

А К А Д Е М И Я Н А У К С С Р



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

доктор биол. наук *Л. Я. Бляхер*,
доктор физ.-мат. наук *А. Т. Григорьян*,
доктор физ.-мат. наук *Я. Г. Дорфман*, академик *Б. М. Кедров*,
доктор эконом. наук *Б. Г. Кузнецов*,
доктор хим. наук *В. И. Кузнецов*,
доктор биол. наук *А. И. Купцов*, канд. истор. наук *Б. В. Левшин*,
чл.-корр. АН СССР *С. Р. Микулинский*,
доктор истор. наук *Д. В. Ознобишин*,
канд. техн. наук *Э. К. Соколовская* (ученый секретарь),
канд. техн. наук *В. Н. Сокольский*,
доктор хим. наук *Ю. И. Соловьев*,
канд. техн. наук *А. С. Федоров* (зам. председателя),
канд. техн. наук *И. А. Федосеев*,
доктор хим. наук *Н. А. Фигуровский* (зам. председателя),
доктор техн. наук *А. А. Чеканов*,
доктор техн. наук *С. В. Шухардин*,
доктор физ.-мат. наук *А. П. Юшкевич*,
академик *А. Л. Яншин* (председатель),
доктор психолог. наук *М. Г. Ярошевский*

С. А. Чеснокова

**Карл
ЛЮДВИГ**

1816—1895



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1973

Яркой фигурой среди целой плеяды талантливых физиологов, обогативших науку многочисленными открытиями, был Карл Фридрих Вильгельм Людвиг (1816—1895). Одаренный исследователь, основоположник нового, физико-химического направления в физиологии, Людвиг одновременно явился основателем и организатором крупнейшей в истории медицины научной школы, оказавшей влияние на развитие физиологии в целом ряде стран Европы и Америки.

Немалая заслуга в успехе руководимых Людвигом лабораторий принадлежит его ученикам — выходцам из России. Среди них были Ф. В. Овсянников, И. М. Сеченов, Н. О. Ковалевский, В. Я. Данилевский, И. П. Павлов и другие, чьи труды во многом определили пути дальнейшего развития физиологии.

В отечественной литературе нет почти никаких сведений о Людвиге и его научных заслугах. Задача настоящей книги — восполнить этот пробел и восстановить одну из значительных и интересных страниц истории физиологии.

Книга может быть рекомендована врачам, физиологам, а также всем, кто интересуется развитием мировой науки.

Ответственный редактор
профессор М. Г. ЯРОШЕВСКИЙ

От автора

Воскрешая в памяти страницы истории медицины и естествознания, мы убеждаемся в том, что понятия о функциях организма зародились еще в древности и развивались в неразрывной связи с практической медициной. Однако физиологическая наука в настоящем ее понимании — наука, охватывающая деятельность всего организма и деятельность отдельных его систем и органов, — не могла развиваться из-за отсутствия необходимого уровня знаний в смежных дисциплинах, в основном — в физике и химии.

Лишь во второй половине XIX в. созрела обстановка, на базе которой стало возможным развитие физиологии в целом: физика и химия сделали значительные успехи, и прикладные стороны этих наук смогли использовать биология, физиология, медицина.

Этот период, как нам представляется, и является эпохой формирования основ современной физиологии. Физиологи XIX в., как скульпторы, высекали из бесформенной массы знаний очертания науки наших дней. Они же начали отделять ее детали так, что к XX в. сформировалась самостоятельная дисциплина с целым рядом намечающихся ответвлений, работать над которыми стало уделом исследователей будущего.

Много славных имен ученых, трудившихся в разных странах, вписано в историю физиологии. Творчество од-

них связано с открытием какого-либо кардинального явления или механизма; творчество других породило теории и гипотезы, которые определенное время играли прогрессивную роль в накоплении и оценке полученных фактов.

Наряду с этим были и такие исследователи, деятельность которых связана с внедрением новой методологии в науку, становлением науки на «новые рельсы».

Заслуги виднейшего немецкого физиолога Карла Людвига относятся ко всем трем категориям заслуг, упомянутых выше. Он обогатил физиологию оригинальными открытиями и новыми теориями, был одним из основоположников новой методологии в науке. Научная деятельность Людвиг неразрывно связана с деятельностью его современников и друзей — немецких физиологов Эмиля Дюбуа Реймона, Эрнста Брюкке, Германа Гельмгольца. Личная дружба и деловой контакт этих ученых длились всю жизнь. Это позволило им объединить усилия, чтобы способствовать перестройке самих основ физиологии.

Не ограничиваясь работой над конкретными вопросами, касающимися функций разных систем организма, они поставили перед собой цель сделать физиологию полностью экспериментальной наукой, освободив ее тем самым от оков натурфилософии с ее спекулятивными построениями и беспочвенными допущениями. Людвиг и его единомышленники ввели новое аналитическое физико-химическое направление в науку. Это послужило отправным моментом для преодоления витализма в физиологии.

Их ли вина была в том, что в век господства идеалистической философии они не смогли до конца очистить физиологию от идеалистических представлений! Трудно было бы требовать последовательного материализма от ученых, не знакомых с материалистической философией, которую в те годы создавали их великие земляки — Маркс и Энгельс. Трудно было в те времена отрешиться

от имеющих широкое хождение в Германии идей Канта, критически подойти к философским взглядам Гегеля и увидеть в его трудах те «золотые зерна» диалектики, которые нашли в них основоположники диалектического материализма.

Карл Людвиг, являвшийся, по словам Дюбуа Реймона, «знаменосцем нового направления в физиологии», был необыкновенно многосторонним исследователем. Кажется, не существовало таких вопросов физиологии, которыми бы он не занимался плодотворно и успешно.

Одна из причин его научных успехов заключалась в применении новых методик, позволяющих регистрировать и измерять функции различных систем организма. С исключительной изобретательностью он конструировал для этой цели многочисленные приборы. Предложенные им методики немедленно заимствовались физиологами разных стран и прочно входили в арсенал физиологических лабораторий. Некоторые из приборов Людвиг являются обязательным атрибутом даже современных физиологических экспериментов.

Получая с помощью новых методик точные количественные показатели деятельности различных систем организма, Людвиг на их основе строил теоретические предположения о механизмах физиологических функций и их регуляций. Все процессы, протекающие в живом организме, в отличие от большинства своих предшественников, он рассматривал с позиций физики в химии.

Людвиг не оставил толстых фолиантов своих трудов. Нет и полного собрания его сочинений, хотя в основе чуть ли не каждого раздела физиологии можно найти установленные им факты и выводы.

Причина кроется в том, что работ, выполненных лично Людвигом, не так уж много. Это в свою очередь объясняется замечательным свойством ученого — не работать в одиночку. Людвиг всегда работал вместе с многочисленными учениками. Отделить работу учителя от работы

его учеников стало невозможно! Да и вряд ли есть в этом необходимость.

Если первой характерной чертой Людвига следует считать его талантливую научную деятельность, то второй чертой, присущей ему в высшей степени и отличающей его от других ученых, следует считать его деятельность как основоположника и руководителя беспримечательной в истории физиологии научной школы.

Около 300 учеников работали вместе с Людвигом. Исследования Людвига и его учеников, неразрывно связанные, во многом продвинули вперед физиологию не только в Германии, но также физиологию в разных странах, куда ученики Людвига увозили накопленный опыт, новую научную методологию, многочисленные новые методики, а вместе с тем горячую благодарность и неугасающую память о своем дорогом учителе.

Традиция Людвига работать вместе со своими учениками, подчас печатая материалы без упоминания собственного имени, его необычайная скромность и равнодушие к личной славе послужили причиной того, что последующие поколения физиологов и медиков стали постепенно утрачивать представление о заслугах самого Людвига.

В свое время о Людвиге не было написано ни книг, ни сколько-нибудь исчерпывающих статей. Восстанавливать для истории физиологии картину деятельности этого замечательного ученого начал Карл Ротшу, известный немецкий физиолог, перу которого принадлежит наиболее полная и исчерпывающая книга по истории физиологии [1]. Труд его ученика Гейнца Шроера [2] значительно продвинул вперед разрешение этой задачи.

В последние годы физиологи Германской Демократической Республики профессор Г. Дришель [3], профессор Шуберт [4] и другие также опубликовали ряд статей, освещающих жизнь и деятельность Людвига. Несколько лет назад профессором Берлинского университета М. Линде-

манн и автором данной книги была задумана и выполнена совместная работа с целью выявить научный контакт Людвиг с физиологами и врачами, приезжавшими к нему из России [5]. Собранные нами данные в Москве, Берлине, Лейпциге послужили основой для ряда статей [6, 7, 8, 9]. С этими материалами мы выступали также на симпозиуме в Лейпциге, состоявшемся в 1969 г., посвященном столетию со дня основания Людвигом физиологического института в Лейпциге.

Собранные материалы показали, что у Людвиг работали над научными темами или знакомились с физиологическими методиками в разное время не менее 55 молодых исследователей из России.

Анализ их деятельности в лабораториях, руководимых Людвигом, дал возможность судить не только о том, чему научились наши соотечественники у пользовавшегося мировой славой немецкого профессора, но также и о том, что ценное внесли они своими трудами в науку, какова их доля в достоянии интернационального коллектива учеников и сотрудников Людвиг.

Научная школа Людвиг представляет собой удивительный пример коллектива, работавшего чрезвычайно производительно и оставившего неизгладимый след в истории науки. В ней заложены те прочные исторические корни научного сотрудничества русских и немецких физиологов, которое имело место в прежнее время, затем было прервано историческими событиями и социальными потрясениями, а в настоящее время восстанавливается и успешно развивается.

Полное отсутствие литературы на русском языке о жизни и деятельности Карла Людвиг и его единомышленников, Дюбуа Реймона и Брюкке и желание ознакомить читателей с заслугами этих ученых, а также с интереснейшим периодом становления физиологии явились побудительным стимулом для работы над этой книгой.

Как известно, литература о развитии отечественной

физиологии весьма небогата. Нам практически неоткуда почерпнуть сведения о многих физиологах прошлого. В то же время среди них были яркие и талантливые люди, известные в свое время выдающимися исследованиями. В наши дни они незаслуженно забыты.

Научное наследие школы Людвига — неотъемлемый фрагмент общей картины развития науки и научной методологии второй половины XIX столетия.

В связи с этим, говоря о жизни, деятельности, мировоззрении Людвига и его русских учеников, нельзя было не затронуть некоторые общие вопросы, характеризующие историческую обстановку того периода в Германии и России. Сделана также попытка провести сравнительный анализ условий, в которых развивалась физиологическая наука в немецких и русских университетах.

Разумеется, излагая эти положения, автор не ставил себе цель дать исчерпывающую их характеристику, о чем хотелось бы сразу предупредить взыскательных историков.

На всех этапах работы над книгой большую помощь автору оказывала профессор Берлинского университета Марианна Линдемманн, за что хочется выразить ей горячую благодарность.

Автор благодарит также профессоров Е. Шуберта, Г. Харрика (Берлин) и В. Хашке (Йена).

Много ценных указаний получено от доктора биологических наук В. Л. Меркулова (Ленинград), от доцента кафедры философии Университета дружбы народов Т. А. Михайловской.

Глава первая

Обстановка в Германии, предшествовавшая и сопутствовавшая жизни Карла Людвига. Исторический период, философия, культура

В наше время ни у кого уже не вызывает сомнений тот факт, что оценить деятельность какого-либо ученого, понять природу его творчества нельзя без учета исторических особенностей периода его жизни.

Академик Б. М. Кедров [1] в анализе деятельности ученых прошлого предлагает принимать во внимание несколько факторов: глобальный климат — соответствующий исторический период; макроклимат — степень развития науки, характерную для периода творчества данного ученого; наконец, микроклимат — специфику деятельности ученого, его творческую личность и его непосредственное окружение — ту ячейку в науке и обществе, в которой он творил и жил.

Исторический период

Карта Германии первой половины XIX в. напоминала лоскутное одеяло. Мелкие графства и герцогства, не объединенные ни политически, ни экономически, вели вполне независимое друг от друга существование. Полуфеодальный строй имел в этой раздробленности свою прочную опору. Государства, позже составившие объединенную Германию, в начале XIX столетия были отсталыми по сравнению со своими мощными европейскими соседями — Англией и Францией. Феодалные отношения тормозили развитие зарождающегося капитализма. Впрочем, государства были не совсем равноценны — среди них начала выделяться Пруссия. Военно-помещичья Пруссия являлась более организованной частью Германии, стре-

мившейся подчинить себе другие земли и господствовать над ними.

В небольших зеленых городах и городках Германии с неизблемым укладом жизни: воскресными мессами в соборах, показательным «благонравием» солидных бюргерских семейств, в обставленных с немецкой помпезностью княжеских замках — не было мира.

