

Из истории естествознания

М. А. ОСТРОВСКИЙ, Н. Л. САКИНА, И. Б. ФЕДОРОВИЧ, В. М. ЧЕСНОВ

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ФИЗИОЛОГИИ ОРГАНОВ ЧУВСТВ В РОССИИ (XVIII в. – 1917 г.)

История формирования отечественной физиологии органов чувств (в современной терминологии «сенсорных систем») может быть рассмотрена на основании логической преемственности идей и основных открытий. Адекватная реконструкция этого процесса в России зависит как от учета общенаучных особенностей развития этой области знаний, так и множества объективных и субъективных обстоятельств.

Физиология органов чувств включает в себя ряд направлений. Формирование каждого из них находилось в зависимости не только от достижений общей физиологии, но и прогресса других естественных и технических наук. Особенно показательна в этом отношении физиология зрения. Среди исследователей зрения можно видеть физиологов, философов, физиков, медиков.

Российские ученые и врачи включились в общий процесс изучения органов чувств лишь в середине XVIII в., когда европейская наука уже достигла в этой области знаний определенных результатов. Поэтому, естественно, несмотря на самостоятельность и идейную независимость, российские исследователи находились в тесном контакте с европейскими физиологами, часто разделяя и развивая их взгляды.

В исследованиях российских врачей и физиологов органы чувств занимали далеко не главное место¹. Приоритет отдавался сердечно-сосудистой и нервной системам. К тому же изучение органов чувств (особенно зрения и слуха) требовало специальных методик и сложного оборудования.

Можно условно выделить *три* основных периода развития отечественной физиологии органов чувств.

Первый период охватывает XVIII и первую половину XIX вв. Его начало было связано с основанием в 1724 г. Российской академии наук. В составе Академии сразу же была утверждена кафедра анатомии и физиологии, которая сыграла ключевую роль в становлении и развитии физиологии, включая и физиологию сенсорных систем. Собственно говоря, хотя Академия наук в то время уже была, но науки как таковой в России еще не было.

В этот период в России начинается процесс формирования системы образовательных и научно-исследовательских центров, где физиология включалась

¹ Такое «второстепенное» положение отечественных исследований по физиологии сенсорных органов в рассматриваемый период весьма скромно отражено в историко-научной литературе [1; 2] на фоне многочисленных работ по магистральным направлениям российской физиологии [3–8].

в курс преподавания. Главным образом это касалось Московского университета (1755 г.) и Петербургской медико-хирургической академии (1798 г.).

Второй период (60–80-е гг. XIX в.) определяется временем глубоких реформ экономических и общественно-политических отношений в России. Он повлек за собой в том числе и перестройку в научных исследованиях. В это время в России укрепляется эволюционный подход к физиологии. К концу этого периода отечественная физиология органов чувств начинает обретать черты самостоятельного научного направления.

Третий период (конец XIX в.–1917 г.) характеризуется все нарастающим развитием этой области знания, прямо связанного с прогрессом физиологических наук в целом. В это время получил развитие павловский метод условных рефлексов, появились новые морфологические, психофизиологические, электрофизиологические и биофизические подходы. К научно-организационным новациям этого периода следует отнести возникновение научно-исследовательских лабораторий, в том числе специализировавшихся на изучении физиологии органов чувств.

Первый период: XVIII – первая половина XIX вв.

Первые документальные свидетельства изучения физиологии органов чувств в России относятся к середине XVIII в. Они связаны с работами одного из первых русских академиков — М. В. Ломоносова.

Обозначим ориентиры, которые определяли в этот период характер развития физиологии органов чувств в Европе. Важную роль в этом процессе сыграли новые мировоззренческие принципы, формировавшиеся у естествоиспытателей под влиянием основных философских течений. В XVIII в. на смену метафизическому, механистическому мышлению пришел материализм, оказавший огромное влияние на прогресс всех естественных наук, в том числе физиологии².

При этом ведущее место принадлежало физиологии зрения. Предпосылками для становления физиологической оптики и физиологии зрения стали блестящие работы И. Ньютона. Его научный авторитет был столь велик, что вся оптика, в том числе и физиологическая оптика XVIII столетия, формировалась исходя из корпускулярных представлений о природе света³, систематизированных Ньютоном в 1704 г. в «Лекциях по оптике» [9]. В этом сочинении Ньютон последовательно развивал мысль об аналогии между цветом и звуком как физическими феноменами. На основании этой гипотезы он ошибочно сопоставил семь тонов звуковой гаммы с семью цветами радуги. Такая аналогия привела

² Выдающуюся роль в развитии физиологии сыграла, в частности, выдвинутая Декартом фундаментальная идея о том, что в основе поведения животных и человека лежали автоматические рефлекторные действия, которые позже, во второй половине XIX в., получили название рефлексов. Весьма примечательно, что исходным пунктом в формировании этих автоматических действий Декарт считал сигналы, получаемые от глаз и других органов чувств.

³ Напомним, что в те годы уже существовала концепция волновой природы света, развитая и обоснованная Г. Гюйгенсом в течение 1678–1690-х гг.

Ньютона к предположению о существовании семи основных цветов: красного, оранжевого, желтого, зеленого, синего, индиго и фиолетового⁴.

В России основную роль в изучении зрения сыграл М. В. Ломоносов. Речь идет о его сочинении «Слово о происхождении света...». Содержание трактата было впервые изложено автором 1 июля 1756 г. на Публичном собрании Академии наук [10, с. 317–344]. Уже в начале 1757 г. «Слово...» было издано Академией наук на русском и латинском языках. В 1758–1759 гг. подробные рефераты этого сочинения появились в ведущих немецких и английских периодических изданиях. О научных положениях, развиваемых Ломоносовым, знал Т. Юнг — врач, физик-оптик, один из создателей волновой теории света. Юнг писал о трехцветной теории зрения, причем в «Курсе лекций по натуральной философии» ссылаясь на исследования Ломоносова [11].

Ломоносов излагал в «Слове...» свои «оптические» воззрения. Рассматривая три физические теории света, он связывал их с тремя вероятными типами движения в эфире: с «текущим», «зыблющимся» (колебательным) и с «коловратным» (вращательным). Будучи в курсе достижений европейской науки, Ломоносов отмечал совпадение теории «текущего» движения с корпускулярной теорией Ньютона, «зыблющегося» — с теорией Гюйгенса, третий же вид — «коловратное» движение — отстаивался самим Ломоносовым. «Где справедливые логические заключения? Где ненарушенные движения законы?» — задавал Ломоносов риторические вопросы Ньютону (цит. по [12, с. 74.]). Ломоносов полагал, что белый цвет, вопреки Ньютону, представляет собой смешение не семи, а трех основных цветов: красного, желтого и голубого.

Из знакомства со «Словом...» видно, что стремление Ломоносова построить «трехцветную теорию» зрения объяснялось его предвзятой идеей о трех химических элементах («первичных материях»). Для получения трех основных цветов Ломоносов разработал некий механистический принцип — «совмещения частиц». Этот принцип, по мысли Ломоносова, лежит в основе работы всех органов чувств.

Он так объяснял формирование трёх основных цветов: «Три рода эфирных частиц имеют совмещение с тремя рядами действующих первоначально частиц, чувствительные тела составляющих, а именно: первой величины с соляною, второй величины со ртутною, третьей величины с серной или горячей первоначально материею; а с чистою землёю, с водою и воздухом совмещение всех тупо, слабо и несовершенно. Наконец, нахожу, что от первого рода эфира происходит цвет красный, от второго рода — жёлтый, от третьего — голубой. Прочие цвета рождаются от совмещения первых» [10, с. 332]. Исходя из этой «системы», Ломоносов попытался рассмотреть и процесс возникновения различных цветов в сознании человека [10, с. 332–333].

Анализируя оптическую теорию Ломоносова в целом, как, впрочем, и другие оптические теории учёных того времени (Ньютона, Гюйгенса, Эйлера), С. И. Вавилов тем не менее считал, что «в историческом аспекте нельзя не оце-

⁴ Отметим, что гипотеза о существовании семи основных цветов уже в том же XVIII в. оспаривалась М. В. Ломоносовым, Т. Юнгом и В. Гете.

