой области, как физической дисциплины. Эта работа научила прежде всего всех будущих фотохимиков, как нужно производить фотохимические исследования с методической точки зрения. Со времени работы Лазарева измерения абсолютного фотохимического выхода в монохроматическом свете и нахождение зависимости выхода от длины волны становятся необходимым приемом всякой добротной фотохимической работы. Таковы последующие работы Варбурга, Боденштейна, Вейгерта и др. Основной вывод в работе Лазарева о постоянстве фотохимического выхода в пределах широкой полосы поглощения послужил, далее, первым экспериментальным подтверждением квантовой теории процесса. Наконец, именно эта работа дала прочную основу биологической фотохимии в явлениях фотосинтеза и сумеречного зрения.

Русской оптике посчастливилось в том, что многие основоположные исследования по физической оптике сделаны в России. К этой славной череде классических оптических работ относятся фотоэлектрические исследования А. Г. Столетова и А. Ф. Иоффе, опыты П. Н. Лебедева по световому давлению, измерения Д. С. Рождественского по аномальной дисперсии, выводы Т. П. Кравца о величине абсорбции, теория полного внутреннего отражения, развитая А. А. Эйхенвальдом, исследования Л. И. Мандельштама и Г. С. Ландсберга по молекулярному рассеянию света. В этот же почетный ряд, несомненно, должны быть поставлены и фотохимические работы П. П. Лазарева.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарев П. П., Выцветание пигментов в видимом спектре, ЖРФХО, серия физическая, 39, 236 (1907).
2. Лазарев П. П., Выцветание красок и пигментов в видимом спектре (Опыт изучения основных законов действия света), Изв. ниж. Моск. техн. учил., М. (1911).
3. Лазарев П. П., Современные успехи и ближайшие задачи фотохимии. Врем. О-ва им. Х. С. Леденцова, 1 (1914).
4. Лазарев П. П., Основы учения о химическом действии света. ч. I. Общая фотохимия, П. (1919), ч. II. Частная фотохимия (1920), ч. III. Приложения фотохимии (1920).
5. Гамбурцев Г., Зависимость скорости выцветания цианина от давления кислорода. Журн. прикл. физ., VI, 53 (1929).
6. Lasareff P. P. e. Nedopekin N. P., Atlas des spectres des substances colorantes 1-ère partie (1927).

М. П. ВОЛАРОВИЧ

РАБОТЫ АКАДЕМИКА П. П. ЛАЗАРЕВА В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ СТЕКЛА

С развитием индустрии в СССР после Октябрьской революции началась интенсивная механизация производственных процессов в стекольной промышленности, которая до революции была в России одной из самых отсталых отраслей техники. В связи со строительством ряда крупнейших механизированных стекольных заводов с непрерывно действующими ваннами печами и машинами Фурко для вытягивания оконного стекла, с машинами Линча для производства бутылок, в связи с механизацией и автоматизацией производства электроламп и т. д., возникла необходимость исследования физических и физико-химических свойств стекла. Знание этих свойств стекол должно было помочь регулировать и рационализировать технологические процессы варки и обработки стекла.

В связи с изложенным, акад. П. П. Лазаревым в середине двадцатых годов, в организованном после Октябрьской революции Институте силикатов НТУ ВСНХ, были поставлены работы по изучению физических свойств стекла: вязкости, коэффициентов расширения и т. д. Несмотря на обширную исследовательскую работу по биофизике и геофизике, которую П. П. с особой интенсивностью проводил в это время, он со свойственной ему энергией взялся за работу по изучению стекла. Самостоятельно и совместно с рядом сотрудников П. П. выполнил и опубликовал в данном направлении ряд работ, которые имеют большое практическое значение для стекольной промышленности. В то же время со свойственной ему широтой П. П. направил эти работы таким образом, что они представляют интерес в связи с развитием теории стекловидного состояния вещества.