Пробивающиеся ростки буржуазного класса насаждали свои порядки, нажим на простой народ усиливался. Ответом явились народные восстания в 30—40-х годах. Так, в 40-х годах вспыхнуло известное восстание силезских ткачей. В 1848 г. в странах Европы прокатилась волна революций. Не остались нейтральными и немецкие княжества. Революция охватывала последовательно Баден, Вюртемберг, Баварию. Революционное движение ширилось. Во главе его стояла буржуазия. Как известно, народное движение вскоре было подавлено, и буржуазия, роль которой была особенно реакционной, объединившаяся с юнкерством под эгидой прусской военщины, восстановила прежний порядок в герцогствах и королевствах Германии.

Годы революции сменились периодом реакции и репрессий. В 50-е годы началась волна промышленного подъема. Энгельс писал: «Потерпев в 1848 и 1849 гг. благодаря своей трусости позорное поражение на политической арене, немецкая буржуазия утешилась тем, что с пылом бросилась в крупную промышленность»*.

Быстрое развитие крупной промышленности требовало объединения разрозненных государств и упрощения сложившихся между ними политических отношений. В те времена, по представлениям Маркса и Энгельса, существовало два пути объединения Германии. Один из них означал революционную борьбу, свержение правительства тирании и объединение страны в единое демократическое государство. Этот путь — революционных преобразований, или, как его называли, путь «объединения снизу», — был целью, которую ставили перед собой коммунисты. Второй возможный путь (против которого коммунисты боролись) являлся объединением Германии «сверху» при вмешательстве и активном лидерстве наиболее развитой Пруссии.

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 19, стр. 176—177.

В этот период король Пруссии Вильгельм назначил на пост министра-президента Отто фон Бисмарка (1815—1898), связанного с богатейшей частью прусского юнкерства. Бисмарк повел политику вооружения Пруссии и укрепления ее экономического и политического положения, в то же время борясь с любым демократическим движением в стране.

В результате целого ряда дипломатических актов и военных действий Пруссия встала во главе 22 бывших государств. Война с Францией в 1871 г., в ходе которой к Пруссии отошли Эльзас и Лотарингия, завершила консолидацию и объединение Германии как единого сильного государства со значительной военной мощью.

Такова была в самых общих чертах картина исторического развития страны к 70-м годам XIX в.

Между 70-ми и 90-ми годами в объединившейся Германии начала бурно развиваться экономика. Этому способствовал целый ряд факторов, в частности возможность учитывать опыт передовых стран, исключая их ошибки.

Кроме того, молодая промышленность растущей Германии с самого начала основывалась на новой, более совершенной технике.

Промышленный расцвет за короткий срок выдвинул страну из ряда отсталых в число преуспевающих стран развивающегося капитализма.

Философия

Разумеется, в кратком обзоре нельзя дать исчерпывающий анализ главных направлений философской мысли. Однако философия теснейшим образом связана с развитием и состоянием естественных наук, из которых философы черпали и черпают фактический материал для своих концепций и теорий. В свою очередь, естествоиспытатели исходят в своей научной методологии из тех или иных философских направлений. Поэтому, чтобы уяснить закономерности развития физиологии на протяжении XIX в., необходимо составить хотя бы общее представление об основных направлениях философской мысли того периода.

Предыдущий, XVIII век был веком метафизики и теологии. Господствующими направлениями в науке были,

по словам М. П. Мультиановского: «1) Эмпиризм — недооценка роли теоретического мышления, отрицание широких, подлинно научных гипотез. 2) Отрицание развития, изменчивости вещей, единства, всеобщей связи и взаимной обусловленности явлений природы. 3) Теология, допускавшая религиозные взгляды о божественном происхождении и целенаправленности устройства мира» [2, стр. 172]. Вместе с тем XVIII век породил свой материализм. Материализм этот был механистическим. Именно механика в те годы являлась наиболее законченной наукой, тогда как «Химия существовала еще в наивной форме, основанной на теории флогистона. Биология была еще в пеленках...» *

Теория происхождения и развития Вселенной, выдвигнутая И. Кантом в 1755 г. и позже подтвержденная и обоснованная Лапласом, впервые поколебала представления о стабильности и незыблемости мира. В биологии подобный удар по метафизическим представлениям нанес К. Ф. Вольф, показав стадии развития зародыша. «Почти одновременно с нападением Канта на учение о вечности солнечной системы К. Ф. Вольф произвел в 1759 г. первое нападение на теорию постоянства видов, провозгласив учение об эволюции» **.

Вторая половина XVIII и первая половина XIX в. явились эпохой так называемой немецкой классической философии. В эти годы идеалистические философские системы консолидировались. Немецкие философы приобрели мировую известность. Зародившись в период раздробленности Германии, в период формирования в недрах несломленного еще феодализма новых классовых отношений надвигающейся эпохи капитализма, немецкая буржуазия рассматриваемого периода (в отличие от французской и английской) характеризовалась непоследовательностью и политическим бессилием. Страх ее перед коренными революционными преобразованиями и вместе с тем естественное стремление к политической власти, укреплению своего экономического положения, накладывали на идеологию передовых представителей немецкой буржуазии своеобразный отпечаток двойственности. Идея революционного политического преобразования мира

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 21, стр. 286.

** К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 354.

преломлялась в отвлеченной, умозрительной мечте об изменении гнетущей действительности. Отсюда и две противоречивые тенденции в идеологии немецкой буржуазии, нашедшие свое выражение в философии,— революционный метод, идея развития и консервативная идеалистическая система. Как правило, в трудах философов указанное противоречие между методом и системой разрешалось в угоду консервативной системе.

Основоположником классической немецкой философии был кенигсбергский философ Иммануил Кант (1724—1804).

Первый период деятельности Канта (до 70-х годов XVIII в.) характеризовался тем, что он много и плодотворно занимался естествознанием. Он разработал свою гипотезу возникновения солнечной системы в работе «Общая естественная история и теория неба». В этой работе И. Кант высказывал глубокую диалектическую идею об историческом развитии солнечной системы.

В этот период философские воззрения Канта можно в целом охарактеризовать как механистический материализм.

С 70-х годов Кант начал развивать систему «трансцендентального» идеализма. Основное внимание в это время он уделял анализу познавательной способности человека. В своей гносеологии Кант исходил из признания существования внешнего мира. Но этот мир, с точки зрения Канта, является миром «вещей в себе», т. е. принципиально непознаваемым. Гносеологическая сторона философии Канта оказала особенно сильное влияние на представления некоторых естествоиспытателей.

Почти на 40 лет позже Канта в бедной семье ремесленника родился второй представитель классического идеализма — Иоганн Готлиб Фихте (1762—1814). Деятельность Фихте была связана с Йеной и Берлином.

Противоречия в системе Канта не удовлетворяли Фихте, и он сделал попытку разрешить эти противоречия, но уже с позиций последовательного субъективного идеализма. Фихте исходил из существования и развития духовного «Я», в процессе развития которого сознание порождает внешний мир «не-Я», лишенный самостоятельного значения.

«Ты полагаешь,— писал Фихте,— что вещи действительны, что они существуют вне тебя, только потому, что

ты их видишь, слышишь, осязаешь. Но зрение, осязание, слух суть лишь ощущения... Ты ощущаешь не предметы, а только свои ощущения» *. Последнее положение Фихте особенно импонировало воззрениям некоторых физиологов, о чем речь пойдет ниже.

Последовательный субъективный идеализм логически приводит к абсурдным, противоречащим науке выводам: солипсизму и отрицанию существования природы до человека. Таким образом, позиции Фихте оказались весьма уязвимыми.

Третий философ — Фридрих Вильгельм Йозеф Шеллинг (1775—1854) — создал свою философскую систему, перейдя от первоначального увлечения идеями Фихте к объективному идеализму. Эволюция идей Ф. Шеллинга — сложна. Первый период его деятельности связан с развитием натурфилософии, сыгравшей сложную и противоречивую роль в формировании представлений естествоиспытателей. Натурфилософия Шеллинга оказала особое влияние на биологию, физиологию и медицину первой трети XIX в. Последующие поколения ученых потратили немало усилий, чтобы преодолеть тенденции натурфилософии в естественных науках.

Второй период творчества Шеллинга характеризуется переходом на позиции философии откровения, теософии и мистицизма. В своей «Системе трансцендентального идеализма» Шеллинг пытался исходить из тождества субъекта и природы, в основе которого лежит мировое духовное начало. Но Шеллинг не смог дать последовательного философского обоснования соотношению разума и природы, а также логически доказать первичность духовного первоначала. Эту важнейшую задачу, которая являлась камнем преткновения для любой идеалистической системы, по-своему решил Гегель.

Георг Вильгельм Фридрих Гегель (1770—1831) был профессором философии Берлинского университета. Популярность его была чрезвычайно велика. Именно в философии Гегеля находят свое наиболее полное завершение основные тенденции, заложенные работами Канта, Фихте и Шеллинга. Его система представляла собой законченное развитие идеалистической диалектики.

Отмечая положительные стороны диалектики Гегеля,

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 144—145.

следует подчеркнуть, что его величайшей заслугой являлась идея саморазвития. И хотя гегелевская диалектика носила идеалистический характер, она позволила своему творцу подойти к решению важнейших проблем, относящихся к области науки и истории. В частности, у Гегеля мы находим много интересных и глубоких замечаний, касающихся развития живой природы, замечаний, мимо которых не должны проходить и современные естествоиспытатели. Правда, эти положения тоже требуют своего материалистического истолкования, как и гегелевская диалектика в целом. Но осуществление этой задачи является исключительно важным делом, о чем в свое время указывал В. И. Ленин в работе «О значении воинствующего материализма»: «Современные естествоиспытатели найдут (если сумеют искать и если мы научимся помогать им) в материалистически истолкованной диалектике Гегеля ряд ответов на те философские вопросы, которые ставятся революцией в естествознании и на которых «сбиваются» в реакцию интеллигентские поклонники буржуазной моды» *.

Взятое в целом учение Гегеля оставляло, как мы видели, большой простор для самых различных политических и идейных воззрений. «Человек, придававший главное значение *системе* Гегеля, мог быть довольно консервативным в каждой из этих областей (религия и политика.— С. Ч.). Тот же, кто главным считал диалектический *метод*, мог и в религии и в политике принадлежать к самой крайней оппозиции» **.

Неудивительно поэтому, что после смерти Гегеля начался процесс размежевания в его школе. Выделялись «правые» и «левые» гегельянцы. Первые стремились усилить наиболее реакционную сторону гегелевского учения. «Левые» гегельянцы (младогегельянцы) выступали с резкой критикой религии и выдвигали более смелые политические принципы. Идеи Гегеля вызывали у современников огромный интерес. Однако с уверенностью можно сказать, что для овладения гегелевским диалектическим методом понадобилось преломление философии Гегеля в трудах К. Маркса, Ф. Энгельса, В. И. Ленина.

Впервые наиболее убедительную научную критику Ге-

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 31.

** К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 21, стр. 279.

геля с позиций философского материализма дал Людвиг Фейербах.

Людвиг Андреас Фейербах (1804—1872) довольно последовательно для своего времени критиковал идеализм и религию, развивая мысль о первичности бытия и вторичности сознания. Он утверждал, что «природа существует независимо от какой бы то ни было философии. Она есть та основа, на которой выросли мы, люди, сами продукты природы. Вне природы и человека нет ничего, и высшие существа, созданные нашей религиозной фантазией, это — лишь фантастические отражения нашей собственной сущности» *.

Основным предметом исследования Фейербаха был человек как биологическое существо. Этот антропологический принцип оказался необычайно узким и логически привел Фейербаха к идеализму в оценке явлений общественной жизни.

Социальная сущность человеческой личности совершенно выпадала из поля зрения Фейербаха. А так как человек — центральное звено истории, Фейербах пытался объяснить законы общественного развития, полагаясь на знание биологической сущности человека. Поскольку основным в человеческой физиологии, с его точки зрения, является стремление к продолжению рода, основанного на чувстве любви, то последнее начинает рассматриваться Фейербахом как определяющий фактор общественного развития. Отсюда его идея — создание религии любви, которая должна устранить недостатки существующего общества и способствовать созданию новых общественных отношений. Фейербах, таким образом, в своей философии не вышел за рамки метафизического материализма, но значение его учения особенно велико потому, что оно подготовило умы немецкой интеллигенции, ее лучших представителей, для восприятия в будущем идей материализма более высокого типа — материализма диалектического.

На естествознании начала XIX в. не могла не отразиться немецкая классическая философия. Философские положения Канта, Фихте, Шеллинга, Гегеля оказали влияние и на последующие поколения биологов, медиков,

* См. К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 21, стр. 280.