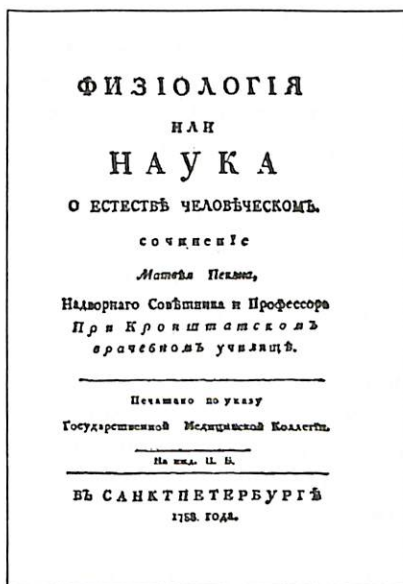
нить ее остроумия, глубокой оригинальности, а главное — и интуитивного угадывания связи между светом и веществом» [12, с. 76].

В воззрениях Ломоносова большой интерес представляла попытка объяснить именно ощущение цвета, т.е. физиологическую, а не физическую сторону вопроса. Он развивал идею о существовании трёх нервных аппаратов на «дне ока» — сетчатке глаза, каждый из которых обладал свойством реагировать на один из трёх родов эфира, ответственных за три основных цвета. Эта плодотворная мысль нашла отражение в работах Т. Юнга, который был знаком с трудами Ломоносова. В дальнейшем она развивалась Г. Гельмгольцем, хотя он и не ссылаясь на Ломоносова.

Как уже отмечалось, в XVIII — первой половине XIX вв. в ряде учебных заведений был введен курс физиологии, включавший и физиологию органов чувств, который стал приобретать самостоятельность. К его преподаванию начали привлекаться специалисты в этой области, появились первые учебные пособия. Выразителем этих новаций стал М. Х. Пекен. Будучи профессором медицины, он вел курс физиологии вначале в Кронштадте, а затем в Московском врачебном училище. В 1788 г. Пекен издал первое руководство по физиологии органов чувств на русском языке. Знакомство с этим пособием свидетельствует о том, что Пекен был в курсе основных достижений европейской физиологии и что сам он глубоко интересовался структурой и функцией органов чувств, которые автор называл «душевыми действиями животных» [13].

Наиболее подробно излагались автором анатомия и физиология слуха и зрения. Рассматривая строение глаза, Пекен подчеркивал, что он сооружен таким образом, что «удобен ко приятию света и способен к зрению» [13, с. 135]. В оптической части, касающейся цветового зрения, Пекен отдавал предпочтение теории Ньютона. Он также отмечал существование семи простых и основных цветов, на которые разделялся свет, пропущенный «сквозь треугольный стеклянный брусок». Эти семь цветов, как считал Пекен, смешиваясь, обращались в белый цвет. Все же другие цвета происходили от «различного их между собой смешения». Однако, стараясь быть объективным, Пекен пишет: «Впрочем, еще не совершенно утверждено число первородных цветов, и все ли прочие цветы происходят из оных, или только из красного, желтого и голубого цвета» [13, с. 137].

«Глаза человеческие, — по мнению Пекена, — так сооружены и устроены, что могут светлые лучи принимать, соединять в одну точку и изображения вещей представлять на плеве сетки подобной превратным положением» [13, с. 137]. При этом лучи от видимого предмета проходят «сквозь воздух в ровную плеву, которая гуще того», затем «сквозь водяную влагу и зеницу,



в кристалловидную чечевицу, в которой, преломившись еще больше, сближаются. В стеклянной влаге лучи, мало переменившись, достигают, наконец, до плевы сетке подобной, где представляют превратно изображение зримаго предмета, и вид оного во внутренности глаза впечатлевают... Впечатление зримаго предмета в сетообразной плеве, сообщается зрительными жилами душе, которая сие чувствует и понимает» [13, с. 138]. Удивительно, как четко при этом проводил Пекен грань в изучении органов слуха и зрения: с одной стороны, как тонко устроенных «физических приборов», а с другой — как «орудиев чувствиев» слуха и зрения. Особенно показательно, что такое разделение было выполнено автором в отношении самих понятий «зрения» и «физиологической оптики», а также при определении задач, стоящих перед ними. «Ощущение или чувство, которое таким образом тела нас окружающие в нас производят, — писал он, — называется зрением (*visus*). Правила же, коим все вещи видим и понимаем, и к оным касающиеся перемены и явления касательно величины, движения, сложения расстояния и прочих свойств видимого предмета исследует оптика, особливая наука, которая в рассуждении, проистекающей от нее великой пользы, весьма обширна» [13, с. 139].

В первой половине XIX в. определились два методологических подхода к развитию физиологии. С одной стороны, в самом начале XIX в. два французских врача — экспериментаторы и физиологи Ф. Мажанди (1783–1855) и К. Биша (1771–1802) — заложили традиции экспериментального изучения функций отдельных органов на основе достижений физики и химии. С другой стороны, в это же время расцветала немецкая натурфилософия, приверженцы которой напротив недооценивали опытный метод исследования.

Сложившаяся ситуация оказала влияние на формирование противоречивой мировоззренческой позиции, которую занимали многие естествоиспытатели, в том числе и физиологи. Знаковой фигурой в этом отношении был И. Мюллер.

Совокупность этих неоднозначных взглядов оформилась в «мюллеровский» закон специфических энергий органов чувств, изложенный им в работе, опубликованной в 1826 г. [14]. «Сущности внешних вещей... мы не знаем, — писал он, — мы знаем только сущность наших чувств» [14, с. 50].

В отечественных, ещё весьма немногочисленных, работах по физиологии органов чувств присутствовала в основном французская традиция развития экспериментальных исследований.

В России первые систематические исследования физиологических процессов в органах чувств проводил Е. О. Мухин — известный врач и физиолог, профессор Медико-хирургической академии, а затем руководитель кафедры анатомии, физиологии и судебной медицины Московского университета (1813 г.). Мухин в течение нескольких лет изучал действие различных «возбудителей» на функционирование органов зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания. Он сумел выявить, какие возбудители и в какой степени влияли на органы чувств. Мухин обосновал и развил особое учение о стимулах, названное им «кентрологией». Ему удалось установить опытным путем действие различных «возбудителей» на нервную систему, а также закономерности их восприятия сенсорными системами. Результаты этих работ Мухин обобщил в докторской диссертации.

*Ефрем Осипович Мухин (1756–1850)**Даниил (Данило) Михайлович Велланский
(Кавунник) (1774–1847)*

ции «О стимулах, действующих на живое человеческое тело», опубликованной в 1804 г. В дальнейшем Мухин продолжал экспериментальное изучение влияния стимулов различной интенсивности (температуры, света, электричества и др.) на формирование самих ощущений. Результаты он изложил в речи, произнесенной в 1817 г. на торжественном Годичном собрании Московского университета. В этом же году речь была опубликована отдельным изданием на латинском языке⁵. В этой работе организм рассматривался как целостное образование, связь которого с внешним миром осуществлялась с помощью органов чувств. Наиболее точные представления об окружающей среде мы получаем, по мнению Мухина, посредством зрения. Тем не менее, как отмечал он далее, человек обладает способностью заменять до некоторой степени работу одних органов чувств деятельностью других, так, у слепых зрение в какой-то мере «заменяется» осязанием [15, с. 240]. Мухин весьма детально изучал влияние симметричного расположения органов зрения и слуха на формирование соответствующих ощущений. «При нарушении этого согласованного состояния органов чувств, — писал Мухин, — впечатление в них делается неправильным, .. ясным свидетельством чего является диплодия и двойное осязание» [15, с. 244]. По мысли Мухина, органы чувств не только формировали инстинктивное отношение к окружающему миру, но и служили основой для развития сознательной деятельности человека.

Для понимания той интеллектуальной атмосферы, в которой работали отечественные приверженцы эксперимента, напомним, что кафедру физиологии Петербургской медико-хирургической академии занимал Д. М. Велланский (Кавунник), исповедовавший натурфилософские принципы. Его преданность

⁵ До середины XIX в. эта публикация представляла библиографическую редкость. Ее русский перевод и издание были осуществлены только в 1959 г. [15].

умозрительной шеллингианской философии выражалась в пренебрежительной оценке опыта как метода познания. Свой агностицизм он «проповедовал» и в руководстве по физиологии [16], и в лекционном курсе. На этом фоне примечательным является факт проведения преподавателем астрономии Казанского университета И. М. Симоновым экспериментального исследования механизма аккомодации глаза.

