

М. А. ОСТРОВСКИЙ, Н. Л. САКИНА, В. М. ЧЕСНОВ

РАЗВИТИЕ ФИЗИОЛОГИИ ЗРЕНИЯ В РОССИИ В ПЕРВЫЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ СОВЕТСКОЙ ВЛАСТИ (1917–1950)

В статье проанализировано развитие в СССР в первые послеоктябрьские десятилетия физиологии зрения как комплексной отрасли знания. Показано большое влияние на этот процесс социоэкономических и политических факторов, от которых зависели не только качественные и количественные показатели самой науки, но и ее социальный статус, организация и структура, судьбы ученых. Рассмотрена научная и научно-организационная деятельность П. П. Лазарева, С. И. Вавилова, Л. А. Орбели и их учеников в создании методологических и методических основ физиологии зрения, формировании всемирно известных научных школ. Эти ученые сумели развить и внедрить качественно новые физические, физиологические, биохимические подходы к объектам исследования, что обеспечило накопление знаний о механизмах зрения, о соответствующих процессах в сетчатке и мозге. Достигнутый уровень исследований позволил перейти к более глубокой разработке теоретических проблем физиологии и биохимии зрения, а также к решению связанных с ними практических задач.

Ключевые слова: физиология зрения, научная школа, оптика, зрение история науки.

В первые годы после Октябрьской революции 1917 г., сопровождавшей-ся гражданской войной, интервенцией и распадом экономического уклада страны, происходят также качественные изменения организационных форм и направлений развития отечественной науки. Историки и методологи науки отмечают тот поразительный факт, что в эти трудные годы новая власть предпринимала меры не только для материального обеспечения науки, но и для придания ей высокого авторитета ввиду ее важности для экономического, политического и интеллектуального развития страны. Из года в год росли ассигнования на науку, в том числе и на биологию¹. К несомненной заслуге советской власти следует отнести и создание в этот период широкой сети научно-исследовательских институтов (НИИ) – со второй половины 1918 г. и до начала 1920-х гг. только в медико-биологической области их было создано 14. К концу же 1926 г. эта цифра удвоилась. Одновременно шел процесс огосударствления науки, ее централизации. Принятые меры стимулировали формирование широкого фронта научных исследований. В ряде НИИ и научно-исследовательских лабораторий с чисто медицинской направлен-

¹ Увеличение ассигнований в этой сфере за 1918 г. достигли 3 % валового сбора национального продукта. В последующие десятилетия этот показатель не падал ниже 2 %. См.: Статистический ежегодник 1918–1920 гг. М., 1922. Вып. 2. С. 6–36.

ностью началось систематическое изучение физиологии органов чувств, в том числе и глаза как оптического прибора. К таким НИИ относились Государственный оптический институт (ГОИ) (1918, академик С. И. Вавилов, проф. Л. Н. Гассовский), Институт биофизики (1919) и Биофизическая лаборатория АН (1921). У «руля» обоих последних учреждений стоял академик П. П. Лазарев. Сюда же следует причислить Институт физиологии АН СССР (1925, академики И. П. Павлов и Л. А. Орбели), Военно-медицинскую академию ² (академики Павлов и Орбели, профессор А. В. Лебединский), Институт экспериментальной медицины (ИЭМ – с 1918 г. профессор Н. Т. Федоров) ³. Кроме того, в Москве подобная тематика стала разрабатываться в НИИ глазных болезней им. Гельмгольца ⁴ (академик М. И. Авербах, профессор С. В. Кравков). Этот далеко не полный перечень научных учреждений, в которых закладывались основы физиологии зрения, позволяет констатировать следующее. Во-первых, несмотря на то, что ряд упомянутых организаций возник еще в дореволюционный период, последовательная разработка теоретических и практических основ физиологии зрения развернулась в них в основном в послеоктябрьский период. Во-вторых, базой для развития таких исследований явились организованные в этих институтах специализированные лаборатории и отделы. В-третьих, во главе этих первых «ячеек» стояли ведущие специалисты – «генераторы» новых концепций идей и методов. В-четвертых, именно эти объединения явились своеобразными «питомниками», где шло формирование первых научных школ по физиологии зрения, которые приобрели впоследствии мировую известность. При этом не следует забывать, что физиологическая оптика в России имеет глубокие исторические корни.

Среди основоположников этой отрасли науки можно назвать М. В. Ломоносова, М. М. Воинова, И. М. Сеченова, Н. И. Бакста и ряд других. Особо следует выделить П. П. Лазарева, который, начав свои исследования в конце XIX в., продолжил их при советской власти. Важно отметить, что с именем Лазарева связано само возникновение в России физиологии зрения как раздела физиологии, изучающего работу глаза методами физической оптики. Его исследования, проведенные в 20-х гг. XX в., способствовали проникновению в физиологию сенсорных систем новых электрофизиологических, физико-хи-

² Официальной датой создания академии, именовавшейся тогда медико-хирургической, считается 1798 г. С 1881 г. она стали называться Военно-медицинской академией.

³ С 1932 г. ИЭМ был переименован во Всесоюзный институт экспериментальной медицины (ВИЭМ). Ныне это институт экспериментальной медицины РАМН.

⁴ Это учреждение было основано в 1900 г. как глазная больница. В 1936 г. благодаря активной научной и научно-организационной деятельности ее директора М. И. Авербаха (с 1903 по 1944 г.) больница была преобразована в Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца. Небезынтересно отметить, что термин «физиологическая оптика» связан с именем этого ученого. Г. Л. Ф. Гельмгольц использовал сам термин для названия учебного пособия для студентов Гейдельбергского университета – «Руководство по физиологической оптике» (1866), которое стало основным трудом по физиологии зрения в мировой научной литературе XIX – начала XX вв.