физиологов. В то же время материалистические идеи Фейербаха находили себе все более благоприятную почву, черпая силы в новых открытиях естественных наук.

Начиная с 40-х годов К. Маркс и Ф. Энгельс вступили в борьбу с силами реакции на поприще философии, политики, идеологии, экономики. Одно за другим стали создаваться такие произведения, как «Святое семейство» (1844), «Немецкая идеология» (1845—1846), «Ниццета философии» (1847), «Манифест Коммунистической партии» (1847—1848). Эти работы стали своего рода маяками, освещающими путь в сумятице идей и представлений бурного XIX столетия. Творцы диалектического материализма опирались на богатство философского наследия прошлого, используя рациональное зерно философии Гегеля, материалистические идеи философии Фейербаха и отбросив все то, что было в них реакционного, метафизического и идеалистического.

Лишь с помощью работ К. Маркса, Ф. Энгельса, а позже В. И. Ленина оказалось возможным осмыслить и по заслугам оценить те философские течения, которые были присущи Германии прошлого.

Однако диалектический материализм на протяжении XIX в. слабо проникал в естественные науки. Во многих работах естествоиспытателей Германии, России, связанных с обсуждением тех или иных философских проблем, нет упоминаний ни о диалектическом материализме, ни о его творцах — Марксе и Энгельсе.

Почему же, цепляясь за старые философские системы, повторяя их отдельные положения и наследуя их ошибки, ученые-естествоиспытатели оказались глухи к диалектическому материализму? Ответ, как нам кажется, хорошо иллюстрируется приводимой ниже цитатой из работы С. Р. Микулинского и Л. А. Марковой: «Подлинно научная концепция, позволяющая осмыслить и понять природу научного знания, главные определяющие закономерности и движущие силы развития науки, ее место и роль в истории общества, впервые была разработана К. Марксом и Ф. Энгельсом. Но в силу революционного и партийного характера их общей теории взгляды Маркса и Энгельса на развитие и природу науки не могли найти широкого распространения в кругах буржуазной интеллигенции. Историки науки XIX — начала XX в. либо опасались обращаться к трудам основопо-

ложников марксизма, либо просто не знали их» [3, стр. 10].

Приведенное высказывание трактует отношение некоторых историков науки прошлого к творчеству Маркса и Энгельса. Нам представляется, что значительное число крупных естествоиспытателей Германии второй половины XIX в. также не знало философских произведений основоположников научного социализма и материалистической диалектики, будучи в стороне от какой бы то ни было политической деятельности.

Середина XIX в. внесла в философию свою специфику. Этот период ознаменовался успехами естествознания, в частности тремя важными для философии открытиями — клеточной теорией (Теодор Шванн и Матиас Шлейден), законом сохранения энергии (Роберт Майер, Джеймс Прескотт Джоуль, Герман Гельмгольц) и учением о происхождении видов Чарльза Дарвина. Эти принципиально важные открытия позволили объяснить многие явления, которые до той поры оставались «вещью в себе». Развивающиеся естественные науки укрепили позиции ученых, придерживавшихся материалистических воззрений в оценке явлений, присущих природе и обществу.

50—60-е годы вывели на арену идеологической борьбы ученых-естествоиспытателей, принадлежащих к лагерю «вульгарных материалистов».

Карл Фогт (1817—1895) начал свою деятельность с участия в революции 1848 года. Будучи заочно приговорен к смертной казни, он эмигрировал в Швейцарию, где руководил кафедрой физиологии и зоологии в Женевском университете. Из-под пера Фогта выходили работы научно-популярного характера, импонирующие взглядам передовых естествоиспытателей своими материалистическими идеями. «Физиологические письма» Фогта [4], представлявшие собой по существу хорошо написанный учебник физиологии, привлекали внимание физиологов, биологов, медиков многих стран и служили предметом оживленных дискуссий.

Трудно сказать, кем в большей мере являлся Фогт — ученым или политическим деятелем с незавидной репутацией. Карл Маркс резко критиковал Фогта за его политические авантюры, дискредитирующие идеи коммунистического движения*. Однако в вопросах физиологии мозга им

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 14, стр. 395—691.

высказан ряд идей, нашедших подтверждение в исследованиях физиологов последующих поколений.

В те же годы профессор Якоб Молешотт (1822—1893), единомышленник Фогта, широко пропагандировал свои представления о материалистической сущности всех жизненных явлений. Работы Молешотта в основном освещали химические процессы, протекающие в живом организме. Он писал: «...материя всегда имеет вес, занимает известное пространство и способна к движению. Эти свойства так же невозможны без материи, как материя без этих свойств...» [5, стр. 215]. Молешотт, однако, чрезвычайно упрощенно и ошибочно по существу трактовал ряд вопросов, касающихся физиологии человека. В частности, ему принадлежит следующее высказывание: «...Пока яванцы будут питаться преимущественно рисом, а суринамские негры банановой мукою, до тех пор они будут подчинены голландцам» [5, стр. 74]. Автор имел в виду, что углеводная пища якобы порождает пассивность и покорность, в то время как мясная — агрессивность и воинственность. (Следует признать, что подобная точка зрения не чужда некоторым естествоиспытателям и в наши дни [об этом подробнее см. 6, стр. 40].)

Фогт и Молешотт, отстаивая материалистические основы естествознания, в общественно-политической деятельности были реакционерами и противниками исторического материализма.

Третий представитель так называемого вульгарного материализма в философии — Людвиг Бюхнер (1824—1899), разделяя взгляды Фогта и Молешотта по вопросам естествознания, однако в оценке общественных явлений придерживался более прогрессивных воззрений. Работа Бюхнера «Бог и наука» представляет собой одновременно опровержение идеализма и строго научное атеистическое сочинение. Она могла бы отчасти использоваться и в наши дни для антирелигиозной пропаганды [7]. Освещая физиологические процессы с позиций физики и химии, Бюхнер умело опровергал телеологические положения. Он отрицал идею о всеобщей целенаправленности в живом организме, приводя в качестве примера патологию, возникающую в связи со структурой ашпендикса или миндалин.

Оценивая значение научно-популяризаторской деятельности основных представителей «вульгарного материализ-

ма», следует признать, что наряду со справедливо отмеченными Марксом, Энгельсом и Лениным ошибками и недостатками в их творчестве, немалую роль в материалистической перестройке естествознания сыграли их прогрессивные естественнонаучные идеи. Об этом обстоятельстве в настоящее время часто забывают, как нам представляется, совершенно необоснованно. Можно напомнить, что Ленин внес ясность в вопрос: за что Маркс и Энгельс критиковали «вульгарных материалистов». В. И. Ленин писал, что Бюхнер, Фогт и Молешотт не освободили материализм ни от метафизики, ни от механицизма. Кроме того, в вопросах социальных они оставались идеалистами. *«Исключительно за эти три вещи, исключительно в этих пределах отвергает Энгельс и материализм XVIII века, и учение Бюхнера и К°! По всем остальным, более азбучным, вопросам материализма... никакой разницы между Марксом и Энгельсом, с одной стороны, всеми этими старыми материалистами — с другой, нет и быть не может»* *.

Следует помнить также, что работы этих естествоиспытателей по своему существу были доступнее для широкого круга ученых — биологов, физиологов и т. д., — чем специальные труды философов, часто облаченные в туманные фразы. Книжки и статьи К. Фогта, Я. Молешотта и Л. Бюхнера переводились на иностранные языки и с большим интересом читались в широких кругах интеллигенции.

Проникновение в естествознание материалистических идей вызвало резкую оппозицию со стороны представителей идеалистического направления в естествознании.

В 50-х годах апологет идеализма в физиологии, геттингенский анатом и физиолог Рудольф Вагнер пытался организовать специальную кампанию с целью опровергнуть материалистические идеи Фогта, Молешотта и Бюхнера. Но Вагнер не достиг своей цели. Его выступления лишь в еще большей степени привлекли внимание к материалистическим оценкам в биологии и медицине.

К концу века идеализм все еще не сдавал своих позиций. Ожили видоизмененные идеалистические положения Гегеля, агностицизм Канта. В работах философов последующих поколений прозвучал субъективный идеализм.

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 253.

В. И. Ленин в своей бессмертной книге «Материализм и эмпириокритицизм» дал исчерпывающую критику философских течений, относящихся к концу XIX — началу XX в. (Э. Мах, Р. Авенариус и др.).

Достижения физики конца XIX столетия, не укладывавшиеся в рамки старых привычных представлений, как известно, породили новую волну идеалистических течений в философии и естествознании, непосредственно коснувшуюся физиологии.

Культура

Искусство, литература, музыка в Германии начала XIX в. развивались под знаком романтизма. Оценивая общую направленность культуры этой эпохи, А. И. Герцен писал: «В характере германском было всегда что-то мистическое, натянуто восторженное, склонное к спекуляции и не менее склонное к каббалистике — это лучшая почва для романтизма, и он не замедлил явиться в полном развитии в Германии... Феодальное воззрение средних веков, приложенное несколько к нашим нравам и одетое в рыцарски-театральные костюмы, овладело умами» [8, стр. 26—27].

Идеи романтизма в Германии зародились в двух небольших кружках, объединявших в конце XVIII — начала XIX столетия философов, литераторов и ученых. Сначала такой кружок сформировался в Йене. В него в числе прочих входили писатели Ф. Шлегели, Л. Тик, Фридрих фон Харденберг (Новалис), философ Ф. Шеллинг. Члены кружка стремились выработать систему собственных взглядов на природу, искусство, литературу. Они пытались создать «новую культуру», назначением которой было бы слить воедино искусство, науку, религию и философию. Из-под пера этих идеологов романтизма выходили трактаты, напоминающие поэмы, и поэмы, похожие на трактаты. Иллюстрацией могут служить отрывки из одного полуфилософского, полулитературного произведения, популярного не только в Германии, но и в других странах, принадлежащего Новалису: «Неведомые и таинственные соотношения нашего тела заставляют нас предполагать о неведомых и таинственных соотношениях природы, и, таким образом, она есть та волшебная об-

щина, в которую нас вводит наше тело и которую мы можем изучать» [9, стр. 19].

Новалис и его йенские единомышленники считали, что познать природу может не ум человека, а интуиция. Художники и поэты ближе к открытию законов природы, чем естествоиспытатели. «Только одни поэты чувствуют, чем может быть людям природа... Все находят они в природе. Только им не чужда душа ее» [9, стр. 20].

Не последнюю роль в развитии романтизма сыграл также гейдельбергский кружок литераторов и ученых. В состав его входили писатели А. Арним, К. Brentано, братья Вильгельм и Якоб Гриммы (впоследствии профессора Берлинского университета) и др. Сказки братьев Гримм приобрели мировую известность. Характерной чертой творчества этой группы было обращение к народному фольклору. Они идеализировали старину, воспевали простой образ жизни, сближение с природой.

После поражения революции 1848 г. и последующей реакции в Германии создалась особенно благоприятная почва для романтизма. Интеллигенция, напуганная революцией и видящая реакцию и репрессии, стремилась отойти от реальной действительности и погрузиться в искусственный мир, в котором необыкновенные герои действовали в необыкновенных обстоятельствах. Романтизм был неоднороден — в нем выделились две различные ветви. Одна, наиболее реакционная часть его представителей, углубилась в религию, мистику, создавая искусственные образы, воплощающие крайний индивидуализм и подчас оправдывающие и даже поощряющие проявления отрицательных свойств человеческого характера — эгоизма, жестокости, хитрости. Вторая ветвь романтиков искала решения всех вопросов в будущем. Они связывали свои идеалы с прогрессом общества.

Дух романтизма в известной мере характерен был для творчества Фридриха Шиллера (1759—1805) и Иоганна Вольфганга Гёте (1749—1832). Оба великих писателя оказали большое влияние на культурную жизнь Германии, и это влияние намного пережило их самих. Творчество Гёте как бы впитало в себя все противоречия эпохи. Ученый, философ и великий поэт дарил миру как гениальные мысли и произведения, так и глубоко консервативные идеи. Отойдя от романтизма, характерного для первого периода его творчества, Гёте впоследствии утвердил реализм в

немецкой литературе. Гёте находился под влиянием идеалистической философии своих современников, но одновременно уловил идеи диалектики. Его по праву выделяют как крупнейшего философа и естествоиспытателя, оказавшего большое влияние на развитие естественнонаучной мысли своего времени [10].

В первой трети столетия в поэзии, прозе и драматургии преобладали фантастика (Т. Гофман) и народные мотивы (А. Арним, К. Brentано собирали и обрабатывали народные песни старой Германии). В драматургии нередко проскальзывали шовинистические мотивы.