Появление такой работы в начале XIX в. именно в Казанском университете не было случайным. В стенах этого сравнительно недавно созданного учебно-исследовательского центра (1804) интенсивно развивалось экспериментальное направление во многих естественных науках. Для объяснения такого сложного феномена, как аккомодация зрения, Симонов использовал математические расчеты. Ему удалось показать, что при аккомодации глаз не должен менять свою форму. Аргументы Симонова противоречили мнению многих специалистов, полагавших, что для четкости изображения на сетчатке глазное яблоко должно было изменять форму либо за счет его сжатия прямыми и косыми мышцами, либо путем сокращения хрусталика. На работу Симонова обратил внимание Ф. Мажанди, который опубликовал ее в своем «Журнале экспериментальной физиологии и патологии» [17]. Заметим, что это была первая российская публикация в зарубежном журнале. Вывод Симонова, «что вовсе нет необходимости предполагать перемещение хрусталика и что ясность видения объектов, расположенных от 250 мм до бесконечности, зависит только от видимых диаметров и прозрачности воздуха» [17, с. 263], был даже включен Мажанди в его классическое пособие по физиологии [18, с. 76].

Второй период: 60–80-е гг. XIX в.

Изменения политического, экономического и культурного уклада России в 1860–1880-е гг. коснулись и физиологии. Стали бурно развиваться все области физиологии, возникать специализированные лаборатории, внедряться физико-химические методы исследования.

Менялся и статус физиологов. Многие из них, начиная свой творческий путь учениками европейских знаменитостей, таких, как К. Людвиг, Г. Гельмгольц, К. Бернар, создавали собственные научные школы. Приближалось время, когда русская физиологическая мысль — сеченовская, павловская — начала вдохновлять западных ученых и открывать новые пути познания.

Среди европейских ученых прежде всего обращает на себя внимание Г. Гельмгольц [19; 20], работы которого служили ориентиром в развитии физиологии зрения и слуха.

Примерно в то же время Ф. Болль [21] и В. Кюне [22] открыли в зрительных клетках сетчатки глаза розовый пигмент, названный сначала «зрительным веществом», затем «зрительным пурпуром», а значительно позже — родопсином. Это открытие положило начало исследованиям фотохимических процессов зрения.

В России также начались исследования, как бы мы теперь сказали, первичных механизмов зрения, или фоторецепции. В этом отношении заслуживают

внимания работы врача и физиолога М. М. Воинова. Фактически он одним из первых сформулировал «двойственную теорию» зрения, связывающую палочки и колбочки соответственно с ахроматическим и хроматическим зрением [23].

В работах «По поводу теории цветовых ощущений» [24] и особенно «К физиологии и аномалиям цветовых ощущений» [25] Воинов представил и аргументировал свои рассуждения относительно свойств теории зрения. Он сформулировал три основных положения, отличающих его теорию от представлений Юнга и Гельмгольца.

Первое — в сетчатке признавалось присутствие не только цвето-, но и светоощущающих элементов, причем последними была снабжена периферия сетчатки (что совершенно справедливо).

Второе — вместо трёх основных ощущений и соответственно числа цветоощущающих элементов рассматривались четыре (что не выдержало проверку временем).

Третье — указывалось на различное распределение этих элементов в отдельных районах сетчатки (что также справедливо).

Вот что писал сам Воинов и что во многом звучит вполне современно: «За присутствие светоощущающих и цветоощущающих элементов говорит, во-первых, то обстоятельство, что мы различаем в сетчатке палочки и колбочки как элементы, признаваемые большинством за ощущающие; во-вторых, что есть животные дневные, у которых более развита способность к цветовым ощущениям и сетчатки которых снабжены более колбочками, и ночные, где колбочек очень мало, а много палочек и где признается существование лишь световых ощущений» [25, с. 36]. Кроме того, он считал, что на периферии сетчатки, где нет цветовых ощущений, лежат лишь палочки, а колбочки сосредоточены в центре, где цветовые ощущения наиболее развиты. Однако световые ощущения возможны и при отсутствии светоощущающих элементов. Вероятно, это происходит благодаря равномерности раздражения цветоощущающих элементов. Развивая эту идею, Воинов писал, что на периферии сетчатки имеются только светоощущающие элементы, и раздражения, как от механических раздражителей (фосфены), так и от однородных и смешанных цветных лучей, вызывают лишь световые ощущения. Далее Воинов отмечал, «что светоощущающие элементы есть в других районах сетчатки, помимо периферии, за то могут говорить лишь те патологические случаи полной неспособности цветоразличения (Achromatopsia), при которой острота зрения у больных хороша или относительно хороша, но они не различают никакого цвета... На периферии сетчатки, при прочих равных условиях, наиболее яркие, сильные ощущения получаются при действии зеленого или желтого цвета, это обстоятельство я ставлю в зависимость не от того, чтобы здесь были особые элементы — цветоощущающие, а просто от того, что названные лучи сильнее раздражают светоощущающие элементы. Уже одного анатомического распределения элементов в сетчатке достаточно, чтобы принять разницу в функции между центром и периферией и не объяснять получаемые здесь результаты условиями другого освещения, как это делает Landolt» [25, с. 36–37].

Новый этап развития отечественной физиологии органов чувств связан прежде всего с именем И. М. Сеченова. В его, по существу, первой отечественной физиологической научной школе «состояли» и исследователи физиологии органов чувств. Сеченов стремился понять процесс чувственного восприятия, пытался перенести «психологические явления со стороны способа их совершения на физиологическую почву» [26, с. 184].

Известны две работы Сеченова, относящиеся собственно к физиологии зрения. Первая относится ко времени его стажировки в Гейдельберге у Г. Гельмгольца в 1859 г. Изучая влияние ультрафиолетового излучения на прозрачные среды глаза, он обнаружил голубую флюоресценцию хрусталика в ультрафиолетовых лучах [27]. В настоящее время исследование флюоресценции белков хрусталика — кристаллинов — занимает важное место в физико-химическом изучении этих белков в норме и при карактогенезе. Вторая работа, относящаяся к периоду «профессорствования» в Медико-хирургической академии (1864)⁶, была посвящена изучению фасеточного глаза стрекозы. Здесь Сеченов проявил себя как увлеченный естествоиспытатель и тонкий экспериментатор. Ему удалось, в частности, установить «...до какой степени изменяются сопряженные фокусные длины корниальных фасеток со значительными изменениями расстояний от предметов до глаза, да еще абсолютную неизменяемость кривизны всей поверхности сложного глаза при электрическом раздражении» [28, с. 203–204].

В физиологической лаборатории Сеченова в 1861–1862 гг. к экспериментальному изучению органов чувств были привлечены студентки-вольнослушательницы Медико-хирургической академии Н. П. Суслова и М. А. Бокова. Темы их исследований отражали научные интересы Сеченова. В то время он исследовал влияние электрических стимулов на нервное возбуждение. Поэтому Сусловой предложили изучить воздействие электрических раздражений кожи на осязание [29; 30]. Боковой в 1862 г поручили исследование различий в цветовом восприятии людей, утративших временно чувствительность к каким-либо основным цветам (зеленому и красному) [31], что также привлекало внимание Сеченова. Она показала [32], что в результате длительного ношения очков с красными и зелеными стеклами у испытуемых вырабатываются «цветоаномалии»⁷.

Начиная с 1863 г. Сеченов опубликовал ряд фундаментальных работ [33; 34; 28], в которых развивалась его концепция о центральных механизмах деятельности сенсорных систем. В ее основе лежал принцип неразрывности в деятельности сенсорных и мышечных аппаратов. Особое внимание Сеченов уделял анализу физиологической сущности открытого им «темного, мутного, тягучего мышечного чувства». Причем если в «Рефлексах головного мозга» [33] Сеченов

⁶ Этот период творческой жизни И. М. Сеченова (1860–1870) был наиболее плодотворным. Тогда же сформировался основной костяк его научной школы. Многие из его учеников и последователей также занимались проблемами сенсорной физиологии.