мических и биофизических методов. Широкую известность получили работы Лазарева по биофизике зрения⁵.

С начала XX в. значимую роль в развитии физиологии зрения играл разработанный Павловым метод условных рефлексов. С его помощью можно было изучать не только рецепторные отделы органов чувств, но и всю сенсорную систему. Павлов использовал такой подход при изучении особенностей формирования условных рефлексов зрительного анализатора собак на световые раздражения. Более подробное изучение этой проблемы он поручил своему талантливому ученику, только начинающему путь в науке, Орбели. Тому удалось установить способность собак различать различные параметры светового стимула. Он доказал также, что они «тонко» реагируют на степень освещенности, дифференцируют форму и движение предмета, но не различают цвета. Позже Орбели установил, что различение цвета все же свойственно отдельным особям собак, однако в самой рудиментарной форме. Подробное изложение и анализ полученных результатов он дал в своей докторской диссертации, которая была опубликована в 1908 г.⁶

Несмотря на новую научную ориентацию ученых при исследовании отдельных сторон физиологии зрения, применение качественно новых методик носило фрагментарный характер еще до середины 1920-х гг. Лишь с конца этого десятилетия начались систематические и достаточно широкие исследования физиологии зрения, способствовавшие закреплению за ней статуса самостоятельной отрасли знания.

Пионером изучения глаза с точки зрения физики, включая разработку приемов и методов корректировки его работы, в СССР стал Государственный оптический институт (ГОИ), где в 1923 г. для этой цели была создана специальная лаборатория глазной оптики. В 1938 г. в связи с расширением тематики этого подразделения, непосредственно связанного с научной деятельностью С. И. Вавилова, возглавившего ГОИ в 1931 г., она была переименована в лабораторию физиологической оптики. Здесь наряду с наблюдениями с помощью глаза квантовых флуктуаций света Вавилов и его сотрудники занимались также разработкой таких практических вопросов, как установление границы зрительного утомления, изучение природы стереоскопичности зрения, повышение «производительности труда» глаза, наконец, создание новых типов очковых линз и оптических приборов на промышленной основе.

Наблюдение квантовых флуктуаций света, все же, стояло на первом месте. С 1932 по 1941 г. под руководством Вавилова и его ближайших сотрудников (Е. М. Брумберга, К. Б. Пашина, З. М. Свердлова, Т. В. Тимофеевой и др.) в ГОИ на новой экспериментальной установке были проведены сотни серий флуктуационных измерений, в которых приняли участие десятки наблюдателей. В результате кропотливых, многолетних экспериментов Вавилову и его команде удалось установить квантовую природу света и измерить поро-

⁵ Биофизический метод основывался на ионной теории возбуждения, созданной Лазаревым в 1914–1918 гг. На основе этой теории появилась возможность дать количественную оценку некоторых сторон процесса адаптации глаза к темноте.

⁶ Орбели Л. А. Условные рефлексы с глаза у собаки [1908] // Орбели Л. А. Избранные труды. 1964. Т. 3. С. 11–89.

вую чувствительность глаза. Полученные результаты явились принципиально важным достижением ГОИ, составившим новый этап в развитии физиологической оптики, и по праву считаются классическими.

Как всякое большое открытие, установление квантовой природы света имеет также свою предысторию. Вавилова как физика на протяжении многих лет увлекала идея создать зримое подтверждение квантовой природы света. Но она эта оставалась мечтой до тех пор, пока он не убедился в том, что наиболее чувствительным прибором, способным фиксировать самые слабые световые потоки, является глаз человека, адаптированный к темноте – в 1920-е гг. физики не имели более тонких приборов. По существу, эта экспериментальная техника была применена Вавиловым в его экспериментах с предельно слабыми световыми потоками еще в 1920 г. в Институте физики и биофизики, которым руководил его учитель Лазарев. В 1929 г. Вавилов совместно со своим коллегой В. И. Федоровым в этом же институте провел первые эксперименты по разработке метода, дававшего возможность наблюдать с помощью глаза отдельные световые кванты. Однако отсутствие у него полной уверенности в том, что полученные положительные результаты не осложнены «психофизиологическими» факторами, не позволило ему тогда опубликовать эти данные. Эффективное изучение оптики глаза, приемов и методов ее коррекции с использованием физической оптики было успешно продолжено Вавиловым, как уже упоминалось, с его переходом в ГОИ, в специальной, руководимой им лаборатории.

На интенсивность работы Вавилова и его единомышленников в этой области вполне вероятно оказало влияние и то обстоятельство, что быстрый рост в 1920–1930-е гг. в нашей стране производства, техники, в том числе и оборонной, требовали оперативного решения ряда проблем и вопросов, относящихся к области физической оптики. Для осуществления этих целей необходимо было использование тонкой, тщательно разработанной методической основы, особых высокочувствительных измерительных приборов, которыми отечественные специалисты не располагали.

В 1932 г. немецкие исследователи Р. Б. Барнес и И. Черни предложили свой метод количественных оценок обнаружения квантовых флуктуаций с помощью адаптированного к темноте глаза⁷. При этом первостепенный вклад Вавилова в решение данного вопроса оставался в зарубежной науке малоизвестным⁸.