В середине столетия появляются писатели и поэты с реалистическими тенденциями и революционной настроенностью. Яркой звездой в литературе Германии вспыхнули произведения Генриха Гейне (1797—1856), бичующие феодализм и зарождающееся буржуазное общество.

В конце XIX столетия наряду с появлением декадентства (Г. Гауптман) начинают прокладывать себе путь поэзия и проза реалистического плана с демократической направленностью. В становлении реализма большую роль сыграли Генрих и Томас Манны.

Германия XIX в. дала миру виднейших композиторов. Музыкальная культура страны, оставаясь национальной, стала в то же время достоянием народов всего мира. Людвиг ван Бетховен (1770—1827), Франц Шуберт (1797—1828) [11], Карл Мария фон Вебер (1786—1826), Феликс Мендельсон-Бартольди (1809—1847), Роберт Шуман (1810—1856) — вот далеко не полный перечень имен композиторов Германии, обогативших музыкальную культуру. Все они являлись творцами новых музыкальных традиций начала XIX в. На смену им пришли Рихард Вагнер (1813—1883) — родоначальник музыкальной драмы, Ференц Лист (1811—1886), Иоганнес Брамс (1833—1897) и т. д.

Преобладающее направление первой половины XIX в. — романтизм — в дальнейшем стало вытесняться реализмом. Однако специфика романтизма в Германии, его широкое распространение, особая стойкость — все это оказало влияние и на научную методологию, подготовив почву для натурфилософии в том ее виде, в каком она развилась в Германии конца XVIII — начала XIX столетия [12, 13].

Методология физиологической науки во второй половине XIX в.

Натурфилософия.

И. Мюллер — предшественник К. Людвиг

На протяжении XVIII в. естественные науки развивались относительно медленно. Физиология, преподававшаяся вместе с анатомией, обогащалась лишь отдельными открытиями и описаниями тех или иных явлений, которые основывались на простых наблюдениях или умозрительных заключениях.

Эксперимент как метод получения информации о функциях органов и организма в целом еще не занял должного места в арсенале приемов, используемых физиологами. Микроскоп являлся в большей мере спутником ученых, чем какие-либо другие приборы. Наука еще не достигла того уровня, при котором функции организма можно было бы регистрировать и измерять.

Причины отсутствия методик регистрации и измерения функций крылись не в том, что эти методики еще не были изобретены. Сам подход ученых к разрешению конкретных вопросов физиологии и биологии в тот период был весьма своеобразен. Он не только не предусматривал ведение экспериментальных исследований, но задерживал, тормозил развитие экспериментального метода. Основным тормозом являлась натурфилософия.

Натурфилософия

Фридрих Энгельс писал о натурфилософии следующее: «Дать такого рода общую картину природы было прежде задачей так называемой натурфилософии, которая могла это делать только таким образом, что заменяла неизвестные еще ей действительные связи явлений идеальными,

фантастическими связями и замещала недостающие факты вымыслами, пополняя действительные пробелы лишь в воображении. При этом ею были высказаны многие гениальные мысли и предугаданы многие позднейшие открытия, но не мало также было наговорено и вздора»*.

Термин «натурфилософия» в древности объединял отдельные представления о природе, т. е. включал в себя комплекс наук: физику, физиологию, биологию и т. д. Ученые, пытающиеся осмыслить различные явления живой природы, по представлениям современников, занимались натурфилософией. По мере того как отдельные естественные науки, развиваясь, начали приобретать самостоятельность, термин «натурфилософия» стал как бы утрачивать смысл. Свое второе рождение этот термин пережил в конце XVIII в. в Германии. Здесь натурфилософия появилась в новом качестве. Она приобрела характер философского направления в естествознании или, точнее говоря, научной методологии.

В своем развитии натурфилософия была теснейшим образом связана с романтизмом. Основателем натурфилософии конца XVIII и начала XIX в. явился один из представителей классической немецкой философии — Шеллинг.

Главные положения натурфилософии Шеллинг изложил в своих работах: «Идеи о философии природы» (1797), «Мировая душа» (1799), «Лекции по методу академического обучения» (1803) [1]. Объяснить какие-либо явления, по мнению Шеллинга, можно лишь путем сравнений и противопоставлений. «Природа» должна противопоставляться «духу», реальный мир — миру идеальному. Первичной является космическая идея. Природа — лишь ее внешнее выражение. В целом природа от космоса до человека представляет собой единство. Живое и неживое отличаются друг от друга по вложенному в то и другое содержанию — идее. Исследовать природу нужно по ее отдельным проявлениям. При этом будет понята и идея [2].

Таким образом, главный постулат натурфилософии — познание мира через рассуждения. Первый из рекомендуемых для этого методов — метод построения различных аналогий. Второй — использование принципа, якобы уни-

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 21, стр. 304—305.

версально проявляющегося во всем «поляритета», основанного на том, что любому явлению природы соответствует какое-то противоположное явление. Именно этот принцип обнаружения антагонистических явлений, принцип противопоставления функций и механизмов особенно прочно укоренился в биологии и теоретической и клинической медицине.

Следует заранее оговориться по поводу того, что единство противоположностей, пропагандируемое натурфилософами, и единство противоположностей как элемент гегелевской диалектики — понятия различные. Основное различие заключается в том, что в натурфилософии единство противоположностей отнюдь не подразумевает их борьбы и вытекающего отсюда развития, тогда как у Гегеля эти черты (борьба и развитие) являются основой всего понятия.

По поводу существа натурфилософии в книге Н. А. Фигуровского и Ю. И. Соловьева «Н. Н. Зинин» мы находим такое высказывание: «... вы подумаете, что их книги написаны предками астрологов, алхимиков, каббалистов и, что всего прискорбней, вся эта игра слов, отличающаяся совершенным незнанием фактов, даже часто отсутствием здравого смысла, выдавалась и принималась за высшую премудрость» [3, стр. 184].

Апологетами натурфилософии в физиологии и медицине являлись Джозеф Геррес, Карл Фридрих Бурдах, Игнац Доллингер, Лоренц Окен и др.

Однако было бы ошибочно представлять себе, что натурфилософия подчиняла себе умы всех ученых. Среди медиков и биологов были и такие, которые предпочли пустому славословию язык фактов, полученных в эксперименте или в клинике.

К противникам натурфилософии и сторонникам экспериментального направления относился известный чешский физиолог Георг Прохазка, анатом Карл Рудольфи, химик Генрих Аутенрит и др. Тем не менее натурфилософия прочно укоренилась в среде естествоиспытателей и врачей.

К началу XIX в. была составлена как бы схема своеобразного истолкования некоторых явлений природы, которой придерживались сторонники натурфилософии: на низшей ступени развития природы, согласно их представлению, действуют физические и химические силы. На

высшей — возбудимость и чувствительность. В растительном мире господствуют силы репродукции. У животных менее совершенных — репродукция и чувствительность. У высокоорганизованных животных главная сила — чувствительность.

Для физиологии того периода была характерной тенденция отойти от частных вопросов и устанавливать истины лишь в обобщенной форме. В ходу были такие фразеологические построения: Солнце — главный очаг солнечной системы — стоит стабильно; Земля и другие планеты движутся вокруг Солнца, которое как бы управляет движением. Таковы же соотношения в организме. Нервная система находится в стабильном положении. Кровь циркулирует по сосудам. Можно сделать вывод: нервная система — главный центральный орган, управляющий движением крови в организме.

Приводились также сравнения, исходящие из обратных аналогий. Так, например, наука о Земле, как считали натурфилософы (в частности, Якоб Вагнер), может быть обогащена сопоставлением с человеческим организмом. Атмосфера — очистительная артериальная система Земли, реки — венозная система, мозг Земли — Солнце и т. д.

Как уже говорилось, особенно часто в рассуждениях представителей натурфилософии использовался принцип «поляритета». Природа — слияние позитивных и негативных сил. Жизнь позитивна, смерть — негативна. Нервная система позитивна, кровь — негативна. Движение крови по артериям и венам в противоположных направлениях является результатом действия противоположно направленных магнетических сил.

Приверженец Шеллинга — весьма популярный в то время ученый — Джозеф Гёррес (1776—1848) пропагандировал схемы, построенные на аналогии макро- и микрокосмоса, якобы позволяющие познавать и то, и другое. Так, по его представлениям следовало, что, напоподобие Солнца — «центра нашей системы», в каждом органе есть свои центры, свое «Солнце». Солнцем организма является мозг, а Солнцем мозга, в свою очередь, — эпифиз. Большой мозг трактовался как орган свободы, мозжечок — орган необходимости [4,5].

Сочинения Гёрреса, в которых пропагандировались взгляды натурфилософов, «Принципы нового обоснования жизни через дуализм и поляритет» и ряд других принад-

лежащих ему книг были тогда предметом особого внимания врачей.

Верные принципу противопоставления антагонистических начал, ученые считали, что организм представляет собой единство мужского и женского начал. Например, передние корешки спинного мозга относятся к мужскому, более энергичному, началу, так как они двигательные. Задние — к женскому, так как они чувствительные. В сердце сильная половина — левая — соответствует мужскому началу, правая — слабая — женскому. Артериальная система также мужская, венозная — женская. В целом единая система кровообращения функционирует благодаря взаимодействию этих антагонистических сил.

Роль натурфилософии для развития естественных наук и медицины была двойственной. С одной стороны, тенденция рассматривать мир как единство являлась прогрессивной. Кроме того, натурфилософия, несомненно, привлекала внимание ученых к изучению естествознания и способствовала развитию естественных наук. С другой стороны, натурфилософия играла роль тормоза в становлении экспериментального направления в биологии, физиологии и в ряде медицинских дисциплин. Натурфилософия, как кандалы, сковывала естественные науки и зачастую насильственно направляла их по ложному пути.

На немецкую физиологию натурфилософия повлияла особенно отрицательно. Она явилась значительным тормозом для науки в университетах немецких городов. В других странах Европы, свободных от натурфилософии, как, например, Франции и Англии, в начале XIX в. физиология развивалась более интенсивно, смело став на путь эмпиризма. Во Франции начало XIX в. ознаменовалось расцветом вивисекционного метода в физиологии. Лишь сбросив оковы натурфилософии, немецкая физиологическая наука начала развиваться быстро и всего за полстолетия — к 70 — 80-м годам XIX в. — стала передовой в Европе. Германия в этот период успела прославиться учеными, которым принадлежали открытия в науке. Многие из них приобрели известность как основоположники солидных физиологических школ.

Преодолеть оковы натурфилософии удалось знаменитому немецкому анатому, эмбриологу и физиологу Иоганнесу Мюллеру [6, 7, 8].

Иоганнес Мюллер

Мюллер родился в Кобленце в 1801 г. Его предки по линии отца были виноделами. Отец — Матиас Мюллер — занимался сапожным ремеслом. По взглядам он был человек довольно прогрессивный, как и его супруга, урожденная Анна Катарина Виттман. Всем детям они стремились дать образование. (Кобленц, где проходило детство Иоганнеса, принадлежал в то время французам.) Уже в школьные годы мальчик выделялся из среды своих сверстников склонностью к биологии, рисованию и безудержной фантазией.

Иоганнес отличался прекрасной зрительной памятью, которая сочеталась с ярко выраженными способностями к изобразительному искусству. То, что он однажды видел, надолго запоминалось. Будучи маленьким мальчиком, он мог воспроизводить не только с закрытыми, но и с открытыми глазами яркие картины — природу, людей. Эти зрительные образы с «внутренней проекцией» впоследствии послужили отчасти поводом для пробудившегося у Мюллера интереса к исследованию психических явлений, как утверждает биограф Мюллера, Готфрид Кёллер [8].

В гимназии Иоганнес считался первым учеником, получил два приза за учебу. По окончании гимназии юноша был зачислен на два года в армию. Во время военной службы, будучи на посту, он, как пишут биографы, выполнил свой первый «физиологический эксперимент». Шагая из угла в угол маленькой комнаты, отведенной для дежурного, молодой человек заметил несколько длинноногих пауков, бегающих по стене. Наблюдая их движения, он задался целью проследить закономерность в перемещении их конечностей. Но пауки бежали слишком быстро. Чтобы замедлить их движения, Иоганнес построил специальные ячейки, где замуровал несколько насекомых. Находясь без пищи двое-трие суток, пауки стали ползать довольно медленно. Чередование движения их лапок стало легко заметным. Описание проведенного наблюдения вылилось в статью.

В 1819 г. Мюллер поступил, правда не без колебаний и раздумий, на медицинский факультет Боннского университета. Учеба Иоганнесу давалась легко. Он успевал прочитывать огромное количество книг. В 1821 г. его работа о дыхании плода была отмечена первой премией.

К тому же году относится знакомство Мюллера с его будущей женой — Анной Марией Целерс. Молодые люди вскоре были помолвлены. Брак, однако, пришлось отложить на время в связи с тем, что молодая девушка, лишившись родителей, должна была вести домашнее хозяйство, воспитывать младших сестер и братьев, а жених не обладал достаточными средствами, чтобы взять на себя эти заботы.