⁷ По всей вероятности, в таком аспекте изучением зрительных ощущений интересовался и Гельмгольц. Во всяком случае, он был в курсе исследований Боковой, о чем Сеченов сообщал ей из-за границы в начале 1863 г.: «Я знаю из верных источников, что опытами с красными и зелеными очками остался доволен сам Гельмгольц» (цит. по [1, с. 86]).

еще только указывал на этот вид мышечной чувствительности, то в работе «Физиология нервной системы» [34], он уже четко определил физиологическое значение мышечного чувства. Он утверждал, что оно «вместе с кожными и зрительными ощущениями служит, как говорится, главнейшими руководителями сознания в деле координации движений» [34, с. 548]. К такому выводу Сеченов пришел в результате клинических исследований, которые он проводил совместно со своим единомышленником и другом С. П. Боткиным над больными атаксией.

Известный физиолог В. Н. Черниговский, анализируя эволюцию представлений Сеченова об открытом им мышечном чувстве, писал, что «и в рассуждениях о деятельности органов чувств — зрения, слуха — он постоянно обращался к роли мышечного чувства, что придает всем его рассуждениям совершенно особый колорит» [2, с. 270].

В результате анализа сенсомоторных физиологических процессов постепенно формировались представления Сеченова о взаимодействии органов чувств друг с другом и с мышечными ощущениями [35; 28].

Дальнейшее развитие физиологии сенсорных систем Сеченов видел прежде всего в изучении рефлекторных реакций на адекватную стимуляцию как «чувствующих поверхностей тела», так и собственно органов чувств.

С этой точки зрения особого внимания заслуживают исследования ученика Сеченова И. Р. Тарханова. В 1880-е гг. работая на кафедре физиологии и в физиологической лаборатории Военно-медицинской академии⁸, Тарханов разработал уникальный метод объективной оценки деятельности органов чувств: он связал изучение электрических (гальванических) явлений, возникающих в коже человека, с различными формами психической деятельности испытуемого [36]. Обсуждая полученные результаты, Тарханов писал: «Таким образом, изучение кожных токов при помощи чувствительного гальванометра указывает нам на важный факт участия кожных желез во всех почти актах нервной или психической деятельности человека» [36, с. 47].

Упомянем также об одном замечательном исследовании В. В. Пашутина, ближайшего ученика Сеченова, который впоследствии стал известным патофизиологом и создателем большой научной школы. В конце 1860-х — начале 1870-х гг. он изучал особенности строения органов обоняния лягушек,



Илья Михайлович Сеченов (1829–1905)

⁸ Напомним, что И. Р. Тарханов с 1877 по 1895 гг. возглавлял и кафедру, и лабораторию Военно-медицинской академии.



*Виктор Васильевич Пашутин
(1845–1901)*

а именно иннервацию обонятельных клеток. Ему удалось установить факт «перерождения» центральных отростков обонятельных клеток в отдельные пучки, которые принимали характер сенсорных нейронов. В дальнейшем, на основании этого открытия, обонятельные рецепторы были классифицированы как первично-чувствующие рецепторные образования.

Прослеживая формирование Сеченовым подходов к исследованиям в области сенсорной физиологии, обратимся к его работе «Физиологические очерки» [28]. Здесь Сеченов продемонстрировал блестящее знание морфологии и физиологии органов чувств в сочетании с анализом центральных механизмов восприятия. Он подробно описал оптические механизмы формирования четкого изображе-

ния предмета на сетчатке, физиологические механизмы цветового и пространственного зрения, пытаясь связать их с центральными механизмами регуляции.

В «Физиологических очерках» Сеченов также изложил оригинальное толкование осязания как чувства, сообразного зрению: «Органом осязания, соответствующим подвижным во всех направлениях глазам, служат человеку подвижные во всех тех же направлениях... руки. Осязающую поверхность, эквивалентную сетчаткам, представляют в них ладони ручных кистей; а вся рука с ее подвижностью во всех сочленениях, служит аппаратом, перемещающим осязательную поверхность ладони в пространстве и играющим... часто ту же роль в актах пространственного осязания, что зрительные оси глаз» [28, с. 611].

Оценивая роль, которую сыграл Сеченов в развитии отечественной физиологии органов чувств, следует остановиться на его просветительской деятельности. Только в течение 1865–1866 гг. он прочитал в Медико-хирургической академии девять публичных лекций по этой тематике. По отзывам современников, особенно содержательными были лекции «Об органах слуха» и «Об органах зрения и осязания». Большой интерес вызвал цикл лекций, прочитанный Сеченовым в 1877 г. в Петербургском университете под общим названием «Об элементах зрительного мышления», содержание которых было им переработано в монографию «Элементы мысли», увидевшую свет в 1878 г.

В конце 1860-х — начале 1870-х гг. благодаря деятельности двух талантливых физиологов Н. И. Бакста (1843–1904) и И. Ф. Циона (1842–1912)⁹ в Петер-

⁹ Оба исследователя прошли в 60-е гг. стажировку в известных европейских физиологических лабораториях, где приобрели блестящие экспериментальные навыки. Бакст, работая в лаборатории Гельмгольца, впервые установил скорость проведения возбуждения в нервах человека. Цион, проводя исследования у К. Людвига, открыл при его участии центrostремительный нерв-депрессор [37].

бургском университете развернулась активная преподавательская и исследовательская деятельность в области физиологии органов чувств, главным образом зрения и слуха. Если деятельность Бакста была сконцентрирована на проблемах сенсорной физиологии, то интересы Циона были гораздо шире.

Основная заслуга Бакста состояла в том, что он первым (с 1867 г. по 1899 г.) начал читать самостоятельный университетский курс по физиологии органов чувств и создал первое в России фундаментальное пособие по этому предмету, большая часть которого отведена физиологии зрения [38]. Бакст изложил физиологию органов чувств в соответствии с концепциями Гельмгольца и отчасти Мюллера. Автор приводил и результаты собственных экспериментов.

Описываясь, например, как, используя изобретенный Гельмгольцем тахистоскоп¹⁰, можно определить время, в течение которого «возбуждения оболочки (сетчатки) вырабатываются в сознании в представления о видимых предметах» [38, с. 172]. Применяя парные, последовательно действующие на сетчатку световые «возбуждения», Бакст сумел найти оптимальный временной интервал, в течение которого действие второго (последующего) раздражителя мешает образованию представления о первом раздражителе. Из этого эксперимента был сделан вывод о том, что «сознание вырабатывает лишь по частям свои представления об объектах, действующих на сетчатую оболочку глаза» [38, с. 173].

Что касается Циона, то большой интерес к физиологии зрения он проявил, работая еще в начале 1860-х гг. в Германии у К. Людвига. В Лейпцигском университете под руководством профессора Дж. Стефана он провел экспериментальное изучение особенностей преломления света в стекловидном теле и камерной влаге глаза млекопитающих.

В дальнейшем Цион был увлечен саморегуляцией физиологических процессов. Одним из подходов к этой проблеме он видел в изучении рефлексов, возникающих в результате раздражения внутренних органов. Так в докторской диссертации [39] он высказал предположение о том, что в рецепторах некоторых внутренних органов (печени, гениталий и других) могли иницироваться рефлекторные импульсы, передающиеся дальше на опорные и двигательные мышцы. Здесь же Цион сделал важное предположение о том, что одной из функций полукружных каналов могло бы быть их участие в регуляции положения организма в пространстве. Позднее он развил и подтвердил это предположение.



Илья Фаддеевич Цион (1842–1912)

В 1873–1874 гг. Цион опубликовал фундаментальный «Курс физиологии», представлявший, по мнению самого автора, «первое оригинальное

¹⁰ Автор приводил подробное описание прибора [38, с. 164].

руководство на русском языке» [40, т. 1, с. VI]. В этой работе проводилась идея о том, что физиология XIX в. связана главным образом с качественными усовершенствованиями методов исследования. «Вместо синтетического, — писал Цион, — по которому физиология следовала до тех пор, она обратилась к аналитическому методу, единственному, который вначале действительно может сослужить для развития положительной науки» [40, т. 1, с. 9]. Автор заключал: «Анализ, следовательно, составляет главный и самый могущественный метод, которым физиология пользуется при изучении биологических законов» [40, т. 1, с. 10]. Весьма подробно в «Курсе физиологии» рассматривалась физиология зрения. В частности, в отношении теории цветового зрения Цион безоговорочно поддерживал «теорию ощущения цветов» Юнга — Гельмгольца.