Прежде всего П. П. обратил внимание на изучение вязкости расплавленного стекла, которая является весьма важной константой, определяющей процесс варки стекла. В то время в заграничной литературе было известно всего несколько работ по данному вопросу (Уошберна, Инглиша, Гельгофа и Ле-Шателье). П. П. Лазарев, проанализировав имеющиеся данные, показал [1], что формула второго логарифма, предложенная Ле-Шателье для выражения температурной зависимости вязкости стекла (вязкость стекла изменяется в процессе размягчения и расплавления в огромных пределах — в 10^{12} раз), должна быть дополнена, исходя из соображений размерности. Как показал П. П., видоизмененная формула Ле-Шателье хорошо удовлетворяет опытным данным по вязкости стекол и других высоковязких жидкостей — растворов сахара в глицерине и патоки [2]. Далее он уста-

новил [3], что той же формуле подчиняется температурная зависимость вязкости растворов желатины, изученных Дж. Лебом. Позднее вязкость и упругие свойства растворов желатины П. П. изучал в связи с биофизическими проблемами. Формулу второго логарифма Ле-Шателье — Лазарева с успехом применяли Б. В. Дерягин и М. М. Кусakov [4] для смазочных масел.

Рассматривая зависимость вязкости от температуры для стекол, П. П. Лазарев сопоставил [5] формулу Ле-Шателье с формулой А. И. Бачинского, связывающей, как известно, вязкость жидкостей и удельный объем. Заменяя с помощью уравнения состояния удельный объем в формуле А. И. Бачинского на температуру, П. П. показал, что совпадение формул получается лишь в некотором интервале температур, а затем наблюдается расхождение. Это естественно, так как формула А. И. Бачинского хорошо оправдывается для неассоциированных жидкостей, а формула Ле-Шателье — Лазарева для высоковязких ассоциированных жидкостей.

При постановке в своей лаборатории экспериментальных работ по вязкости расплавленного стекла, П. П. Лазарев, имея в виду многочисленные источники ошибок при опытах такого рода, считал необходимым [1] применить параллельно два различных метода: метод вращающегося цилиндра [6] и метод падающего шарика по Стоксу [7]. Только когда были получены для вязкости расплавленного стекла совпадающие данные двумя различными методами, П. П. считал возможным применять на практике полученные результаты.

П. П. не ограничился измерением вязкости расплавленного стекла при высоких температурах, что представляет интерес для процессов варки стекла, его осветления (удаление пузырьков) и выработки. По его предложению были осуществлены А. П. Заком [8] измерения вязкости стекла в интервале размягчения по методу растяжения стержня. Эти работы имеют практическое значение для регулировки отжига стекла и ряда других технологических процессов обработки стекла. Кроме того, эти исследования показали, что при вязкости около 10^{13} пуазов наблюдается перегиб на кривых $\lg \eta = f(t)$, в соответствии с теорией стекловидного состояния Таммана, согласно которой при вязкости порядка 10^{13} пуазов происходит переход от высоковязкой переохлажденной жидкости к твердому аморфному состоянию вещества.

П. П. уделял также большое внимание вопросу расширения стекла от температуры, так как с этим связаны отжиг стекла, теплостойкость его и т. д. По инициативе П. П. Лазарева, А. П. Зак [8] выполнил измерения коэффициентов расширения стекла от комнатных температур до начала интервала размягчения. При этом было показано, что температура перегиба на кривых расширения оказывается в соответствии с теорией стекловидного состояния вещества, очень близкой к таковой на кривых вязкости.

Ряд работ П. П. Лазарева посвящен изучению свойств закаленных стекол [9, 10, 11, 12]. Известно еще из опытов Брюстера, а также и работ Адамса и Вильямсона и других авторов по двойному лучепреломлению закаленных стекол, что с поверхности у таких стекол имеется зона сжатия, а в центральной части область растяжения. П. П. предположил, что и плотность закаленных стекол неодинакова вблизи от поверхности и в центральной части. Это было доказано им непосредственным определением плотности при постепенном шлифованием боковых граней закаленных стеклянных пластинок. При уменьшении путем шлифования объема закаленного стекла из буры на 50% его плотность понизилась на шесть единиц в третьем



знаке. Соответственно уменьшению плотности от поверхности к центру у закаленного стекла наблюдалось также и уменьшение его показателя преломления.

По предложению П. П. в Институте строительных материалов и стекла С. И. Иофе произвел исследование растворимости различных слоев закаленного стекла [13]. Пластика стекла из буры при постепенном сошлифовывании его граней (шлифование производилось в бензоле, обработка и хранение стекол из буры, во избежание их выветривания, всегда производились в бензоле) подвергалась растворению в воде по специально разработанной методике в течение определенного времени. Растворимость определялась по электропроводности получающихся растворов. В согласии с вышеописанными опытами по измерению плотности оказалось, что на поверхности у закаленных стекол растворимость больше, чем в центральной части. Кривые зависимости растворимости от глубины слоя для закаленного стекла из буры вначале резко возрастают, а затем стремятся к определенному пределу. Это соответствует высказанному ранее П. П. Лазаревым [14] предположению о том, что растворимость твердых тел связана с их твердостью. Твердость же у закаленных стекол, как известно, больше, чем у отожженных. Малая растворимость закаленных стекол является благоприятным фактором при эксплуатации водомерных стекол, стекол Клингера и т. д.