В 1822 г. Мюллер окончил медицинский факультет и получил возможность отправиться на казенный счет в Берлин для продолжения образования. Пребывание в Берлине сыграло большую роль в жизни молодого исследователя. Его блестящие способности привлекли внимание профессоров, в частности профессора анатомии Карла Рудольфи, пользовавшегося большим авторитетом. В дальнейшем молодому ученому покровительствовали Карл Рудольфи и министр образования фон Альтенштейн.

В 1824 г., после блестяще сданных медико-хирургических экзаменов, Мюллер вернулся в Бонн и защитил диссертацию*, в которой выступил со своим кредо в научной методологии. Он считал всегда, что физиология, которая во времена натурфилософии исходила только из умозрительных предпосылок, должна базироваться на опыте. Первичным стимулом исследования является идея. Она должна давать мысль для опыта. Опыт снова должен перевоплощаться в идею.

Мюллер был зачислен в доценты и приступил к преподавательской деятельности. С улучшением материального положения Мюллер получил возможность жениться. Работая в университете, Мюллер читал лекции по физиологии и анатомии, а также по патологии. Одновременно он неустанно занимался научной работой, оставляя для сна лишь пять-шесть часов в сутки.

Напряженная работа давала блестящие результаты. Вскоре вышла книга Мюллера «Сравнительная физиология органов зрения людей и животных». Во второй ее части приводится «Закон специфической энергии». Ко времени выхода книги Мюллеру едва исполнилось 25 лет. В 1826 г. он получил профессорское звание.

Спустя год переутомление и перенапряжение привели И. Мюллера к тяжелому невротическому состоянию. Дли-

* Впоследствии он выкупил и сжег все экземпляры своей работы.



Иоганнес Мюллер

тельное путешествие по Европе, предпринятое вместе с женой, помогло ученому обрести должное равновесие, хотя в дальнейшем периоды невротических срывов, нередко сопровождавшихся тяжелой депрессией, повторялись.

Занимаясь физиологией органов чувств, Мюллер познакомился с теорией восприятия цвета, опубликованной Гёте. Мюллера увлекли рассуждения поэта и ученого. Он обратился к нему с большим письмом, прося об аудиенции. Однако контакт между двумя великими людьми не установился. По неясным причинам Гёте не согласился на встречу с Мюллером.

В последующие годы, находясь в Бонне, ученый продолжал интенсивно работать (вышло около 40 его работ). Его интересы, однако, несколько изменились, и вместо физиологии он стал все больше и больше увлекаться морфологическими дисциплинами и общими вопросами биологии.

В 1833 г. Мюллер переехал в Берлин, получив должность профессора анатомии после смерти К. Рудольфи.

Свою кандидатуру он предложил сам, обратившись с письмом в министерство. В письме молодой ученый указал на перспективы предполагаемых им научных исследований, которые, по его мнению, могли бы прославить Берлинский университет. В письме к министру образования Мюллер писал: «Чувствуя, на что я способен, пребывая в расцвете сил молодости, считаю своим долгом с глубочайшей почтительностью обратить на себя внимание Вашего превосходительства. Ваш выбор на многие годы вперед определит тот дух, который могут источать великолепные институты Берлина. Быть может, раздадутся голоса, указывающие на молодость, но именно свою молодость, преисполненную трудами и опытом, кладу я на весы, противопоставляя ее старости» [8, стр. 36—37]. Назначение состоялось, и Мюллер перебрался в Берлин.

В Берлине он отдал много сил на создание замечательного анатомического музея. По характеру занимаемой должности ученому приходилось вести и преподавательскую работу. Так, на протяжении нескольких лет шесть часов в неделю он читал лекции по физиологии, четыре часа — по сравнительной анатомии и три часа — по патологической анатомии. Трижды он был избран деканом, дважды — ректором университета.

1847—1848 годы — период революции в Германии — ознаменовались студенческими выступлениями, которые приняли характер вооруженных стычек с полицией, нередко с человеческими жертвами.

Будучи ректором университета, Мюллер болезненно реагировал на нарушения порядка подобного рода. Идеи революции были ему глубоко чужды. Ответственность за поведение студентов во время его ректорства, неспособность урегулировать и нормализовать положение вновь вызвали у него тяжелое депрессивное состояние. Мюллер опять отправился в путешествие, ставшее для него единственным средством излечения от недуга. Как и в первый раз, он вернулся из поездки по Европе бодрым и работоспособным.

В последующие годы ученый продолжал так же много работать. По свидетельству Дюбуа Реймона [см. 7], продуктивность его была необыкновенно велика. За весь период научной активности ученого им было опубликовано около 950 печатных листов. Кроме 250 научных статей, Мюллером написано 20 книг, напечатано 350 страниц соб-

ственных анатомических и микроскопических рисунков и таблиц. Для того чтобы так много написать, необходимо было в среднем писать еженедельно, начиная с 19-летнего возраста и до самой смерти, не менее 3,5 печатных листов. Поистине удивительная трудоспособность! Естественно, что такая работа требовала огромного и постоянного напряжения. К 50 годам здоровье ученого было в значительной мере подорвано. Этому немало способствовали и случайности. В 1853 г. Мюллер стал жертвой железнодорожной катастрофы, но отделался лишь переломом руки. Два годами позже он едва спасся во время кораблекрушения. Расстройство сна, злоупотребление наркотиками, чтобы как-то его нормализовать,— все это привело к преждевременной смерти ученого, наступившей 28 апреля 1858 г.

По поводу смерти Мюллера ходили разные толки. Поговаривали о самоубийстве — отравлении намеренно принятой большой дозой снотворного, что, впрочем, ученики И. Мюллера отрицали. Как бы то ни было, по словам известного историка медицины Гуго Глазера, «Мюллер должен был знать и чувствовать отсутствие связи между тем, что он обнаруживал, и тем, во что хотел верить. Быть может, это и явилось причиной его раздвоенности, внешней холодности и внутренней неудовлетворенности. Может быть, с этими вечными исканиями и неспособностью найти и связана его внезапная смерть» [см. 5, стр. 19].

Главная трудность в оценке научного творчества Мюллера состоит в том, что оно было чрезвычайно многоплановым. В творчестве ученого можно выделить три периода.

Два-три первых года после окончания университета его работы носили философско-умозрительный характер [9, 10]. Они касались главным образом деятельности органов чувств и общепhilosophических рассуждений.

Четыре-пять лет, следующих за этим периодом, были затрачены на занятия физиологией. При этом основным для Мюллера стал экспериментальный метод. Он ставил себе цель добиваться точности и четкости в постановке каждого эксперимента. Затем Мюллер постепенно отошел от физиологии, переключившись на анатомию, эмбриологию, гистологию, зоологию. В физиологии главным его достижением было создание учебника [11—12]. Учебник этот

отразил весь прогресс физиологической науки, обобщив имеющиеся в каждом ее разделе знания так же полно и исчерпывающе, как это было сделано в свое время Альбрехтом фон Халлером в его знаменитом учебнике физиологии. Учебник Мюллера долго использовался врачами всех специальностей, был переведен на многие языки и получил распространение, по словам Э. Дюбуа Реймона, «От Стокгольма до Турина, от Казани до Бостона» [см. 7]. Первое его издание вышло в 1833 г. В последующие годы он неоднократно переиздавался.

В экспериментальных работах по физиологии Мюллер подтвердил на лягушках опыты Белла и Мажанди, попеременно перерезая передние и задние корешки и наблюдая расстройства двигательной и чувствительной функций [13].

Экспериментальные материалы, касающиеся раздельного проведения возбуждения через передние и задние корешки и нарушений функций, характерных для перерезки одних и других корешков, дополнили рефлекторную теорию. Однако главным преимуществом представления Мюллера о рефлексе, по мнению П. К. Анохина [14], является идея о наличии известных интегративных процессов, которые осуществляются в центральной части рефлекторной дуги. В этом отношении Мюллер сделал шаг вперед в понимании механизмов рефлекса по сравнению со своими современниками, в частности с физиологом Маршаллом Холлом, с которым Мюллер дискутировал о характере процессов, протекающих в той части дуги, которая лежит между афферентным и эфферентным ее звеньями.

П. К. Анохин и М. Г. Ярошевский [15, 16] по-разному подошли к оценке вклада Мюллера в рефлекторную теорию. Анохин ставил в заслугу Мюллеру высказанные им идеи об интеграции рефлексов в центральной нервной системе. В этом аспекте он противопоставлял взгляды Мюллера более механистическим представлениям Холла. Ярошевский, рассматривая представления о рефлексе Мюллера и Холла в плане включения в рефлекторную дугу сенсорного компонента, указал на отсутствие существенной разницы в работах Мюллера и Холла. «Чутье естествоиспытателя вызвало у Мюллера стремление преодолеть защищавшуюся концепцией Холла пропасть между телесными движениями организма и его пси-

хическими актами. Однако это стремление принципиально не могло быть реализовано с тех методологических позиций, на которых стоял Мюллер... Поэтому, несмотря на некоторое расхождение между точками зрения Мюллера и Холла, их взгляды, как справедливо отметил Боринг, являлись по существу одинаковыми» [16, стр. 66].

Что касается сущности передачи нервных импульсов, то Мюллер имел о них самое смутное представление. Он считал, например, что проведение возбуждения не является материальным процессом и возбуждение проводится по нерву практически мгновенно.

Известны некоторые физиологические исследования Мюллера по вопросам кровообращения и лимфообращения [17]. В частности, он впервые описал деятельность лимфатических сердец лягушки.

В 30-х годах Мюллер обратил внимание на железы внутренней секреции. Он описал их как образования — «кровяные узелки», — располагающиеся по ходу кровеносных сосудов и выделяющие в кровь особого рода стимуляторы — специфические химические вещества. Само название этих образований — железы внутренней секреции — было позже дано Клодом Бернаром. Многочисленные исследования по физиологии органов чувств, проведенные в самом начале научной карьеры Мюллера, выдвинули его в первые ряды специалистов в этой проблеме.

Как известно, исходя из экспериментов с органами чувств, Мюллер сформулировал так называемый «закон специфической энергии».

Сущность этого закона заключалась в отрицании способности человека воспринимать с помощью органов чувств внешние явления как таковые и утверждения, что ощущения человека отражают лишь специфические качества самих нервов. Отсюда ученый сформулировал положение в духе агностицизма, заключающееся в том, что познание внешнего мира через органы чувств никогда не вскрыет природы и сущности этого мира. Против подобных утверждений в свое время выступил Людвиг Фейербах, обвинивший Мюллера в «физиологическом идеализме».

«Идеализм этого физиолога состоял в том, что, исследуя значение механизма наших органов чувств в их отношении к ощущениям, указывая, например, что ощущение света получается при различного рода воздействии

на глаз, он склонен был выводить отсюда отрицание того, что наши ощущения суть образы объективной реальности. Эту тенденцию одной школы естествоиспытателей к «физиологическому идеализму», т. е. к идеалистическому толкованию известных результатов физиологии, Л. Фейербах схватил чрезвычайно метко*, — писал В. И. Ленин.

У Мюллера были свои ученики. К их числу К. Ротшу [см. 3] относит следующих физиологов, патологов, анатомов: Т. Бишоффа, И. Генле, Т. Шванна, Ф. Биддера, К. Фирордта, К. Райхерта, Э. Дюбуа Реймона, Э. Брюкке, Г. Гельмгольца, Р. Вирхова, М. Шульце, Р. Ремака, И. Клапареда, Э. Геккеля. В книге Ротшу приводятся также ученики этих учеников — последующие поколения ученых, берущие начало от школы Иоганнеса Мюллера.

Что касается учеников Мюллера — выходцев из России, — то нами установлено, что кроме И. М. Сеченова, слушавшего лекции Мюллера в 1856 г., гостями Мюллера были: А. М. Филомафитский, И. Т. Глебов — учитель И. М. Сеченова, физиолог Д. М. Велланский, на которого мировоззрение Мюллера оказало большое влияние, и некоторые другие русские ученые первой половины XIX в.

Мы не будем касаться значительного вклада ученого, внесенного в такие разделы медицины, как анатомия, гистология, эмбриология, патологическая анатомия, а также зоология и даже палеонтология. Все это хорошо известно представителям указанных дисциплин.

В плане развития научной методологии заслуга ученого заключалась, как уже говорилось, в том, что он в своем научном творчестве повернул от натурфилософии. Преодолеть витализм в своих философских взглядах Мюллер оказался не в состоянии. Наряду с признанием существования материи, с признанием химических и физических механизмов многих реакций организма, Мюллер всякий раз обращался к жизненной силе, когда сталкивался с вопросом об отличии живой природы от неживой.