Применение математического аппарата и законов теории вероятности позволило Вавилову усовершенствовать разработанную методику, вычислить абсолютную величину зрительного порога. Она составила в среднем около

⁷ Barnes, R. B., Czerny, M. Lässt sich ein Schroteffekt der Photonen mit dem Auge beobachten? // Zeitschrift für Physik. 1932. Bd. 79. S. 436.

⁸ Показательно, что иностранные специалисты стали связывать первые количественные оценки абсолютной светочувствительности глаза, адаптированного к темноте, с именем американского физиолога С. Хехта. См.: Hecht, S. The Quantum Relations of Vision // Journal of the Optical Society of America. 1942. Vol. 32. P. 42. Сам же Хехт упоминал в указанной работе об исследованиях Вавилова весьма кратко.

20 квантов. Результаты Вавилов публикует (частично совместно с ближайшими коллегами) в ряде трудов, получивших широкую известность⁹.

В ходе дальнейшей, более чем 10-летней разработки сделанных открытий Вавилову удалось показать, что помимо известного максимума чувствительности глаза в видимой области спектра существует и второй максимум, расположенный в ближней ультрафиолетовой области. Малая чувствительность глаза в этой области вызвана тем, что хрусталик, играя роль светофильтра, в значительной мере отсекает коротковолновую часть излучения, предохраняя сетчатку от фотоповреждения.

В итоговой монографии «Микроструктура света» (1950) Вавилов не только обобщил результаты экспериментальных исследований, но и дал развернутую математическую теорию соответствующих явлений.

Работы Вавилова и его сотрудников по микроструктуре света и измерению квантовой чувствительности сумеречного (скотопического) зрения не утратили своего значения до сегодняшнего дня¹⁰. Они позволили, с одной стороны, убедиться в прерывистой, квантовой природе света, с другой – показать, что «учение о глазе действительно составляет основную и громадную часть оптики».

30-е гг. XX в., особенно их вторая половина, представляют важный, в определенной степени, переломный этап в развитии физиологической оптики. Классические работы Вавилова и его последователей стимулировали оформление физиологической оптики в самостоятельную комплексную отрасль. В физиологии зрения все шире проводились исследования, связанные с биофизикой, спектральной чувствительностью глаза, электрофизиологией зрительного рецептора, цветовым зрением, взаимосвязи физиологии зрения с центральной нервной системой и ряд других. К решению вопросов физиологической оптики подключается Орбели и его первые ученики. Хорошо известен вклад этого выдающегося ученого в создании ряда принципиально новых представлений и закономерностей в области общей и эволюционной

⁹ См.: Брумберг Е. М., Вавилов С. И. Визуальные измерения статистических флуктуаций фотонов // Известия АН СССР Отделение математических и естественных наук (ОМЕН). 1933. № 7. С. 919–941; Вавилов С. И. Флуктуации света и их измерения визуальным методом // Труды I конференции по физиологической оптике. 1936. С. 332–342 и др.

¹⁰ Как это нередко случается в науке, фундаментальные идеи, принципиально новые подходы к решению важных задач могут рождаться независимо в умах талантливых ученых в течение сравнительно непродолжительного интервала. Объективное существование такого феномена налицо. Известно, что данные Вавилова по выявлению характеристик глаза для измерения им слабых световых потоков независимо были выявлены экспериментальным путем отечественным физиком Ю. Б. Харитоном в 1926 г. Работал он в то время у Э. Резерфорда в Кавендишской лаборатории. Перед Харитоном стояла классическая задача ядерной физики того времени – счета α -частиц. Но прежде необходимо было исследовать порог чувствительности метода измерения. При решении этого вопроса Харитон пришел к мысли использовать адаптированный к темноте глаз экспериментатора, для чего следовало определить минимальное количество энергии изучения, получаемое глазом. Эта задача была успешно решена Харитоном совместно с К. А. Леа. Уровень чувствительности глаза был установлен в 17–30 квантов. См.: Чеснов В. М., Островский М. А., Сакина Н. Л., Федорович И. Б. Физики и световая чувствительность глаза // Природа. 2001. № 6. С. 70–77.

физиологии, которые принесли ему мировую известность¹¹. Велик вклад Орбели и в развитие физиологии зрения. Начав с успешного исследования отдельных проблем этого научного направления на раннем этапе своей научной деятельности, о чем уже нами упоминалось, Орбели возвратившись к изучению зрительной системы снова в 1930-е гг. и сохранил интерес к этой тематике до конца жизни.

Необходимо подчеркнуть, что и Вавилов, и Орбели¹² счастливо сочетали в себе три «ипостаси», которые, к сожалению, весьма нечасто одновременно проявляются даже у крупных ученых. Тонкий экспериментаторский талант и широчайшую научную эрудицию они гармонично совмещали с выдающимися научно-организаторскими способностями, умением распознать и сплотить вокруг себя талантливых единомышленников и создать научные школы. Весьма показательно, что уже в начале 30-х гг. на кафедре физиологии ВМА, которую тогда возглавлял Орбели, формировалась первая когорта его учеников: А. В. Лебединский, Л. Т. Загорулько, Я. П. Турцаев, ставшие вскоре широко известными специалистами в области физиологии зрения.

Уникальность научного мышления Орбели, заключающаяся в способности к сопоставлению, а затем широкому обобщению результатов исследования самых разнохарактерных проблем физиологии, дала возможность ученому открыть новые закономерности и в функционировании сенсорных систем. Орбели сразу же на первый план выдвинул проблему регуляции деятельности органов чувств и их взаимодействия. В рамках этого центрального направления были выделены такие направления исследований, как взаимодействия внутри одного анализатора и между анализаторными системами, роль центральной, вегетативной и эндокринной систем в регуляции зрительного и слухового анализаторов, влияние сенсорных условных рефлексов и др.