Цион, как и большинство исследователей того времени, придерживался взглядов И. Канта и И. Мюллера на трактовку связи между свойствами внешних предметов и ощущениями, которые они вызывают. «Ощущения, — писал он, — получаемые нами от внешних предметов, зависят, прежде всего, от действительности свойств самих предметов; представления же, которые мы об этих предметах создаём, обуславливаются уже известными качествами нашего духа» [40, т. 2, с. 111].

В «Курсе физиологии» большой раздел посвящен проблеме взаимодействия сенсорных систем. Рассматривалась, к примеру, роль органов осязания в объективной оценке зрительных ощущений. Цион указывал также на связь вестибулярного аппарата с органами дыхания, кровообращения и движения.

В начале 1870-х гг. Цион заинтересовался опытами известного французского физиолога П. Флуранса [41] по изучению взаимосвязи функций полукружных каналов голубей с их способностью сохранения равновесия в пространстве. Начав в 1872 г. эксперименты по изучению функций полукружных каналов, Цион привлек к этим исследованиям военного врача Я. Солуху. Солуха изучал поведение собак, голубей и лягушек в течение нескольких дней после перерезания у них различных полукружных каналов. Полученные данные позволили Солухе заключить, что сохранение животными равновесия зависело от возможности иметь адекватное представление о положении своей головы. Эту функцию, как выяснилось, выполняли полукружные каналы. Причем каждый из этих каналов имел точное, определенное отношение «к одному из трех протяжений» [42, с. 71]. Основываясь на данных Солухи и результатах собственных опытов, Цион развил важнейшее представление о весьма тесной связи кохлеарного и вестибулярного аппаратов.

Большой интерес к проблемам сенсорной физиологии проявлял выдающийся физиолог XIX в., основатель известной научной школы при Казанском университете Н. О. Ковалевский (1840–1891)¹¹. Главным образом его занимали механизмы чувственной иннервации. Речь в основном шла об иннервации расширения зрачка. Итоги работы были опубликованы автором в середине 1880-х гг. на русском и французском языках [43; 44].

¹¹ Многосторонняя научная и научно-организационная деятельность Н. О. Ковалевского рассмотрена в обстоятельной монографии Н. А. Григорьян [5].

Ковалевский пришел к выводу, что автономный центр расширения зрачка, способный рефлекторно возбуждаться, расположен в мозгу. Из этого центра и шли возбуждающие волокна.

Спинномозговые пути, по Ковалевскому, находились «в боковых столбах; причем в каждой столбе заключаются возбудители для обеих сторон» [43, с. 60]. «Боковые столбы, — отмечал он, — являются главными путями для проведения чувствительных возбуждений из седалищных нервов к черепному центру расширителей зрачка» [43, с. 60]. Он установил, что помимо уже известных чувствительных нервов, которые вызывали рефлекторное расширение зрачка, эти функции выполняли и блуждающий, подъязычный и нижнеглазничные нервы. Ковалевский также показал, что черепной центр расширителей зрачка, помимо рефлекторного, обладал способностью к прямому возбуждению в случае уменьшения притока артериальной крови к мозгу, а также при диспноэ. Кроме того, он выявил определенное соответствие в степени появления реакций всего глазного комплекса (зрачка, третьего века и глазной щели) при возбуждении и параличе. Это свойство выражалось в одновременном усилении раздражения расширителей зрачка и ослаблении иннервации третьего века.



*Николай Осипович Ковалевский
(1840–1891)*

В общественной деятельности Ковалевского, как и его коллег-единомышленников, придерживавшихся демократических принципов, значительное место занимало распространение естественно-научных знаний среди широких слоев интеллигенции.

В 1870-е гг. Ковалевский прочел в Казани несколько популярных лекций, одна из которых была посвящена органам чувств человека [45]. В этой лекции развивались мысли Сеченова о значении «мышечного чувства» как основного проводника «чувственного возбуждения к нервным центрам». Он подчеркивал, что мышечные ощущения должны составлять внутреннее осознание организма. Следуя идее нервизма, Ковалевский акцентировал внимание на том, что каждый из органов чувств вносил ощущение «в наше сознание, составляя материал для мысли» [45, с. 20].

Работы и идеи Ковалевского в области рефлекторных механизмов, лежащих в основе приспособления организма к среде и вырабатываемых в ходе жизненного опыта, в дальнейшем нашли своё отражение в учении И. П. Павлова о высшей нервной деятельности.

Третий период: конец XIX в. – 1917 г.

Стимулом для развития физиологии сенсорных систем стал метод И. П. Павлова об условных рефлексах. Построенный на выработке условных рефлексов, дифференцированных на световые, звуковые, химические и механические раздражения, он открывал новые возможности для изучения сенсорных систем, позволял исследовать дифференциальные пороги воспринимаемых организмом раздражений, изучать всю «цепочку», т. е. весь анализатор [46]. Павловское учение об анализаторах связано с его многолетним предшествующим интересом к физиологии органов чувств.

И в докторской диссертации «Центробежные нервы сердца» [47], и позже, в середине 1890-х гг., Павлов обращал внимание на важность, как бы мы теперь сказали, сенсорной физиологии.

Пытаясь обосновать родство между специфическими рецепторами «чувствующих тканей» (по Сеченову) и нервными окончаниями органов чувств, Павлов писал вполне определенно: «Все ткани богато снабжены рецепторами... Эти окончания необходимо представить как крайне разнообразные, специфические, подобно окончаниям нервов органов чувств, приспособленные каждое к своему раздражителю механического, физического или химического характера образования» [48, т. 1, с. 217].

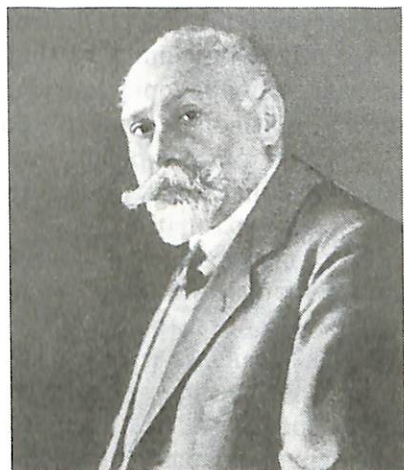
В конце 1897 г. И. П. Павлов в «Лекциях о работе главных пищеварительных желез» говорил еще более четко: «Мы давно уже знаем периферические окончания нервов органов чувств, с их резко выраженной специфичностью, но нельзя сомневаться в специфичности окончаний всевозможных других центростремительных нервов организма. Мы до тех пор не узнаем полного хода животной машины, хотя бы и знали ее отдельные части, пока не познакомимся основательно со специальной раздражимостью периферических окончаний всех центростремительных нервов» [49, с. 91]. Историки физиологии [1] справедливо видят в таком целостном подходе Павлова истоки учения об интероцепции.



*Иван Петрович Павлов
(1849–1936)*

Одной из проблем учения об условных рефлексах было выяснение особенностей рефлексов от отдельных органов чувств. Изучение этой проблемы было соотнесено Павловым с конкретным вопросом об особенностях формирования условных рефлексов у собак на световые раздражения. Эту задачу Павлов поручил начинающему свой путь в науке Л. А. Орбели, который и приступил к этой работе в павловском физиологическом отделе Института экспериментальной медицины сразу после окончания Военно-медицинской академии в 1907 г. Ему предстояло выяснить, какой из компонентов светового раздражителя (форма предмета, цвет, сила

света, движение) воспринимается зрительной системой собаки. До него реакция собак на световые явления уже изучалась [50–53], но из-за отсутствия совершенных методов исследований единой точки зрения на эту проблему не было.



Леон Абгарович Орбели (1882–1958)

Орбели, в отличие от предшественников, использовал метод условных рефлексов. Прежде всего следовало определить, обладают ли собаки вообще цветовым зрением. Орбели выработал у подопытных животных условный слюнный рефлекс, который имел положительный и дифференцированный характер. Для этого использовались световые раздражители различного цвета. Результаты экспериментов свидетельствовали о том, что собаки на изменение цвета не реагируют. В то же время они четко реагировали на перемену освещенности. Орбели писал: «В спорном вопросе о способности собаки различно реагировать на лучи различных цветов нам придется высказаться в отрицательном смысле: в наших наблюдениях мы не нашли никаких указаний на различное действие различных лучей» [54, с. 40]. Орбели задался вопросом, не могли ли они дифференцировать такие качества предметов, как их форма и движение. Оказалось, что «форма предметов, т.е. определенное распределение световых лучей в пространстве и движение предметов воспринимаются глазом собаки как особые стороны раздражения и могут видоизменять реакцию собаки» [54, с. 62].