Как же характеризовали Мюллера его ученики?

Дюбуа Реймон описывал Мюллера как человека несколько замкнутого, углубленного в себя. Он охотно вступал в контакт только с людьми, талант и одаренность которых не составляли сомнений. Инициативу своих учеников он не подавлял, предоставляя им широкое поле для

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 322.

самостоятельных суждений. Увлечение научной идеей одушевляло его, и тогда взор его был необычайно одухотворенным, совершенно особым, «мюллеровским».

Другой ученик Мюллера — Г. Гельмгольд, — преклонившийся перед авторитетом своего учителя, говорил, что «...тот, кому пришлось быть в соприкосновении с человеком первой величины, у того на всю жизнь изменяется духовный масштаб, тот переживает интереснейшее из всего, что может дать жизнь».

Великий русский хирург Н. И. Пирогов, которому доводилось слушать лекции Мюллера, будучи в Германии, говорил о нем: «Лицо Иоганнеса Мюллера поражало вас своим классическим профилем, высоким челом и двумя межбровными бороздами, придававшими его взгляду суровый вид. Как на солнце, неловко было новичку смотреть прямо в лицо Мюллера» [18, стр. 501].

Вспоминая свое пребывание в Берлине, И. М. Сеченов в своих автобиографических записках писал: «...В душе у меня все еще таилась вынесенная из Москвы наивная привычка думать, что всякий знаменитый профессор — непременно блестящий оратор, и я ожидал услышать в этой аудитории исполненную широких обобщений увлекательную речь, а вместо того услышал чисто деловую речь с показыванием чертежей и спиртных препаратов. Это был, впрочем, последний год славной жизни Иоганнеса Мюллера, и на лекциях он имел вид усталого, болезненного человека. Во всех его движениях и в самой речи чувствовалась какая-то нервозность; читал он тихо, не повышая голоса, и только глаза продолжали гореть тем неопишуемым блеском, который вместе со славным именем ученого стал историческим» [19, стр. 118].

Мюллер не был блестящим оратором. Но лекции его излагались точно и сжато, так, что, будучи внимательно записанными, не нуждались в дальнейшей коррекции.

Мюллер основал журнал «Архив анатомии, физиологии и научной медицины», который позже стал называться «Мюллерс архив».

При жизни Иоганнес Мюллер был удостоен многих наград. Он был членом академий Турина, Парижа, Мессины, Филадельфии, Бостона и др. После смерти ему присвоили звание почетного гражданина Кобленца и установили в его родном городе памятник.

Друзья и единомышленники К. Людвиг. Эмиль Дюбуа Реймон, Эрнст Брюкке, Герман Гельмгольц

В 40-е годы, когда И. Мюллер приобрел широкую популярность в медицинском мире не только Германии, но и других стран, попасть к нему в ученики и выполнить под его руководством научную тему считалось настоящей удачей. Мюллер дарил свою благосклонность далеко не каждому. Надо было обладать большими способностями, чтобы привлечь внимание знаменитого ученого.

Таковыми способными молодыми исследователями, заслужившими внимание Мюллера, оказались среди прочих будущие «звезды» физиологии — Эмиль Дюбуа Реймон, Эрнст Брюкке, Герман Гельмгольц. Судьба свела их в лаборатории Мюллера. Позже к ним присоединился Карл Людвиг, приехавший к Мюллеру, чтобы познакомиться с ним и условиями его научной деятельности.

История знает немало примеров творческого содружества между учеными. Содружество это помогает в их научной деятельности, взаимно обогащает каждого. Дружба Людвиг с его современниками — крупнейшими физиологами Германии Э. Брюкке, Э. Дюбуа Реймоном и Г. Гельмгольцем — может служить примером такого плодотворного союза. Познакомившись в 20 с небольшим лет, четверо ученых всю жизнь поддерживали постоянную связь — они переписывались, приезжали друг к другу, встречались на съездах и конференциях. Переписка Дюбуа Реймона с его друзьями особенно тщательно собрана его дочерью Эстеллой Дюбуа Реймон [1]. Сохранились письма друг к другу Людвиг и Брюкке, Гельмгольца и Брюкке и т. д.

Мюллер высоко ценил молодых исследователей. Об этом свидетельствует написанное им рекомендательное пись-

мо, касающееся назначения в Кенигсберг нового руководителя кафедры физиологии: «Приват-доцент Дюбуа, благодаря своим классическим работам по животному электричеству, имеет несомненное право на профессию по физиологии. Но, по-видимому, он не склонен принять указанное место раньше окончания работ, которые он ведет в настоящее время. Относительно Гельмгольца, состоящего в настоящее время ассистентом анатомического музея и преподавателем Академии художеств, я уже имел честь сообщить министру. Я рассматриваю его как одного из наиболее талантливых физиологов. Проф. Людвиг стоит в одном ряду с Брюкке, Дюбуа и Гельмгольцем» [2, стр. 30].

В приведенном отрывке можно видеть, что Мюллер одинаково высоко ставил всех четырех ученых, совместными усилиями которых была через несколько десятилетий перестроена на новой основе физиологическая наука.

Попробуем кратко показать роль каждого из друзей в общем деле возведения нового фундамента физиологии.

Эмиль Дюбуа Реймон

И. М. Сеченов писал о Дюбуа Реймоне: «Произнося имя знаменитого берлинского профессора Дюбуа Реймона, нельзя не сказать сразу, что он принадлежал к числу тех избранников, которые прокладывают пути в темные области не для одного, а для нескольких поколений» [3, стр. 5].

Эмиль Дюбуа Реймон родился в Берлине 7 ноября 1818 г. Его предки по линии отца, выходца из Швейцарии, занимались стекольным производством. Отцу — Генри Дюбуа Реймону, который в молодости был мастером часового дела, — удалось позже получить образование в кадетском училище и путем упорного труда шагнуть дальше по общественной лестнице: он перешел на государственную службу и дослужился до чина тайного правительственного советника.

Выйдя на пенсию, Генри Дюбуа писал статьи о социальных вопросах и образовании, выдержанные в либеральном духе. Его жена — мать Эмиля — происходила из рода Чадовекки (была внучкой известного французского художника Даниэля Чадовекки). Она внесла в семью

французский уклад жизни. Дети — Юлия, Эмиль, Фелиция и Пауль — учились во французской гимназии и чаще говорили по-французски, чем по-немецки.

Будучи в гимназии, маленький Эмиль не проявлял особых склонностей к какому-либо предмету. И отец, серьезно занимавшийся воспитанием детей, затруднялся дать сыну рекомендацию в отношении выбора будущей профессии. С братом Эмиля Паулем дело обстояло несколько иначе: он с детства интересовался математикой и избрал математический факультет университета. Впоследствии он стал видным математиком, заведовавшим кафедрами в университете Тюбингена, а затем Берлина. Эмиль имел с ним тесный контакт, обусловленный не только родственными узами, но также позже и помощью Пауля в некоторых вопросах физиологии, которые нуждались в математическом осмысливании.

Поступив в Берлинский университет в 1837 г., Эмиль увлекся сначала гуманитарными науками и теологией, но затем тяга к естественным наукам взяла верх, и юноша заинтересовался анатомией и физиологией. Он стал учиться на медицинском факультете * и прослушал курс этих наук у И. Мюллера.

В 1840—1841 гг. Мюллер, ближе познакомившись с одаренным студентом, дал ему тему для экспериментального исследования — проверка опытов Маттеучи, касающихся животного электричества. Эта работа («Очерки об электрических явлениях у животных») молодого Дюбуа была опубликована в 1840 г. Итальянец Карло Маттеучи (1781—1868) был в то время уже знаменитым ученым, имел почетные должности и звания и являлся членом Парижской Академии наук.

Работая с животным электричеством, Дюбуа столкнулся с необходимостью совершенствовать методики эксперимента. Он разработал и сконструировал ряд приборов, необходимых для точного выполнения задуманных опытов. Он усовершенствовал гальванометр, создал новый тип индукционной катушки с подвижным санным аппаратом, позволяющим дозировать силу раздражения. Эта индукционная катушка использовалась не менее столетия фи-

* Следует внести поправку в данные о Дюбуа Реймоне, помещенные в Медицинской энциклопедии, где говорится, что Дюбуа Реймон «окончил в 1837 г. (19 лет?!) философский факультет».

зиологами разных стран (в Россию она была ввезена И. М. Сеченовым). Дюбуа Реймон сконструировал также неполяризующиеся электроды, что дало ему возможность устранить некоторые ошибки в эксперименте, которыми страдали работы Маттеучи.

Проделав эксперименты, описанные итальянским ученым, Дюбуа Реймон пришел к выводу об ошибочности и необоснованности некоторых из них. Ошибки в опытах были обусловлены неточностями методики, а вытекающие из них выводы представляли собой продукт поверхностных неаргументированных суждений. К 1843 г., когда Дюбуа окончил медицинский факультет, вышла и его первая научная статья, напечатанная в «Анналах физики и химии» Поггендорфа [4].

В работе опровергалась теория Маттеучи о существовании особого постоянного биотока, который якобы присутствует у живой лягушки, имея кранио-каудальное направление. Одновременно в статье описывался ток покоя, который регистрировался с помощью сконструированного Дюбуа гальванометра с достаточным постоянством и наглядностью между поверхностью ткани и ее поперечным сечением. Работа понравилась Александру Гумбольдту, и Дюбуа получил возможность съездить в Париж, чтобы доложить о своих данных в Академии наук.

Ко времени окончания медицинского факультета молодой ученый понял, что медицинская врачебная деятельность не даст ему удовлетворения. В то же время его выдающиеся способности экспериментатора принесли ему известность в университете, и Мюллер пожелал взять способного выпускника в качестве ассистента к себе в анатомический институт.

Таким образом Дюбуа Реймон стал физиологом. Справедливости ради следует заметить, что его студенческие годы, проведенные в Берлинском университете, отнюдь не были посвящены только учебе. Молодой человек усиленно занимался спортом, особенно плаванием, посещал танцклассы и был вхож во многие светские гостиные, так как отличался хорошими манерами и французским воспитанием. Эти же годы свели его с Эрнстом Брюкке, также студентом Берлинского университета и учеником Мюллера. Не без некоторой доли высокомерия Дюбуа писал одному из своих друзей, что впервые в лице Брюкке ... «встретил голову, адекватную своей собственной» [5].



Эмиль Дюбуа Реймон

Вскоре к друзьям присоединился слушатель Медико-хирургической академии, несколько младший по возрасту, Герман Гельмгольц. В 1847 г. к ним примкнул Карл Людвиг, который приехал из Марбурга, будучи молодым провинциальным ученым, познакомиться с физиологической наукой в Берлинском университете.

Четверо молодых людей тянулись друг к другу из-за общности интересов — любви к физиологии, горячей увлеченности наукой и солидарности во взглядах, касающихся вопросов научной методологии. В одном из ранних писем Дюбуа Реймон писал: «Брюкке и я — мы поклялись выявить правду, что в организме не действуют никакие иные силы, кроме физических и химических» [5, стр. 19].

Все четверо были убеждены, что для физиологии пришло время тесного единения с физикой. Они основали немногочисленный кружок, в котором обсуждали достижения физики. Постепенно к ним присоединились другие молодые ученые. Так была заложена основа для создания Физического берлинского общества.

После непродолжительной работы у Мюллера в качестве ассистента, Дюбуа вступил в должность приват-доцента. Он усиленно продолжал заниматься животным электричеством. В 1848 г. вышел в свет первый том его книги «Исследование животного электричества» [6]. Первая часть второго тома появилась в 1849 г., вторая — увидела свет лишь в 1860 г.

Этими работами Дюбуа Реймон выдвинулся на первое место в исследовании физиологии нервов и мышц, а также в исследовании электрических явлений в животном организме. Раннее признание его заслуг, заинтересованность в его работе лично мецената Александра Гумбольдта* — все это привело к тому, что уже в 33-летнем возрасте ученый стал членом Прусской академии наук.

В 1853 г. Дюбуа Реймон женился на француженке Жаннет Клод, находящейся в дальнем родстве с линией Чадовекки.

Вся жизнь ученого прошла в Берлине в созданном им институте, имевшем большие отделы физики, химии, микроскопических исследований, специальные мастерские, где изготовлялись приборы и оборудование.

После того, как Дюбуа Реймон возглавил институт, к нему стали приезжать ученики как из разных городов Германии, так и из-за границы. По свидетельству Р. Ротшу, а также по данным П. Руффа и Х. Чойновского [7], тщательно собиравших портреты и некоторые факты об учениках Дюбуа Реймона, под его руководством работали: А. Бецольд, Ю. Бернштейн, Ф. Болл, Э. Бауман, Г. Фритч, А. Христиани, И. Гад, Р. Гейденгайн, Л. Германн, Г. Кронекер, В. Кюне, Е. Гитциг, В. Прейер, И. Розенталь, Х. Мунк и И. Ф. Цион из России.