В школе Орбели началось изучение влияния других сенсорных систем на адаптационную способность раздражения органа зрения и реакций взаимодействия различных зон зрительного аппарата. Уже в первых исследованиях

¹¹ Глубокий и всесторонний анализ исследований Орбели в разработке теории адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы, деятельности мозжечка, особенностей спинномозговых координаций, эволюционного аспекта физиологии дан в фундаментальных монографиях и сериях статей Н. А. Григорьян. См.: *Григорьян Н. А. Роль Л. А. Орбели в развитии советской физиологической науки* // Бюллетень МОИП. Отд. биологический. 1975. Т. 80. Вып. 6. С. 140–146; *Григорьян Н. А. Л. А. Орбели и развитие советской физиологии*. М., 1985; *Григорьян Н. А. Павловская сессия 1950 г. и судьбы советской физиологии (о научной судьбе Л. А. Орбели)* // ВИЕТ. 1988. № 3. С. 131, 134–136, 137, 139–140; № 4. С. 147–152; *Григорьян Н. А. Неизвестные страницы истории науки: из архива Л. А. Орбели (1882–1958)* // Журнал высшей нервной деятельности. 1991. Т. 41. Вып. 6. С. 1275–1286; *Григорьян Н. А. 110-летие со дня рождения акад. Л. А. Орбели* // ВИЕТ. 1990. № 4. С. 157–159; *Григорьян Н. А. Краткий очерк научной, научно-организационной, педагогической и общественной деятельности Л. А. Орбели. Леон Абгарович Орбели. Материалы к библиографии ученых*. М., 1994. С. 9–28; *Григорьян Н. А. Научная династия Орбели*. М., 2002. и ряд др.

¹² О международном значении школы Л. А. Орбели см.: *Григорьев А. Н., Григорьян Н. А. Научная школа академика Леона Абгаровича Орбели*. М., 2007. Авторы этой книги отмечали, в частности, что научная школа Орбели – «...это первая и самая авторитетная физиологическая школа в СССР. Ее характеризует редкое долголетие и жизнеспособность, огромная созидательная сила». И далее: «В школе воспитаны несколько поколений первоклассных ученых в различных областях медико-биологических наук» (с. 4).

его учеников удалось обнаружить изменение темновой адаптации глаза при болевых и температурных раздражениях¹³. Вскоре из школы Орбели вышла работа, авторы которой впервые обнаружили регуляторные взаимодействия внутри самой зрительной системы – между аппаратом дневного и сумеречного зрения¹⁴. Полученные данные наряду с результатами о взаимоотношениях других сенсорных систем, выявленными в этот же отрезок времени учениками Орбели, привели его к принципиально новой концепции о взаимодействии афферентных систем, основанной на внутрицентральных отношениях¹⁵. Согласно ее положениям,

импульсы, приходящие со стороны зрительного рецепторного аппарата по зрительным афферентным путям к центральной нервной системе, вызывают в этой сложной системе нервных элементов определенные нарушения исходного равновесия и создают почву для взаимного ослабления и усиления [...] всякая рецепторная система (как рецепторный периферический прибор, так и центральный воспринимающий аппарат), оказывая под влиянием вегетативной нервной системы [...] раздражение которой в том или ином ее отделе может вызывать такие изменения в состоянии центральной нервной системы и периферических рецепторов, которые отражаются на функциональной способности этих приборов¹⁶.

Орбели предположил, что антагонистическая зависимость между колбочковым и палочковым аппаратами зрения развивается по типу взаимоотношения афферентных систем. Причем, взаимодействие это происходит главным образом в центральной нервной системе по типу координационных процессов¹⁷.

Следует особо подчеркнуть, что зрительные процессы к этому времени изучались в ряде НИИ и специализированных лабораториях такими известными специалистами, как Л. Н. Гассовский, С. В. Кравков, С. О. Майзель и П. О. Макаров и рядом других. В результате проведенных экспериментов накапливался уникальный материал, касающийся весьма точных количественных характеристик реакции глаза на различные параметры световой стимуляции, а также возможности использования этих данных для повышения работоспособности зрительной системы.

По мере расширения исследования функций зрения, которые осуществлялись учеными разных специальностей, становилась все более необходимой

¹³ Загорулько Л. Т., Лебединский А. в., Турцаев Я. П. О влиянии болевого раздражения кожи на чувствительность к свету темноадаптированного глаза // Физиологический журнал. СССР. 1933. Т. 16. С. 740–746.

¹⁴ Дионесов С. М., Загорулько Л. Т., Лебединский А. В. О взаимоотношениях между центральным и периферическим зрением // Физиологический журнал СССР. 1934. Т. 17. С. 560–576.

¹⁵ Орбели Л. А. О взаимоотношениях афферентных систем // Физиологический журнал СССР. 1934. Т. 17. С. 1105–1113.

¹⁶ См.: Орбели Л. А. Вопросы высшей нервной деятельности. М.; Л., 1949. С. 50–51.

¹⁷ Забегая вперед, отметим, что роль вегетативной нервной системы проявилась в явлении ретиномоторного эффекта. В частности, влияние раздражения шейного симпатического нерва на ретиномоторный эффект наблюдалось в период 1935–1937 гг. учениками Орбели: Г. Г. Кувазовым, И. А. Робинзоном и Е. Я. Раппопортом на лягушках, а В. И. Архангельским на собаках.