Далее Орбели определял влияние интенсивности светового раздражения. В этом случае условный рефлекс вырабатывался в сочетании с едой на появление или исчезновение света в ограниченном пространстве. В итоге было выяснено: «1) что при известной степени возбудимости собаки уже слабые раздражения могут давать настолько большой эффект, что раздражения более сильные его уже не увеличивают, следовательно, значение силы раздражения может быть маскировано, 2) что опыты с угасанием могут служить средством для сравнения относительной силы раздражителей, так как сильные раздражения могут вызывать значительный эффект еще в то время, когда слабое раздражение уже потеряло силу благодаря угасанию» [54, с. 46]. В ходе этой работы Орбели обращал внимание и на более общие вопросы. Например, можно ли в условно-рефлекторном процессе выявить закономерности, свойственные нервной системе в целом. Подобное соответствие было установлено: «На условных рефлексах, по крайней мере, на условных рефлексах с глаза, повторяются характерные свойства нервной ткани отвечать на прерывистое раздражение более сильным эффектом, чем на раздражение постоянное» [54, с. 52–54].

Через три года после опубликования диссертации [54] Орбели возвратился к вопросу о цветослепоте собак. За это время появились сообщения, одни из ко-

торых подтверждали его прежние выводы, другие — опровергали. Сложившаяся ситуация не давала Орбели покоя, о чем свидетельствуют его письма к жене [55, с. 60]. Вернувшись в 1911 г. из двухгодичной заграничной командировки¹², он взялся за проверку ранее полученного результата и пришел фактически к прежним выводам, однако в более осторожной форме.

Орбели констатировал, что дифференцировка между различными цветами, обнаруженная лишь у некоторых собак, была нестойкая и носила рудиментарный характер.

Находясь в командировке в Германии, Орбели продолжил исследования по физиологии зрения в лаборатории известного физиолога Э. Геринга. Совместно с его ассистентом Р. Диттлером Орбели выполнил две экспериментальные работы, касавшиеся главным образом физиологической оптики [56; 57].

Первая была направлена на выяснение достоверности «трехобразного феномена» зрения, ранее описанного Герингом. Результаты Орбели и Диттлера не подтвердили наблюдений Геринга¹³. Их вторая совместная работа была посвящена проверке правила, установленного немецким физиком Г. Фехнером, по отношению к зрению. Согласно этому правилу степень возбуждения, вызванного каким-либо раздражителем при одинаковой возбудимости системы, прямо пропорциональна силе раздражителя, причем произведение силы раздражителя на возбудимость является постоянной величиной. Геринг в 1880-е гг. XIX в. показал неверность этого правила по отношению к зрению. Орбели и Диттлер подтвердили его правоту.

Орбели интересовался физиологией органов чувств на протяжении всей жизни. Уже с 1911 г., получив звание приват-доцента Военно-медицинской академии, он в течение многих лет читал специальный курс по физиологии органов чувств. В этом случае можно говорить о преемственности традиций, заложенных еще Бакстом.

Разработкой проблем сенсорной физиологии занимались многочисленные ученики Орбели. Так, в 1920-е гг. в Институте им. Лесгафта группа сотрудников (Л. Г. Лейбсон, М. Б. Тетяева, А. А. Глаголева и др.) под руководством Орбели проводила разносторонние исследования по физиологии вкуса. В 1930-е гг. на кафедре физиологии (заведующий Орбели) в Военно-медицинской академии физиологией зрения занимались А. В. Лебединский, С. М. Дионесов, Л. Т. Загорулько и ряд других сотрудников. Там же ученики Орбели (Г. В. Гершуни и А. А. Волохов) вели исследования по адаптации органа слуха. В это время в многочисленных публичных и официальных выступлениях Орбели постоянно обращал внимание на необходимость развития физиологии органов чувств как важного и перспективного направления отечественной физиологии.

В последние десятилетия XIX в. появились новые подходы к изучению органов чувств, например — морфофизиологический. Особую роль здесь сыграли

¹² Командировка Орбели состоялась после успешной защиты диссертации при поддержке И. П. Павлова.

¹³ Геринг настоял на публикации полученных данных, несмотря на то что экспериментальные результаты Орбели и Диттлера противоречили его теории.

новаторские работы М. Д. Лавдовского [58; 59]. Ему впервые удалось выявить «микросистему» иннервационного механизма улитки во внутреннем ухе. Лавдовский одним из первых отечественных исследователей взял на вооружение методику П. Эрлиха — прижизненное окрашивание метиленовым синим клеток и тканей. При помощи этого метода Лавдовский и его последователи смогли проводить прижизненное изучение микроструктур нервных окончаний. Лавдовский особо подчеркивал, что «эрлиховский способ есть поучительный физиологический эксперимент., который... дает возможность видеть у живого животного осевые цилиндры нервов до мельчайших разветвлений и концов — как раз именно важных в физиологическом отношении» [59, с. 2].

Исследования в области морфологии и физиологии органов чувств продолжались последователями Н. О. Ковалевского в физиологической лаборатории Казанского университета. Здесь в начале 1890-х гг. Н. А. Миславский провёл цикл исследований по иннервации внутренних органов.

Плодотворным оказался творческий союз Миславского с прекрасным специалистом по изучению структуры нервных окончаний в различных органах чувств К. А. Арнштейном. Арнштейн выполнил первое морфофизиологическое исследование рецепторных элементов органа вкуса с применением метода Эрлиха. На основании этих исследований он выдвинул смелое предположение, что эпителиальные клетки органа вкуса не являются лишь «пассивным остовом» для нервных окончаний, а принимают участие в рецепции вкусовых ощущений. В ноябре 1892 г. Арнштейн выступил на заседании Казанского общества невропатологов и психиатров. В дискуссии приняли участие такие известные специалисты, как И. М. Догель, Н. А. Миславский, В. М. Бехтерев и другие [60, с. 21–23]. Они высоко оценили новые представления Арнштейна о том, что эпителиальные клетки и нервные окончания в них — это два «обособленных» и «соприкасающихся» элемента. Бехтерев заметил: «Теория соприкосновения, выдвигаемая... благодаря введению в гистологию нервной системы новейших способов исследования, заслуживает большого внимания» [60, с. 23].

В конце XIX — начале XX вв. структурно-функциональный подход использовал и Бехтерев в своих работах при изучении органов чувств. Он анализировал проблемы ощущения и восприятия пространства в комплексе с кожно-мышечными ощущениями и двигательной активностью. «Кожно-мышечные ощущения, лежащие в основе чувства положения членов, и местные различия в ощущениях, получаемых при раздражении различных частей того или друго-



*Михаил Дормидонтович Лавдовский
(1846/47–1902/03)*

го из органов чувств, — писал Бехтерев, — или так называемые местные знаки суть главнейшие виновники нашего пространственного восприятия» [61, с. 51–52].

Исследования Бехтерева 1894–1895 гг., основанные на комплексном изучении раздражений двигательной зоны коры головного мозга, привели его к важному выводу, согласно которому сенсорные функции мозга следует определять как сенсомоторный комплекс [62].

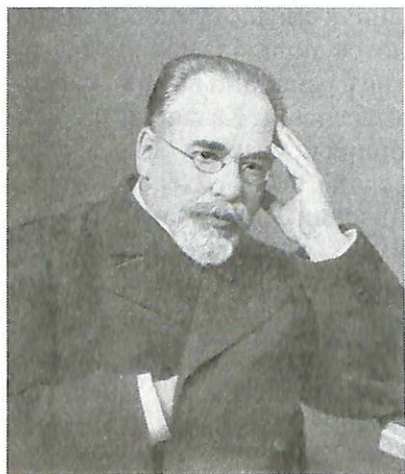
Конец XIX — начало XX вв. — время становления электрофизиологического метода. Его применение в отечественной сенсорной физиологии развернулось позже и связано с именами В. М. Бехтерева, Л. А. Андреева, П. П. Лазарева, С. В. Кравкова и многих других.