Однако эти данные далеко не полные. Из собранных нами материалов следует, что у Дюбуа Реймона в его институте побывало немало русских. Одни из них слушали лекции ученого, другие работали, выполняя те или иные эксперименты. К посланцам России, работавшим под руководством Реймона и посещавшим его, следует отнести следующих физиологов и врачей: А. И. Бабухина,

* Александр Гумбольдт покровительствовал молодым ученым, поощрял их продвижению и принес много пользы естествоиспытателям первой половины XIX в. благодаря своему огромному авторитету и связям.

С. И. Чирьева, И. М. Сеченова, И. П. Щелкова, И. Ф. Циона, П. П. Эйnbrодта, А. А. Шмидта, Н. Е. Введенского, М. П. Болдырева, В. М. Бехтерева, М. Н. Розенбаха. Лекции ученого слушали С. П. Боткин, Л. А. Беккерс, Э. А. Юнге и др.

О лекциях Дюбуа Реймона в те времена много говорили, так как он читал совершенно новый раздел физиологии — физиологию возбудимых тканей. Слушали лекции Дюбуа и другие русские исследователи, находящиеся в Берлине.

Всю свою долгую научную деятельность Дюбуа Реймон по существу посвятил одной проблеме — физиологии возбудимых тканей. В этой области он являлся непревзойденным специалистом, которому физиология обязана многочисленными открытиями.

Известны также его работы из области чистой физики: о поляризации, об электрическом эндосмосе, об электро-тоне, катофорезе, тепловом излучении. В физиологии возбудимых тканей он описал ток повреждения и его «отрицательное колебание». На базе проведенных экспериментов в этом направлении Дюбуа создал «молекулярную теорию возбуждения», наследованную от теории Ампера.

Работы по нервно-мышечной физиологии нашли свое наиболее полное отражение в одной из его книг [8]. Дюбуа впервые показал, что работающая мышца имеет кислую реакцию, что охлаждение снимает возбудимость ткани, но продлевает срок ее жизнедеятельности. Он же впервые использовал гальванометр Липпманна для демонстрации биотоков сердца. Одной из серьезнейших заслуг Дюбуа Реймона послужило выявление им закона, в соответствии с которым действие тока на ткань зависит от скорости нарастания тока во времени. Этот закон лег в основу понятия об аккомодации тканей.

В разных странах в результате работ Дюбуа Реймона возник и окреп новый раздел физиологии — физиология мышц и нервов. В России впервые стал читать студентам этот раздел физиологии И. М. Сеченов по возвращении из Германии, когда, прослушав лекции Дюбуа Реймона и получив от него индукционную катушку и другие приборы, он приступил к преподавательской деятельности на родине.

Перечислить заслуги Дюбуа Реймона только в научном плане значило бы сказать слишком мало. Крупнейшей

заслугой ученого явилась постоянная борьба с витализмом. Четыре знаменитых друга-физиолога — Э. Дюбуа Реймон, Э. Брюкке, Г. Гельмгольц и К. Людвиг — были не только активными борцами с витализмом, что само по себе являлось бы значительным вкладом в методологию науки и философские ее основы. Кроме того, они стали основоположниками основного физико-химического направления в физиологии, противопоставляя физические и химические явления, происходящие в живом организме, пресловутой «жизненной силе», с помощью которой ученые, в частности И. Мюллер, объясняли процессы, присущие живой материи.

Будучи материалистом и атеистом, Дюбуа Реймон, однако, был далек от выдержанной идейно-философской линии, взгляды его страдали эклектизмом, и, как известно, в некоторых своих высказываниях он выступал с позиций агностицизма.

Говоря об этом, нельзя не остановиться на знаменитых в те времена речах Дюбуа Реймона.

Обладая незаурядными ораторскими данными, широкой эрудицией в разных областях знаний, Э. Дюбуа Реймон нередко выступал с речами, которые считались современниками выдающимися. Они посвящались различным вопросам, многократно издавались и переводились на разные языки. Несколько лет подряд Э. Дюбуа Реймон произносил вступительные речи в первый день учебы в университете. Эти речи зачастую вообще не касались физиологии, а охватывали широкий круг различных проблем, связанных с последними достижениями других наук. Именно речи Э. Дюбуа Реймона и являются зеркалом его мировоззрения. В 1848 г. прозвучала речь «О жизненной силе» [9], впервые со всей четкостью поставившая вопрос о физической и химической природе жизненных явлений. Иронический характер приобретали высказывания Дюбуа Реймона о «жизненной силе», которая «не знает никаких законов, выявляется в зародыше и покидает тело после смерти...», «она излечивает болезни и раны и репродуцирует новый индивидуум...», «восстанавливает утраченную лапу саламандры...» [см. 4, стр. 93].

В отношении модной в те времена телеологии Э. Дюбуа Реймон столь же иронически выразился: «Телеология — это такая дама, без которой не может обойтись

ни один биолог, однако с которой никто не решится появиться публично». Эта ироническая фраза стала «ходячей» и, передаваясь из уст в уста, дожила до наших дней.

Чтобы показать несостоятельность виталистических представлений в физиологии, Э. Дюбуа Реймон прибегает к анализу закона сохранения энергии, сформулированного Г. Гельмгольцем, на основании чего утверждает, что различие между живой и неживой природой чисто условное и что с каждым открытием физиологии «жизненной силе» остается все меньше места в живом организме.

Дюбуа Реймону принадлежит много речей [10], посвященных юбилею крупных ученых. В 1868 г. он произнес речь «Вольтер как естествоиспытатель», в 1870 г. — «Гёте и бесконечность», в 1883 г. — «Дарвин и Коперник». Современники писали, что речи ученый произносил с особым эмоциональным накалом. Так, в 1858 г. ему довелось выступать с траурной речью на похоронах своего учителя И. Мюллера, а в 1894 г. он проводил траурной речью в последний путь своего ближайшего друга Германа Гельмгольца.

Наибольшую известность приобрела его речь на съезде естествоиспытателей в 1872 г. «О границах познания» [11]. Здесь он произнес свои известные слова о непознаваемости материи и силы «*ignoramus et ignorabimus!*» («не знаем и не будем знать!»). Однако окончил доклад словами, которые критики подчас не цитируют: «Что касается загадок мира живых организмов, то естествоиспытатель давно уже привык с мужественным самоотречением провозглашать свое «*ignoramus*», но, оглядываясь на победоносный путь, он черпает поддержку в молчаливом сознании, что там, где он теперь не знает, он по крайней мере при определенных условиях мог бы знать и когда-нибудь, может быть, узнает».

Несмотря на это, проникновение в еще более интимный мир явлений природы оставалось в понимании Э. Дюбуа Реймона принципиально невозможным. Об этом он выразился так: «... что касается загадки материи и силы, то здесь он (естествоиспытатель. — С. Ч.) раз и навсегда должен вынести гораздо более тяжелый приговор — «*ignorabimus*» — никогда не узнаем» [см. 5, стр. 99].

Говоря о личности ученого, современники вспоминали его как человека обширной эрудиции, отмечали, что он

нетерпимо относился к критике собственных воззрений. Его консерватизм выражался в том, что однажды отработанные лекции для студентов он читал из года в год без малейших изменений. Студенты шутили, что в 1890 г. профессор читает физиологию 1868 года.

Э. Дюбуа Реймон был весьма реакционен в вопросах политики. Он, например, считал, что войны порождаются агрессивными настроениями определенных групп людей. Известны также непримиримые националистические воззрения ученого. Он пренебрежительно отзывался о славянской расе, говоря: «Русские — варвары, ни в науке, ни в литературе, ни в мировой индустрии русских имен нет» [12, стр. 29]. Впрочем, как писал И. М. Сеченов в своих автобиографических записках, после установления контакта с Дюбуа Реймоном последний стал с большим вниманием и доброжелательностью следить за его работой, по-видимому, питая к нему симпатию.

На протяжении всей своей жизни Э. Дюбуа Реймон пользовался большим уважением со стороны ученых Германии и других стран. Он многократно избирался деканом и дважды ректором Берлинского университета (в 1870 и 1883 гг.), награждался зарубежными академиями. Ученый умер в Берлине в 1896 г.

Если наша отечественная литература бедна сведениями об Эмиле Дюбуа Реймоне, то в отношении Эрнста Брюкке вообще нет литературы на русском языке. Между тем этот интересный и многосторонний физиолог может считаться одним из выдающихся немецких ученых.

Во второй половине XIX в. наши соотечественники специально ехали в Вену, чтобы прослушать курс лекций по физиологии у Эрнста Брюкке. И. М. Сеченов высоко ценил эрудицию Э. Брюкке и его талант как преподавателя.

Эрнст Брюкке

Отец Брюкке — Иоганн Готффрид Брюкке, немец по национальности, жил в небольшом городке Штральзунде. На протяжении нескольких поколений в семье Брюкке рождались художественно одаренные люди: скульпторы, живописцы. Сам Иоганн Готффрид занимался литографией. Один из его братьев был довольно известным художником и жил большей частью в Вене. В 1819 г., будучи

в Берлине, Иоганн Брюкке женился на дочери богатого бюргера Христине Мюллер.

6 июня 1819 г. у молодой четы родился сын — Эрнст Вильгельм. В 1822 г. семья переехала в Штральзунд, где в тот же год мать мальчика умерла от туберкулеза.

Маленького Эрнста взяла на воспитание его тетка, сестра матери, вышедшая замуж за состоятельного бюргера Штральзунда Дройзера. Не имея собственных детей, эта семья всецело занялась воспитанием племянника. Иоганн Готффрид Брюкке, который в то время уже получил признание как талантливый художник, видя, что сын надежно устроен, уехал в Рим, где вскоре обрел вторую семью.

Детство Эрнста прошло в живописном пригороде Штральзунда. Учился он в Штральзундской гимназии, где получил довольно хорошее гуманитарное образование. Дома ему привили интерес к биологии. Дядя Эрнста увлекался сбором коллекций насекомых, выращивал редкие растения. Кроме того, в доме была небольшая мастерская, где мальчик охотно приобщался к столярному делу. К тому же Эрнст унаследовал от отца способности к рисованию и отдавал этому занятию все свое свободное время. По окончании гимназии, обладая многосторонними дарованиями, юноша, естественно, колебался в выборе специальности. Не заняться ли живописью? Не стать ли ботаником? Брат отца — зубной врач — однако склонил молодого человека к тому, чтобы поступить на медицинский факультет. В 1838 г. Эрнст переехал в Берлин и начал учиться в университете. Ему было 19 лет*.

К этому времени будущий ученый был всесторонне образованным юношей. По воспоминаниям современников, он отличался серьезностью и редко смеялся. По натуре он был очень впечатлительным и привязчивым. Имея не слишком крепкое здоровье, Эрнст обладал некоторой мнительностью. Этим объясняется чрезвычайно скрупулезное проведение им самых различных гигиенических мероприятий, что, впрочем, Брюкке рекомендовал и всем окружающим.

Изучая медицину, Брюкке с увлечением слушал

* В книге Гуго Глазера «От Гиппократа до Павлова» (М., Медгиз, 1950, стр. 142) ошибочно говорится, что «Брюкке имел счастье в возрасте 19 лет получить профессию в Кенигсберге».



Эрнст Брюкке

лекции И. Мюллера, однако после двух лет учебы, по неизвестным причинам, он переехал учиться в Гейдельберг и затем провел полгода в путешествиях по Италии и Франции.

Через год он вернулся в Берлин продолжать учебу и, проявив незаурядные способности в приготовлении микроскопических препаратов, был отмечен И. Мюллером. По окончании медицинского факультета Брюкке был взят Мюллером в анатомический институт, где он начал усиленно заниматься экспериментальной работой. В 1842 г. Брюкке написал диссертацию «*De diffusione humorum per septa mortua et viva*» («Диффузия жидкостей через мертвые и живые мембраны»), где рассматривал проникновение веществ через мембраны с позиций физики и химии. Это сблизило Брюкке с Дюбуа Реймоном, также работавшим в те годы у Мюллера, и положило начало их дружбе.

В 1844 г. Брюкке стал приват-доцентом и вскоре получил кафедру анатомии в Академии художеств. При этом ему были предоставлены возможности отправиться в Бель-

гию и Голландию, познакомиться с живописью и искусством этих стран.