консолидация специалистов разного профиля – от физиков до психофизиологов. В решении этой задачи исключительную роль сыграла первая конференция по физиологической оптике, созванная в 1934 г. по инициативе ГОИ и его главы Вавилова. В первую очередь она созывалась для решения практических задач медицины, однако наряду с этим в повестку ее заседаний были включены такие теоретические проблемы, как дальнейшее изучение глаза как оптического прибора, совершенствование методов изучения его функций, процесса свето- и цветовосприятия, а также адаптации глаза к различным уровням освещенности, влияния на него побочных раздражителей, чувствительности глаза к световым контрастам, зрительного утомления и др. В заседаниях конференции участвовали почти все работавшие в этой области ученые. Показательно, что на пленарном заседании совещания Вавилов сделал доклад о его достижениях по визуальному наблюдению квантовых флуктуаций и измерению квантовой чувствительности сумеречного аппарата сетчатки.

О значении тематики, которая в эти годы разрабатывалась школой Орбели, свидетельствует тот факт, что из 55 докладов, прочитанных на конференции, четыре были сделаны его учениками (А. В. Лебединским, Л. Т. Загоруйко, Г. В. Гершуни, А. А. Волковым). Труды конференции были изданы в виде отдельного сборника в 1936 г., а в 1940 г. по предложению Вавилова был создан специальный печатный орган «Проблемы физиологической оптики», в работе редколлегии которого деятельное участие принимали Вавилов, Орбели, а с 1941 г. – психофизиолог Кравков. Для практического объединения специалистов различных специальностей, работавших в области физиологии зрения, на конференции была создана ассоциация физиков, физиологов и психофизиологов. Орбели был избран заместителем председателя этой ассоциации¹⁸.

После конференции, в 1930–1940-е гг., вопросы взаимодействия афферентных систем широко и всесторонне изучались не только сотрудниками Орбели, но и в лабораториях Кравкова (НИИ Гельмгольца), Гассовского (ГОИ), К. Х. Кекчеева, И. П. Теплова (ИЭМ), Макарова (Физиологический институт им. акад. А. А. Жданова при ЛГУ) и рядом др. Были опубликованы более 100 работ, в которых излагались результаты исследований влияния взаимодействия афферентных систем на многие функции зрения. К ним следует отнести абсолютную чувствительность палочкового и колбочкового зрения, различительную чувствительность, остроту зрения, стереоскопическое зрение, восприятие движений и ряд других функций.

¹⁸ Орбели уже в эти годы понимал необходимость комплексных исследований органов зрения учеными различных специальностей. Эти соображения он изложил в заключительном слове на конференции. «Мы сейчас переживаем такой момент, – отмечал Орбели, – когда представители одной дисциплины оказываются бессильными в разработке целого ряда вопросов [...] При разрозненном изучении остаются различные существенные пробелы и взаимное непонимание. Теперь мы становимся на дорогу комплексной работы, на дорогу объединения сил представителей различных специальностей, на путь использования нашего опыта, наших знаний, нашего умения работать для того, чтобы общими силами действительно построить единое серьезное научное знание. Вот это обстоятельство я считаю особенно важным и особенно радостным в сегодняшней нашей конференции». См.: Труды 1-ой конференции по физиологической оптике 25–29 декабря 1934 г. М.; Л., 1936. С. 450.

В этот же период школой Орбели была тщательно изучена способность зрительной системы к стойкому повышению чувствительности к свету при многократном применении пороговых световых раздражителей – ее так называемая сенсбилизация. Было установлено, что топографически она имеет локализованный характер и отвечает только на те стимулы, которые являются сенсбилизующими агентами, например, на красный свет, если глаз предварительно подвергался воздействию зеленого света¹⁹. Исследовалось также влияние темновой адаптации на критическую частоту слияния мельканий²⁰.

В 1940-х гг. Орбели после тридцатилетнего перерыва возвращается к изучению последовательных зрительных образов. Теперь он и его последователи концентрировали внимание на индивидуальных отличиях самого прохождения последовательных образов, а также их изменений под влиянием сенсорных систем²¹. В результате в 1940-е гг. под руководством Орбели в стране сложилась объединившая десятки исследователей научная школа, деятельности которой в значительной степени обязано современное состояние физиологии зрения.

Великая Отечественная война 1941–1945 гг. не остановила научных исследований. Непродолжительные перерывы в работе произошли лишь в связи с эвакуацией ряда институтов и лабораторий вглубь страны и необходимостью обустройства на новых местах. От решения фундаментальных проблем специалисты в области физиологии зрения перешли к темам сугубо практической направленности, инициированных нуждами обороны.

В годы войны ярко проявились выдающиеся организаторские способности Орбели. Он избирается председателем многих комиссий, в том числе Военно-санитарной, специальной комиссии при Отделении биологических наук АН СССР по изысканию дополнительных пищевых ресурсов и пр. В 1943 г. он возглавил Комиссию по физиологической оптике, созданной президиумом академии для координации деятельности в условиях военного времени ученых разных специальностей в области физиологии зрения. Его заместителями стали физик Вавилов (в то время президент АН СССР) и психофизиолог Кравков. Комиссия регулярно издавала сборник трудов «Проблемы физиологической оптики».

Большинство работ, выполненных под руководством Орбели в это время, приобрело практическую направленность. Они были ориентированы на поиск эффективных методов и средств восстановления и лечения зрения у во-

¹⁹ См.: *Бронштейн А. И.* О явлениях сенсбилизации при определении порогов чувствительности органов чувств // Физиологический журнал СССР. 1939. Т. 26. С. 6–14; *Бронштейн А. И.* Сенсбилизация органов чувств. Л., 1946.