В связи со своими работами по фотохимии П. П. поставил ряд опытов по исследованию окрашенных стекол. Приготавливая путем плавления в платиновом тигле стекла из буры, из окрашенных медным купоросом, П. П. Лазарев и В. П. Лазарев [15] сравнивали их спектры поглощения, установленные с помощью спектрофотометра Кенига — Мартенса, со спектрами растворов медных солей. При этом было установлено, что спектры окрашенных стекол буры и растворов имеют различные полосы поглощения; следовательно, окраска стекол определяется не ионами меди, а комплексными соединениями атомов меди с молекулами буры. В этой же работе было показано, что закаленные и отожженные стекла буры, окрашенные медным купоросом, не обнаруживают различия в спектре поглощения.

П. П. Лазарев [16] обнаружил, что под влиянием лучей радия стекла из буры приобретают буро-фиолетовую окраску, которая с течением времени бледнеет, но остается заметной по прошествии нескольких месяцев. Изучая это явление, П. П. обнаружил, что γ -лучи не оказывают на стекло буры никакого воздействия. Что касается α - и β -лучей, то они вызывают окраску, но несколько различную. При одновременном действии α - и β -лучей получается более сильное поглощение в синей части спектра, чем при действии одних β -лучей. Наблюдая далее обесцвечивание стекол буры, с течением времени П. П. установил, что этот процесс протекает по закону бимолекулярной реакции.

Из числа других работ П. П. Лазарева, представляющих интерес для стеклотехники, следует еще отметить изучение им вопроса о наиболее выгодном освещении при техническом определении дефектов оконного стекла — пузырьков, свилей и т. д. Дефекты эти обнаруживаются вследствие того, что при яркости освещения J яркость лучей в области дефекта будет $J + \Delta J$ причем, ΔJ может быть или положительно или отрицательно. Рассматривая опыты Кента по определению отношения $\frac{\Delta J}{J}$, где J — яркость света, а ΔJ — минимальный ощутимый прирост яркости, П. П. нашел, что в интервале

8—200 миллиламбертов $\frac{\Delta J}{J}$ минимально и практически постоянно; он

указал, что при этом дефекты стекла могут быть точнее всего обнаружены глазом. Эта работа весьма характерна для выдающейся научно-практической деятельности П. П., так как она показывает, каким образом он свои глубокие знания в одной области науки — биофизике — применял к совершенно другой области — в стекольной промышленности.

Таким образом, среди многочисленных высокоценных работ П. П. Лазарева по биофизике, геофизике и фототехнике, его исследования физических и физико-химических процессов в стеклах также представляют большой вклад в развитие нашей отечественной науки.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарев П. П., Керамика и стекло, 3—4, 115 (1927).
2. Lasarev P., C. R., 183, 106 (1927).
3. Лазарев П. П., ДАН, стр. 37 (1928).
4. Дерягин Б. В. и Кусаков М. М., Нефт. хоз., 12, 55 (1934).
5. Лазарев П. П., ДАН, стр. 27 (1927).
6. Воларович М. П., Журн. прикл. физ., 5, № 3—4, 185 (1928).
7. Дерягин Б. В. и Хананов Я. М., Журн. прикл. физ., 5, № 3—4, 193 (1928).
8. Зак А. П., Тр. Ин-та строит. мат. и стекла, 29, 13 (1930).
9. Лазарев П. П., Журн. прикл. физ., 3, № 2, 124 (1926).
10. Лазарев П. П., Лиознянская и Иофе С. И., ДАН, стр. 85 (1927).
11. Лазарев П. П. и Лиознянская С. Г., Журн. прикл. физ., 6, № 1, 111 (1929).
12. Лазарев П. П. и Лиознянская С. Г., ДАН, стр. 107 (1929).
13. Иофе С. И., Тр. Ин-та строит. мат. и стекла, 29, 3 (1930).
14. Лазарев П. П., Изв. АН СССР, стр. 207 (1919).
15. Lasarev P. et Lasarev V., C. R., 185, 855 1927.
16. Лазарев П. П., Журн. прикл. физ., 5, № 3—4, 209 (1938).
17. Лазарев П. П. и Колесникова Н. И., ДАН, стр. 461 (1929).
18. Лазарев П. П., ДАН, стр. 91 (1927).