У истоков же этого метода стоял В. Я. Данилевский. В 1876 г. он выполнил первую работу — диссертационное исследование, где изложил результаты опытов по изучению электрической активности коры головного мозга кураризированных собак в зависимости от раздражения их органов чувств [63]. Описывая методику проведенных экспериментов, Данилевский сообщал: «Для этого обнаженную кору мозга соединяют

в двух точках с помощью неполяризующихся электродов с чувствительным гальванометром. Затем подвергают раздражению кожу или чувствительный нерв, или глаз — светом, ухо — сильным звуком. Тогда в соответствующей части коры... возникает вышеупомянутая электрическая реакция, показывающая, что чувствительный раздражитель вызвал процесс возбуждения именно в данном участке мозга» (цит. по [64, с. 4–5]). В 1891 г. Данилевский публикует по этой проблеме еще одну важную работу «Электрические явления в головном мозгу», где высказывает твердое убеждение в том, что дальнейшее изучение этих явлений даст возможность исследовать те «объективные материальные процессы, которые представляют субстрат для субъективных психических явлений» [65, с. 88].



Владимир Михайлович Бехтерев (1857–1927)



*Василий Яковлевич Данилевский
(1852–1939)*

Становление биофизического направления в изучении органов чувств (главным образом, зрения и слуха) началось в начале 20-х гг. XX столетия. Основоположником этого направления следует считать П. П. Лазарева, создавшего впоследствии многопрофильную научную школу.

Идея о необходимости использования физических подходов высказывалась в начале XX в. рядом физиологов. Об этом, в частности, в 1904 г. говорил А. Ф. Самойлов во вступительной лекции «Современные течения в физиологии» [66]. Самойлов подчеркивал, что, «применяя для исследования процессов в живом организме точку зрения физика и химика, мы находимся на единственно правильном пути» [66, с.57]. Самойлов провёл одно из первых исследований по биофизике органов чувств. Ему удалось при помощи кениговской камеры установить, что под действием звука барабанная перепонка, а с ней и воздух среднего уха вибрируют с частотой звуковых колебаний.

П. П. Лазарев, будучи еще студентом медицинского факультета Московского университета (1896–1901), где слушал лекции Самойлова по физиологии органов чувств, проявлял интерес не только к физиологии, но и к физико-математическим наукам. Его интерес к физиологии органов чувств, определялся несколькими обстоятельствами¹⁴. Первое из них было связано с местом его работы. По окончании учебы в Московском университете он работал в должности ассистента в клинике уха, горла и носа при Университете. В клинике были собраны ценнейшие приборы для работы в области физиологической оптики. На этом оборудовании он выполнил свои первые работы (1905, 1910), посвященные физиологии органов чувств. Эти исследования, как считают многие специалисты, стали основой развития биофизики в нашей стране. Второе обстоятельство — это регулярное посещение физического университетского коллоквиума, которым руководил выдающийся физик П. Н. Лебедев.

П. П. Лазарева увлекали установленные в начале XX в. количественные законы физиологического возбуждения, открывавшие путь для применения математического анализа к объяснению биологических явлений. Он смог установить определенную связь между слуховыми и зрительными ощущениями [67], а также изучить влияние разности фаз на восприятие звука [68]. С помощью специального прибора — «большой сирены Кенига» — Лазарев доказал отсутствие влияния фаз обертонов на слуховые ощущения. Результаты опытов Лазарева подтверждали правильность учения Гельмгольца о тембре.

С 1911 г. Лазарев связал свою судьбу с физической лабораторией Лебедева, которую и возглавил в 1912 г. после смерти своего учителя и друга. Он выполнил фундаментальную работу по изучению явления выцветания красок. В этом исследовании, оформленном Лазаревым как докторская диссертация [69], он также изучал вопросы, связанные с химическим действием света. Он показал, в частности, что выцветание зрительного пурпура — родопсина — подчиняется тем же законам фотохимии, установленным для явления выцветания красителей.

¹⁴ Определенную роль в этом выборе сыграла, по всей вероятности, приверженность Лазарева к исследовательской тематике Гельмгольца.

Длительный период своего научного творчества Лазарев посвятил разработке фотохимической теории зрения. Он провел подробные исследования по фотохимической кинетике выцветания родопсина.

В первые десятилетия XX в. изучение действия ионов стало одной из центральных проблем физико-химической физиологии. Лазарев разработал собственную ионную теорию возбуждения [70; 71]. В созданном им в Москве Институте биофизики (1919) успешно развивалась биофизика органов чувств и в первую очередь — биофизика зрения.

* * *

Проведенный анализ возникновения и развития отечественной физиологии органов чувств в контексте жизни научного сообщества дает основание отметить наиболее характерные черты развития отечественной физиологии сенсорных систем.

Из-за невозможности приобретения сложного оборудования и освоения связанных с ним специальных методик российские ученые приступили к изучению физиологии сенсорных систем лишь в конце XVIII в. — на несколько десятилетий позже своих западных коллег.

Тем не менее уже на начальном этапе — в начале XIX в. — отечественные физиологи в подавляющем большинстве избежали увлечения натурфилософией, мешавшей объективному изучению органов чувств.

Опираясь на материалистические традиции, заложенные в XVIII в. М. В. Ломоносовым, физиологи России развивали и укрепляли их. Тем самым они создали «интеллектуальный климат» для занятий физиологией и ее развития во второй половине XIX в.

Использование экспериментальных методик в сочетании с эволюционным подходом способствовало многостороннему развитию физиологии сенсорных систем и выделению ее в самостоятельную дисциплину.

Вторая половина XIX в. — время расцвета физиологической мысли в России. Отечественные физиологи достигли уровня своих европейских учителей, а в некоторых случаях и превзошли их.

Неоднократно отмечалось, что формирование значимых научных школ — сильная сторона отечественной науки. Подобное положение характерно и для физиологии сенсорных систем.

В рамках школ формировались лидеры, которые в свою очередь создавали свои научные «дочерние» школы. Прогресс смежных дисциплин стимулировал возникновение междисциплинарных научных школ.

Ярким примером может служить физиологическая школа, созданная в 70-е гг. XIX в. И. М. Сеченовым. Она заложила основы многих выдающихся научных школ, в том числе в области сенсорной физиологии. Такой же путь научной и идейной преемственности прошли школы И. П. Павлова и его ученика Л. О. Орбели.

Успешным примером междисциплинарной научной школы может служить школа П. П. Лазарева. В ней были объединены специалисты различного профиля, оказавшиеся способными внедрить новые для того времени электрофизи-

зиологические, биофизические и физико-химические, а также фотохимические методы в исследование тонких механизмов функционирования органов чувств.