²⁰ См.: *Алексаиян А. М., Лившиц Н.* Влияние темновой адаптации на критическую частоту слияния мельканий // Физиологический журнал СССР. 1939. Т. 26. С. 183–189.

²¹ Исследования, начатые в начале 1940-х гг., позже успешно проводились учениками Орбели. См.: *Алексаиян А. М.* Влияние пониженного барометрического давления на зрительные последовательные образы // Физиологический журнал СССР. 1945. Т. 31. С. 260–267; *Загорюлько Л. Т.* Течение зрительного последовательного образа Пуркине при взаимодействии афферентных систем // Проблемы физиологической оптики. 1948. Т. 6. С. 89–107; *Зимкина А. М., Зимкин Н. В.* О динамике нервных процессов в последовательных ощущениях и образах // Физиологический журнал СССР. 1950. Т. 36. С. 83–91 и ряд др.

еннослужащих, перенесших ранения, а также поддержания нормальной работоспособности глаза в условиях военных действий.

Спектр этих исследований, многие из которых проводились непосредственно в госпиталях, был очень широк. Так, электрическое раздражение глаза было использовано для диагностики функционального состояния зрительной системы при черепно-мозговых ранениях в области глаза; было установлено, в частности, что пороги электрического раздражения у раненных с проникающим ранением черепа тем выше, чем меньше поле зрения исследуемого; под влиянием звуковых раздражений увеличение площади слепого пятна у здоровых людей соответствует расширению поля зрения, при проникающих же ранениях черепа наблюдается обратная закономерность; исследовалось влияние адреналина на электрическую чувствительность глаза при ранениях в затылочную часть мозга. Изучалось также явление утомления зрения при несении специальной службы наблюдения, пространственное зрение, влияние биостимуляторов на световую чувствительность в условиях темновой адаптации и ряд других проблем²².

В самый разгар войны Орбели создал в Москве лабораторию авиамедицины, где вместе со своими учениками занялся совершенно новой для него проблемой – исследованием цветного зрения. При изучении функциональных нарушений в цветоощущении летчиков с подъемом на высоту было установлено противоположное по знаку изменение восприятия цвета: пороговая чувствительность к синему и зеленому цветам значительно увеличивалась, тогда как к красному и желтому уменьшалась. В то же время кривые видности дневного зрения не изменялись. Эти данные привели Орбели к предположению о существовании различных физиологических механизмов двух компонентов дневного зрения человека – цветовой и яркостной, что было подтверждено экспериментально его учениками Л. И. Мкртычевой и В. Г. Самсоновой. Однако оказалось, что при подъеме на высоту кривые видности сумеречного зрения смещались в длинноволновую часть спектра. По мнению Орбели, это явление свидетельствовало о существовании различных механизмов, обуславливающих различие яркости по спектру в условиях дневного и сумеречного зрения. Были найдены способы предотвращения нарушений цветоразличия при высотных полетах в условиях кислородного голодания. В частности, рекомендовано добавление углекислоты в газовую смесь вдыхаемого воздуха²³. Позже в опытах на лягушках Мкртычева установила, что

²² Публикация этих исследований была осуществлена в первый послевоенный год. Однако полученные данные находили свое практическое применение в годы войны. См.: *Бронштейн А. И., Зимкин Н. В., Лебединский А. В.* Об использовании электрического раздражения для диагностирования функционального состояния зрительного анализатора // Труды Военно-медицинской академии. 1946. Т. 37. С. 83–87; *Прессман Я. М.* О приложимости законов Пипера к центральному элементу зрительного прибора // Труды Военно-медицинской академии. 1946. Т. 37. С. 54–58; *Ионтов А. С., Мозжухин А. С.* Влияние побочных раздражителей на некоторые элементы глаза в норме и при проникающих ранениях черепа // Труды Военно-медицинской академии. 1946. Т. 37. С. 59–69; *Фадеева А. А.* Влияние адреналина на функциональное состояние афферентных систем при черепно-мозговых ранениях // Труды Военно-медицинской академии. 1946. Т. 17. С. 132–143.

²³ См.: *Мкртычева Л. И., Самсонова В. Г.* Гипокапнический и аноксемический эффект в изменении порогов цветовой насыщенности // Доклад АН СССР. 1944. Т. 44. С. 45–48.

понижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе ощути-мо снижает скорость регенерации родопсина в зрительных клетках в ходе 14-часовой темновой адаптации²⁴.

Заметим, что проблемами цветного зрения уже в 1930-е гг. начали зани-маться Кравцов, ученики Орбели – А. В. Лебединский, Н. Д. Ньюберг. Осо-бенно следует отметить достижения доцента Харьковского офтальмологиче-ского института Е. Б. Рабкина. Им была разработана в 1939 г. специальная комбинированная методика исследования цветного зрения, с помощью ко-торой можно было диагностировать различные виды расстройств цветоощу-щения. Для решения этой сложной проблемы Рабкин создал прибор «ано-малоскоп» и подготовил серию полихроматических таблиц (атлас цветов), выдержавших 5 изданий. Знаменитые таблицы Рабкина были в 1945 г. под-вергнуты подробному статистическому обследованию зарубежными специа-листами Л. Харди, Г. Рэндом и М. С. Риттлером и признаны лучшими из всех существующих²⁵.

Возвращаясь к годам войны, укажем, что в это непростое время Орбели и его сотрудники также начали изучение физиологии мышечного аппарата гла-за. В частности, исследовалась функция цилиарной мышцы и ее иннервация, а также влияние симпатической иннервации на мигательный рефлекс, взаи-моотношение между анимальной и парасимпатической нервными системами по реакциям наружных и внутренних мышц глаза.