ХРОНИКА

ИЮЛЬСКАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК АКАДЕМИИ НАУК СССР

12—14 июля 1943 г. в г. Москве состоялась сессия Отделения физико-математических наук Академии Наук СССР, на которой были заслушаны следующие доклады:

1. А. И. Алиханов. Итоги высотной экспедиции на Алагез.
2. Я. И. Френкель. О происхождении мезонов и жестких космических лучей
3. С. А. Христианович. О волновом сопротивлении.
4. И. Г. Петровский. О зависимости решений дифференциальных уравнений от начальных условий.
5. Е. А. Коридалин. Опыт применения сейсмического метода к разведке некоторых нефтеносных структур Средней Азии.
6. Д. И. Шерман. О распространении упругих волн в жидком слое, лежащем на упругом твердом полупространстве.
7. А. Я. Орлов. О годовом движении полюса Земли.
8. В. В. Шулейкин. Влияние муссонов на движение полюса Земли.
9. А. А. Михайлов. Гравиметрический метод определения фигуры Земли.
10. М. Ф. Субботин. О состоянии службы широты в СССР.

Подписано к печати 3. XII. 1943 г. ПФ 19421 Объем 1 $\frac{1}{4}$ п. л. 17 $\frac{1}{2}$ уч.-изд. л.
Тираж 1300 экз. Заказ № 0434

Татполиграф, Казань, ул. Мисларского, 9

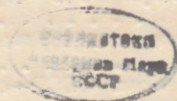


СОДЕРЖАНИЕ

От редакции	185
Т. П. Кравец. Творческий путь академика П. П. Лазарева	185
С. И. Вавилов. Фотохимические исследования академика П. П. Лазарева	193
М. П. Волярович. Работы академика П. П. Лазарева в области физики стекла	200

Хроника

Июльская сессия Отделения физико-математических наук Академии Наук СССР	204
---	-----



**ОТКРЫТА ПОДПИСКА
НА ЖУРНАЛЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР
на 1944 год**

№№ пп.	Наименование журналов	Колич. №№ в год	Подписная цена в год
1	Акта физико-химика	6	54
2	Астрономический журнал	6	36
3	Биохимия	6	48
4	Ботанический журнал	6	36
5	Вестник Академии Наук СССР	12	60
6	Доклады Академии Наук СССР на русск. яз.	36	90
7	Доклады Академии Наук СССР на иностр. яз.	36	90
8	Журнал Общей Биологии	6	48
9	Журнал Общей Химии	12	72
10	Джорнал оф физикс	6	36
11	Журнал Прикладной Химии	12	96
12	Журнал Технической Физики	12	72
13	Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики	12	96
14	Журнал физической химии	6	54
15	Записки Всероссийского минералогического общества	4	36
16	Зоологический журнал	6	48
17	Известия Академии Наук СССР—серия биоло- гическая	6	54
18	Известия Всесоюзного географического об- щества	6	48
19	Известия Академии Наук СССР—серия гео- графическая и геофизическая	6	48
20	Известия Академии Наук СССР—серия гео- логическая	6	48
21	Известия Академии Наук СССР—серия мате- матическая	6	36
22	Известия Академии Наук СССР—Отделение технических наук	12	96
23	Известия Академии Наук СССР—Отделение химических наук	6	48
24	Известия Академии Наук СССР—серия физи- ческая	6	48
25	Математический сборник	6	54
26	Микробиология	6	48
27	Прикладная математика и механика	6	48
28	Природа	6	36
29	Почвоведение	10	80
30	Советская ботаника	6	48
31	Наука и жизнь	12	36
32	Успехи химии	6	48
33	Успехи современной биологии	6	48

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ ГОДОВАЯ и ПОЛУГОДОВАЯ

Подписку и деньги направлять по адресу: Москва, Пушкинская, 23.
„АКАДЕМКНИГА“, расчетный счет № 150376 в Московской городской
конторе Госбанка.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ ТАКЖЕ ДОВЕРЕННЫМИ КОНТОРЫ
„АКАДЕМКНИГА“, всеми отделениями конторы „АКАДЕМКНИГА“:

Казань, ул. Баумана, 19; Свердловск, ул. Малышева, 58; Ташкент, ул.
Пушкинская, 31; Ленинград, ул. Володарского 53-а
и повсеместно на почте.