Литература

1. Самойлов В. О., Вартамян И. А., Батцев А. С. Зарождение и становление в России физиологии сенсорных систем // Очерки истории физиологических наук в СССР. М., 1984. С. 84–98.
2. Самсонова В. Г. Сеченов и физиология сенсорных систем // Иван Михайлович Сеченов. М., 1980. С. 231–238.
3. Коштовац Х. С. Очерки по истории физиологии в России. М.–Л., 1946.
4. Ярошевский М. Г., Логинов Б. В. Особенности развития физиологической мысли в России // Физиологические науки в СССР. Л., 1988. С. 94–116.
5. Григорян Н. А. Николай Осипович Ковалевский. М., 1978.
6. Григорян Н. А. Казанская физиологическая школа. М., 1978.
7. Григорян Н. А. Александр Филиппович Самойлов. М., 1963.
8. Ланге К. А. Развитие и организация физиологической науки в СССР. Л., 1978.
9. Newton I. Optics, or A treatise of the reflections, refractions, infections and colours of light. London, 1704.
10. Ломоносов М. В. Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее (1756) // Полн. собр. соч. Т. 3. М.–Л., 1952. С. 317–344.
11. Young T. A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts. London, 1807.
12. Вавилов С. И. Глаз и Солнце. 10-е изд. М., 1981.
13. Пекен М. Х. Физиология, или Наука о естестве человеческом. СПб., 1788.
14. Müller J. Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes des Menschen und der Tiere. Leipzig, 1826.
15. Мухин Е. О. О мере и действии чувствительности // Избранные произведения русских естествоиспытателей первой половины XIX века (1817). М., 1959. С. 230–247.
16. Велланский Д. М. Основные начертания общей и частной физиологии, или Физики органического мира. СПб., 1836.
17. Simonoff E. M. Réfutation de la prétendue nécessité mathématique du déplacement du cristallin pour conserver constante la distance focale de l'oeil // J. de physiol. expériment. et patholog. 1824. Т. 4. N 3. P. 260–264.
18. Мажанди Ф. Краткое основание физиологии. М., 1830. Т. 1.
19. Helmholtz H. Die Lenze von den Tonempfindungen. Leipzig, 1863.
20. Helmholtz H. Handbuch die physiologischen Optik. Leipzig, 1859–1866.
21. Boll F. Zur Anatomie und Physiologie der Retina. Berlin, 1876.
22. Kühne W. On the photochemistry of the retina and on the visual purple. London, 1878.
23. Воинов М. М. Об офтальмометрии // Военно-медицинский журнал. 1870. № 1. С. 3–66.
24. Воинов М. М. По поводу теории цветовых ощущений // Медицинское обозрение. 1874. № 1. С. 47–48.
25. Воинов М. М. К физиологии и аномалиям цветовых ощущений. М., 1874.
26. Сеченов И. М. Автобиографические записки. М., 1952.
27. Setchenov I. M. Über die Fluorescens der durchsichtigen Augen Medien beim Menschen und einigen anderen Säugetieren // Arch. ophthalmol. 1859. Bd. 2. Abt. 2.
28. Сеченов И. М. Физиологические очерки (1884) // Избранные произведения. М., 1952. С. 583–620.
29. Суслова Н. П. Изменения кожных ощущений под влиянием электрического раздражения // Медицинский вестник. 1862. № 21.
30. Suslova N. Veränderungen der Hautgefühle unter dem Einflüsse elektrischer Reizung // Zeitschrift für rational Medizin. 1863. Bd. 17. H. 1–2. S. 155–161.

31. Бокова М. А. Способ производить искусственную цветную слепоту // Медицинский вестник. 1862. № 23.
32. Bokowa M. A. Ein verfahren, Kunstlichekeit hervorzubringen // Zeitschrift für rational Medizin. 1863. Bd. 17. N. 1–2. S. 161–166.
33. Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга // Медицинский Вестник. 1863. № 47. С. 461–484; № 48. С. 493–512.
34. Сеченов И. М. Физиология нервной системы. СПб., 1866.
35. Сеченов И. М. Физиология органов чувств. Зрение (переделка сочинения Fick'a «Anatomic u. Physiologie d. Sinnesorgane»). СПб., 1867.
36. Тарханов И. Р. О гальванических явлениях в коже человека при раздражении органов чувств и различных формах психической деятельности (1889) // Избранные сочинения. Тбилиси, 1961. С. 41–60.
37. Cyon I., Ludwig K. Die Reflexe eines sensiblen nerven des Lurzens auf die motorischen der Blutgefäße // Ber. Sächs. Gesell. d. Wiss. 1866. Bd. 18. S. 307–328.
38. Бакст Н. И. Курс физиологии органов чувств. СПб., 1886.
39. Цион И. Ф. De choreae indole, sede et nexucum rheumatismo articulari, peri- et endocarditide. Diss. inang. physiologico-pathologica... publice defendet. 1864.
40. Цион И. Ф. Курс физиологии. Т. 1. СПб., 1873; Т. 2. 1874.
41. Flourens M. J-P. Cours de physiologie comparée. Paris, 1855.
42. Солуха Я. Отправления полукружных каналов // Работы, сделанные в физиологической лаборатории Императорской Медико-хирургической академии за 1873 г. с приложениями критических статей И. Циона. СПб., 1874. С. 57–75.
43. Ковалевский Н. О. Исследования по иннервации расширения зрачка. Казань, 1885.
44. Kowalewsky N. Influence du système nerveux sur la dilation de la pupille (Recherches critiques et expérimentales) // Arch. slaves biol. 1886. T. 1. F. 1. P. 92–130.; F. 3. P. 575–600.
45. Ковалевский Н. О. Органы чувств человека // Публичные лекции и речи. Казань, 1892. С. 19–54.
46. Павлов И. П. Естествознание и мозг. Речь на Общем собрании XII съезда естествоиспытателей и врачей в Москве 29 декабря 1909 г. // Полн. собр. соч. 1951. Т. 3. кн. 1. С. 111–126.
47. Павлов И. П. Центробежные нервы сердца. Дисс. СПб., 1883.
48. Павлов И. П. О неполноте совершенного физиологического анализа фармакологического действия // Труды V съезда Общества русских врачей в память Пирогова. Т. 1. СПб., 1894. С. 216–218.
49. Павлов И. П. Лекции о работе главных пищеварительных желез. СПб., 1897.
50. Graber V. Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits und farbenses der Tier. Leipzig, 1884.
51. Nagel W. Der Farbensinn des Hundes // Zeitschrift für Physiologie. 1907. Bd. 21. N 7. S. 205.
52. Nagel W., Himstedt F. Versuche über die reizwir Kung verschiedener Strahlenarten auf Menschen und Tieraugen // Festschrift der Albert Ludwig Universität in Freiburg. 1902.
53. Nuel J. P. La vision. Paris, 1904.
54. Орбели Л. А. Условные рефлексы с глаза у собаки. Дисс. СПб., [1908] // Избранные труды. 1964. Т. 3. С. 11–89.
55. Лейбсон Л. Г. Леон Абгарович Орбели. Л., 1973.
56. Dittler R., Orbeli L. Über die Herstellung gleicher Helligkeit auf ungleich gestimmten sehnfeldstellen // Archiv f. d. Ges. Physiol. 1910 Bd. 133. (Орбели Л. А. Избранные труды. 1966. Т. IV. С. 197–206.)
57. Orbeli L., Dittler R. Über das Verhalten des Dreibildphanomens bei Reizung des Schorganes mittels zweier bewegter verschiedenfarbiger Lichtquellen // Arch. f. d. Ges. Physiol. 1911. Bd. 132. (Орбели Л. А. Избранные труды. 1966. Т. IV. С. 193–196.)
58. Лавдовский М. Д. Гистология концевых аппарата улиткового нерва. Дисс. СПб., 1874.
59. Лавдовский М. Д. Дальнейшие наблюдения над окончанием нервов на основании способа их прижизненной окраски // Записки АН. СПб., 1889. Т. 61. Приложение № 2. С. 3–5.
60. Бехтерев В. М. Выступление на заседании Общества невропатологов и психиатров 21 ноября 1892 г. // Неврологический вестник. 1893. Т. 1. Вып. 2. С. 22–23.

61. Бехтерев В.М. Значение органов равновесия в образовании представлений о пространстве. СПб., 1896.
62. Бехтерев В. М. Основы учения о функциях мозга. СПб., 1906.
63. Данилевский В. Я. Исследования по физиологии головного мозга. СПб., 1876.
64. Архангельский Г. В. Первые отечественные исследования биоэлектрических явлений мозга // Первые отечественные исследования по электроэнцефалографии. М., 1949.
65. Данилевский В. Я. Электрические явления в головном мозгу (1891) // Первые отечественные исследования по электроэнцефалографии. М., 1949.
66. Самойлов А.Ф. Современные течения в физиологии // Научное слово. 1904. Кн. V. С. 42–57.
67. Лазарев П. П. О взаимном влиянии органов зрения и слуха // Труды клиники Императорского Московского университета им. Ю. И. Базановой. 1905. Т. 2. № 1. С. 75.
68. Лазарев П. П. О влиянии разности фаз на слуховые ощущения // Журнал Русского физико-химического общества (ЖРФХО). Физ. отд. 1910. Т. 42. № 3. С. 98.
69. Лазарев П. П. Выцветание красок и пигментов в видимом спектре. Опыт изучения основных нервных законов химического действия света. Дисс. М., 1911.
70. Лазарев П. П. О фотохимической теории явления мелькания // Временник. 1914. Ч. 5. Приложение № 5. С. 73.
71. Лазарев П. П. Физико-химическая теория явлений возбуждения // ЖРФХО. Физ. отд. 1914. Т. 46. № 8. С. 356 (Лазарев П. П. Соч. 1956. Т. 1. С. 123–141).