После окончания Великой Отечественной войны начался период восста-новления разрушенного войной народного хозяйства и возвращения к мирной жизни. В это время снизилось количество разработок, связанных с запросами войны. На первый план снова выдвигаются исследования фундаментальных теоретических проблем в области физиологии сенсорных систем.

В конце мая 1946 г. в Москве прошло второе совещание по физиологиче-ской оптике. Открывая его, Вавилов отметил, что опыт только что пережи-той войны показал большое значение этой области знания. Он оказался чрез-вычайно ценным при решении ряда проблем офтальмологии, социальной гигиены и гигиены трудовой деятельности. Как отмечалось на совещании, интересы развития физиологической оптики требовали дальнейшей коопе-рированной и согласованной работы специалистов разных областей знания – физиков, физиологов, биохимиков, глазных врачей, инженеров-оптиков, све-тотехников, гигиенистов, психологов и математиков. Вавилов также обратил внимание на появление новых методов исследования, произошедшее в по-следнее десятилетие.

Закрывая совещание, Лебединский назвал, вместе с тем, ряд узких мест в развитии физиологической оптики. Среди них отмечалась, в частности, мало-численность работ о возникновении нервного импульса в сетчатке под дей-ствием светового раздражителя, по исследованию светочувствительных пиг-ментов сетчатки, по регуляции кровообращения, внутриглазного давления, по функции пространственного зрения. Особенно отстает, как было отмечено

²⁴ См.: *Мкрычева Л. И.* Образование зрительного пурпура у лягушки в условиях кислород-ного голодания // Доклады СССР. Новая серия. 1950. Т. 73. С. 221–224.

²⁵ См.: *Hardy, L. H., Rand, G., Rittler, M. C.* Tests for the Dedection a. Analysis of Colorblindness // *Journal of the Optical Society of America.* 1945. Vol. 35. P. 268–271.

докладчиком, изучение эволюции зрительной функции в целом. Была принята резолюция о созыве совещаний по физиологической оптике ежегодно. Однако выполнена она не была, отнюдь не по научно-организационным причинам.

Надо сказать, что как раз в эти первые послевоенные годы прошло формирование лаборатории авиамедицины. Ее сотрудники, занимавшиеся проблемами зрения, были переведены Орбели в физиологический институт им. И. П. Павлова. Одна группа под руководством Загорулько работала в Ленинграде, другая – в Московском филиале этого института. У московской имелись две лаборатории: биофизическая, которой заведовал Г. М. Франк, и биохимическая, возглавляемая В. А. Энгельгардом. Эти реорганизационные процессы не помешали, а, в определенной степени, даже стимулировали проведение во второй половине 1940-х гг. сложных исследований в области физиологии цветного зрения, спектральной чувствительности зрения, электрофизиологии зрительных рецепторов, офтальмологической оптики и т. п.

Следует особо отметить, что в это пятилетие Загорулько и его сотрудники внесли существенный вклад в изучение пространственного зрения. Ими было установлено, что восприятие световых свойств и пространственных отношений предметов окружающей среды осуществляется совместной и скоординированной деятельностью световоспринимающей и двигательной-воспринимающей структур зрительного анализатора. Был внесен ряд уточнений в понимание особенностей формирования последовательных образов и динамики соответствующих нервных процессов, происходящих в афферентных системах²⁶.

Для понимания процессов функционирования зрительного анализатора как многоуровневой системы исключительный интерес приобрел вопрос о биологической роли клеток пигментного эпителия. Становилось все более очевидным, что пигментный эпителий играет ключевую роль в обеспечении нормального функционирования сетчатки и в патогенезе ряда тяжелых глазных заболеваний. Отростки клеток этого эпителия находятся в тесном анатомическом контакте, с одной стороны, с фоторецепторами сетчатки, с другой – с сосудистой оболочкой глаза. Несмотря на попытки обнаружить какие-либо признаки иннервации этих клеток этого сделать не удалось. Последнее обстоятельство наводило на мысль, что их регуляция осуществляется нейрогуморальным способом.

В этой связи большое внимание стали уделять раскрытию некоторых аспектов функциональной деятельности гипофизной и гипоталамической областей головного мозга. В экспериментах на амфибиях было установлено, что зрачковая реакция у лягушек после перерезки зрительного нерва не только сохраняется, но даже усиливается. Экстирпация же гипофиза резко угнетала реакцию зрачка на свет, а инъекция интермедина и питуитрина ее повышала. Это свидетельствовало о важной роли эндокринной системы в регуляции светочувствительности глаза²⁷.

²⁶ См. Загорулько. Течение зрительного последовательного образа Пуркинье...; Зимкина, Зимкин. О динамике нервных процессов в последовательных ощущениях и образах...

²⁷ См.: Зимкина А. М., Лебединский А. В. О вариациях механизмов зрачковой реакции у различных видов животных // Журнал общей биологии. 1945. Т. 6. С. 305–311; Кольцова М. М.

В эти же годы началось углубленное изучение зрительного пигмента – родопсина, открывшее новую, как оказалось впоследствии, исключительно значимую и перспективную область физиологии зрения. В конце 1940-х гг. в лаборатории Энгельгардта в Москве Т. В. Венкстерн провела подробное биохимическое исследование родопсина и ряда других ферментов, в первую очередь АТФазы, в наружных сегментах фоторецепторов²⁸. Орбели также заинтересовался этой для него новой областью физиологии. По его предложению в Институте физиологии им. И. П. Павлова начались исследования регулирующего воздействия нервной системы на процесс регенерации зрительного пигмента родопсина. Так, его ученица Мкртычева, в частности, изучила влияние перерезки симпатического нерва на регенерацию родопсина в сетчатке лягушки. Ей удалось показать, что десимпатизация изменяет количество этого пигмента в сетчатке после ее предварительной световой и последующей темновой адаптации²⁹.

Подводя итог почти 30-летнего периода в изучении физиологии зрения, хотелось бы подчеркнуть, что оно проводилось в основном в русле идей и методов, разработанных Лазаревым, Вавиловым и Орбели. Именно эти ученые благодаря своим новаторским приемам исследования, широте взглядов, междисциплинарному подходу к объектам исследования, умением привлечь молодых научных работников к решению сложнейших проблем и заражать их своим энтузиазмом создали признанные научные школы, которые пережили своих основателей.

Необходимо отметить выдающийся вклад Орбели в построение единой интегрированной системы регуляции «периферических рецептивных приборов» органа зрения от первого фотохимического процесса до ассоциативных зон коры головного мозга. Осмысливая огромный экспериментальный материал, касающийся механизмов взаимодействия эфферентных систем, он всегда пытался найти конкретные физиологические пути регуляции зрительного аппарата.

Взгляды Орбели на регуляцию рецепторов в дальнейшем подтвердились. Уже в начале 1960-х гг. было развито представление о существовании двух путей регуляции сетчатки – прямого нервного и нейроэндокринно-гуморального. Первый, как и предполагал Орбели, осуществляется по эфферентным волокнам зрительного нерва и воздействует на нервные слои сетчатки, второй имеет своим анатомическим субстратом, скорее всего, так называемую оптико-вегетативную систему, связывающую сетчатку с гипоталамусом и гипофизом³⁰.

Роль гипофиза в регуляции световой чувствительности амфибий // Физиологический журнал СССР. 1946. Т. 32. С. 621–628.

²⁸ См.: Венкстерн Т. В. Фосфорные соединения сетчатки // Биохимия. 1949. Т. 14. Вып. 1. С. 138–150.

²⁹ См.: Мкртычева Л. И. Некоторые данные о роли симпатической нервной системы в образовании зрительного пурпура у лягушек // Доклады АН СССР. Новая серия. 1950. Т. 72. С. 985–987; Мкртычева. Образование зрительного пурпура у лягушек в условиях кислородного голодания...

³⁰ См.: Островский М. А. К вопросу о нисходящих влияниях на сетчатку лягушки // Биофизика. 1962. Т. 7. С. 55–63.

Рассмотренный период в развитии физиологии зрения в России завершило событие, резко отрицательно повлиявшее на развитие всей физиологии. В 1950 г. состоялась, как известно, объединенная сессия Академии наук СССР и АМН СССР, посвященная проблемам физиологического учения Павлова. Ее целью была «защита» павловского учения как «единственно правильного» от якобы искажающих его методологически несостоятельных и «реакционных» взглядов ряда ученых, находящихся под влиянием враждебной идеологии. В строгом смысле слова эта сессия, которую стали называть «павловской», не была научной. Канонизируя отдельные стороны учения Павлова, превращая их в незыблемый догмат, устроители сессии игнорировали его живой, творческий дух, чем исключали возможность свободного развития науки.

Основными мишенями нападков стали Орбели и его ближайшие ученики и приверженцы. Наиболее талантливого последователя Павлова обвиняли в том, что он будто бы увел научные коллективы руководимых им учреждений в сторону от разработки основных задач павловского научного наследия и на деле извратил ряд важнейших его положений. Ему, в частности, инкриминировали и то, что в работах по физиологии органов чувств он якобы игнорировал учение Павлова об анализаторах.

В итоге Орбели и ряд его последователей были сняты со всех занимаемых ими постов. Оба физиологических института были слиты в один Физиологический институт им. И. П. Павлова АН СССР, многие физиологические лаборатории либо расформированы, либо реорганизованы. Все это нанесло огромный ущерб всем разделам физиологии, в том числе и физиологии зрения³¹. Тем не менее

в самые тяжелые времена опалы школа (Орбели. – *М. О. и др.*) не распалась и сохранила себя благодаря тому, что верность учителю определялась не личной преданностью, а служением делу [...]. Переоценка достижений школы, искусственно созданная политико-идеологическими средствами, не удалась³².

Идеи Орбели, несмотря на все перипетии, успешно развиваются уже не одним поколением его учеников и последователей.

³¹ Сложившаяся ситуация негативным образом отразилась также и на периодике проведения совещаний по физиологической оптике, и на современной публикации материалов этих форумов. Так материалы третьего совещания (Москва, 1949 г.) были опубликованы лишь спустя четыре года. Причем влияние печально известной сессии 1950 г. отразилось и на «подборе» публикации докладов. Четвертое совещание состоялось в 1955 г. в Ленинграде, и его материалы были опубликованы в 1958 г. Конечно, прошедшие пять лет отнюдь не способствовали прежнему успешному развитию физиологии зрения. Свидетельством этому, к примеру, является тот факт, что на 20-м Международном конгрессе по физиологии (Брюссель, 1956 г.) на секции физиологии зрения не было представлено, к сожалению, ни одного доклада советских ученых. Отметим, что формальное осуждение павловской сессии было вынесено только в 1990 г. на Общем собрании Отделения физиологии АН СССР.

³² *Григорьев, Григорьян.* Научная школа академика Леона Абгаровича Орбели... С. 106.