В 1847 г. по предложению и рекомендации Мюллера Брюкке возглавил кафедру анатомии и физиологии в Кенигсберге (после смерти профессора Карла Фридриха Бурдаха, много лет руководившего этой кафедрой). К тому времени относится и женитьба Брюкке на Доретте Брюнслон, с которой он познакомился еще в Штральзунде. Доретта была красивой девушкой, воспитывалась в аристократической семье графа Шверин и сумела создать в доме мужа салон, который посещали именитые гости — музыканты, художники, композиторы.

В Кенигсберге молодой профессор энергично занялся организацией физиологической лаборатории. Однако Брюкке недолго пробыл в Кенигсберге. Он был приглашен в Вену и не мог устоять против искушения перебраться в этот центр культурной жизни Европы. Как и в молодости, Брюкке притягивали искусство и наука. В Вене Брюкке чувствовал себя превосходно. Друзья его — музыканты и художники (среди них был и Иоганнес Брамс) — считали дом Брюкке своим.

В 1855 г. при содействии Э. Брюкке в Вену переехал из Цюриха Карл Людвиг. Ученые работали рука об руку, постоянно переписываясь с Гельмгольцем и Реймоном. До конца жизни Брюкке оставался в Вене, отклонив все предложения о переезде в другие города.

Сыновья Брюкке также получили медицинское образование. В 1872 г. старший сын, будучи студентом в Берлине, заразился в клинике дифтерией и умер, Брюкке тяжело перенес эту утрату.

Несмотря на то, что в эти годы здоровье ученого было серьезно подорвано, его профессорская и научная деятельность не прекращалась. К нему приезжали многочисленные ученики — врачи и физиологи. Одни из них слушали лекции, другие работали в его лаборатории.

Ниже приводятся имена ученых, которые работали у Э. Брюкке в Венском институте, выполняя физиологические работы: С. Экснер, Ф. Флейтшл, М. Фрей, С. Фукс, А. Крейдл, В. Кюне, И. Латшенбергер, М. Ленносек, А. Роллет, Е. Штейнах, С. Штрикер, М. Винтшган, Д. Влакович.

Морфологией занимались: Г. Чиари, Б. Хатек, Э. Геккель, М. Холл, Л. Молин, К. Рабль, С. Шенк.

Среди его учеников были и клиницисты: Е. Альберт, С. Баш, О. Бергмейстер, С. Бернхаймер, Карл и Отто Чиари, Р. Хробак, В. Черни, Э. Фрейд, А. Фриш, Е. Фукс, Л. Маутнер, И. Микулич, К. Гуссенбауер, В. Хакер, Кароян, М. Ленносек, Е. Ланг, К. Николдони, Г. Оберхаймер, А. Политцер, В. Реус, Ф. Зальцер, Г. Саттер, Ф. Шаута, Л. Шроттер, В. Светлин, В. Урбаншич, И. Винвартер, А. Вольфтер.

Что касается русских ученых, мы можем назвать имена лишь тех из них, кто слушал лекции Брюкке — прославленного лектора, смело излагающего материалистические взгляды на протекающие в организме процессы. Это — И. М. Сеченов, Э. В. Юнге, П. П. Эйnbrодт, И. П. Щелков, Б. В. Томса, Ф. В. Овсянников, Н. О. Ковалевский, Ф. Н. Заварыкин, К. Н. Устимович, А. А. Шмидт, И. Ф. Цион. Прослушали курс физиологии у Брюкке и некоторые русские врачи: Л. П. Боткин, Л. А. Беккерс, А. А. Шеффер, В. А. Бец, Н. П. Тихомиров и др.

По-видимому, русские исследователи не занимались в лабораториях Брюкке экспериментальной работой. Во всяком случае мы не располагаем такими данными.

Эрнст Брюкке дожил до глубокой старости.

В 70-х годах он много ездил по Европе в сопровождении младшего сына — верного помощника и друга. Ученый был во Франции, где познакомился с Клодом Бернаром. Однако целью его поездок большей частью было не столько знакомство с различными биологическими школами, сколько посещение картинных галерей, выставок и музеев.

Помимо руководства кафедрой, Э. Брюкке несколько лет занимал должность декана факультета.

За заслуги в науке и преподавании в 1873 г. император Франц Иосиф удостоил Брюкке дворянского звания, и с этого времени фамилия семьи стала писаться «фон Брюкке».

В 1879 г. Э. Брюкке был избран ректором университета.

После того, как в 1880 г. было торжественно отпраздновано его 70-летие, ученый прекратил педагогическую деятельность, но продолжал писать книги и научные статьи, деля свое время между научной работой и заботой о подрастающих внуках, в воспитании которых он принимал живейшее участие.

Эрнст Брюкке умер от пневмонии 7 января 1892 г.

Научные заслуги Брюкке, по оценке современников, достаточно велики. Работы, проводимые им, всегда отличались многообразием.

Говоря о творческой деятельности своего друга, Карл Людвиг отмечал, что Эрнсту Брюкке было несвойственно избрать одну область и заниматься ею углубленно. Он занимался тем, что в данное время его увлекало. Именно поэтому, возможно, Брюкке и не прославил свое имя каким-либо кардинальным открытием в науке. Едва начав работать над одним вопросом и наметив основную линию исследований, он передавал доработку деталей своим сотрудникам с тем, чтобы самому заняться новой проблемой.

Пытаясь дать оценку своей деятельности и сопоставить ее с деятельностью друзей, Брюкке полуплутиливо писал Дюбуа Реймону:

«...Ты работаешь много в немногом [multum non multa] (имеется в виду, что Дюбуа Реймон постоянно трудился лишь в одной области физиологии.— С. Ч.). Гельмгольц — много во многом [multum et multa], а я — во многом — понемногу (in multum not multa)».

Научные достижения Брюкке говорят о том, что ученый напрасно преуменьшал значение собственных работ.

Наши же соотечественники-физиологи конца прошлого столетия отдавали должное Брюкке. Самым ярким свидетельством этого является то, что учебник физиологии, написанный Брюкке в 1874—1876 гг., переводили крупнейшие физиологи России: Ф. В. Овсянников, И. П. Щелков, П. П. Шереметевский, И. М. Сеченов и даже микробиолог И. И. Мечников, который перевел один из разделов учебника (эмбриологию) [13].

Учебник отражал новейшие достижения науки. В нем дано определение сущности материи, приводился закон сохранения энергии. В учебник введено немало гистологических данных, а также элементы патофизиологии.

Следует особо подчеркнуть, что автор нередко обращался к экспериментам и данным, полученным русскими исследователями, отдавая дань их заслугам. В учебнике говорилось, например, что тоны сердца описаны Догелем и Людвигом, что Догель усовершенствовал кровяные часы. Овсянников обнаружил сосудодвигательный центр в продолговатом мозгу. Цион сформулировал теорию воз-

никновения диабета, одновременно с Бецольдом обнаружил ускоряющие нервы сердца, а вместе с Людвигом описал *n. depressor*. Подчеркивалось также, что Сеченов выявил задерживающие центры в головном мозгу.

Всего на протяжении жизни Брюкке опубликовал около 140 работ, каждая из которых была по-своему яркой и оригинальной. Среди них были и небольшие статьи, и объемные книги. Перечень названий этих работ поражает своей пестротой. Работы по физиологии растений [14] сменялись биохимическими исследованиями (так Брюкке разработал тончайшую методику определения содержания сахара в моче [15]). Он много работал над химией желудочного сока, в частности изучал переваривающие свойства пепсина и выделил пепсин в чистом виде [16].

Брюкке описал факт о переваривающем действии птиалина слюны в полости желудка до того, как пищевой комок пропитывается кислым желудочным соком. Им опубликовано несколько чисто биохимических работ, посвященных характеристике отдельных аминокислот [17].

Некоторое время внимание ученого привлекала физиология пигментного обмена. Он изучил структуру и свойства пигментных клеток. Выписав из Африки хамелеонов, он исследовал механизм изменения окраски этих животных. Прибегая к перерезкам нервов, он доказал, что в основе этой приспособительной изменчивости окраски лежит рефлекторный механизм [18]. Исследуя свойства мышц, Брюкке впервые показал зависимость эффекта раздражения от времени действия раздражителя [19]. Примечательно в этом отношении, что основоположник представления о хронаксии — соотношении между силой раздражающего тока и временем его действия на ткань, необходимом, чтобы вызвать эффект, — Л. Лапик ссылается на Брюкке как на своего предшественника в разработке этого вопроса [20].

Начиная с 50-х годов XIX столетия Брюкке стал интенсивно заниматься проблемой физиологии зрения. Он описал сокращения ресничной мышцы [21]. Однако понятия о роли этого сокращения и механизме аккомодации возникли позже в лаборатории Гельмгольца, обнаружившего способность хрусталика изменять кривизну его поверхности. Брюкке ввел термины «негатив» и

«позитив», описав оптический феномен. Рассматривая черный предмет на белом фоне и затем закрывая глаза, человек «внутренним зрением» видит обратные соотношения — белый предмет на черном фоне.

Значительная часть работ Брюкке касается восприятия цветосмешения красок, а также физиологического и психологического воздействий различных цветов на человека [22, 23]. Эта тема лежала на рубеже медицины, физиологии и изобразительного искусства и привлекла внимание как ученых, так и художников.

Экспериментируя с отражением света преломляющими средами глаза, Брюкке был близок к открытию принципа офтальмоскопии, с использованием в этих целях «глазного зеркала». Это достижение Брюкке признавал Гельмгольц, который на базе исследований Брюкке и своих собственных «додумался до офтальмоскопии».

Искусство и наука были для Брюкке неотделимы. Обоснование этого положения мы находим в его книге «Научные принципы изящных искусств» [24], изданной в Париже и имевшей широкую популярность среди художников и скульпторов.

Другая серия исследований Брюкке была непосредственно связана с его увлечением поэзией и музыкой. Любя и понимая поэзию и музыку, он стремился изучить физиологию фонации и восприятия звуков. Строевые гортани, механизм движений голосовых связок — надолго стали темами его исследований. Брюкке интересовался механизмом звучания рифм и восприятия стиха.

Несколько позже он увлекся вопросами лингвистики. Началась переписка с виднейшими лингвистами разных стран, в том числе Индии и стран Африки. Сам Брюкке изучал многие языки (сюда вошли также суахили, хинди и арабский). Результатом явились работы о языке [25, 26].

С присущим ему энтузиазмом и увлечением Брюкке решил создать единый язык, одинаково доступный народам Азии, Африки, Европы. Им был разработан алфавит и транскрипция звуков. Однако общество не встретило с энтузиазмом эту затею ученого. Выучить новый язык, изобретенный Брюкке, было столь же сложно, как и любой другой язык. Попытка унифицировать язык на научной основе, осталась не реализованной.

Особую заслугу Брюкке Е. Вермель, автор книги «Ис-

тория учения о клетке» [27], видит в том, что он одним из первых предвосхитил огромную сложность организации живой протоплазмы. В то время как другие ученые видели в протоплазме лишь «студенистую массу», Брюкке считал, что лишь недостаточная разрешающая способность микроскопа не дает возможности наблюдать ее сложное устройство [27, стр. 100].

К старости интересы Брюкке переключились на вопросы гигиены и воспитания детей. Он написал несколько статей и книг на эти темы [28]. Одна из них была переведена на русский язык.

В течение всей своей научной деятельности Брюкке боролся с витализмом и был горячим приверженцем новых методологических установок в физиологии — физических и химических основ функционирования организма.

Политические взгляды ученого сводились к умеренному либерализму. Он был весьма далек от идеи революции и демократизации общества.

Многообразное и чрезвычайно интересное творчество Брюкке, разумеется, невозможно полностью осветить в нашем кратком обзоре [29—40]. Достоинно сожаления, что и в немецкой литературе мы не находим серьезного анализа деятельности замечательного ученого, если не считать монографии о Брюкке, написанной его внуком [41]. Несомненно, жизнь и деятельность Брюкке заслуживает детального описания и будет поучительна для современных физиологов.

Эрнст Брюкке, Эмиль Дюбуа Реймон и Карл Людвиг относились с особой бережностью, уважением и подчас восхищением к младшему члену их кружка — Герману Гельмгольцу. Дюбуа Реймон говорил о своем друге: «Гельмгольц — совершеннейший и высший тип теоретика-естествоиспытателя». К. А. Тимирязев называл его «величайшим мыслителем своего времени». И. М. Сеченов вспоминал: «Он производил на меня впечатление подобное тому, которое я испытывал, глядя на Сикстинскую мадонну... В Германии его считали национальным сокровищем».

Герман Гельмгольц

Герман Гельмгольц родился в семье учителя гимназии в Потсдаме, под Берлином, 31 августа 1821 г. При рождении он получил еще два имени — Людвиг и Фердинанд.

Детство будущего ученого проходило в Потсдаме. Учась в гимназии, он проявлял недюжинные способности в математике и физике. Хуже давались ему предметы, требующие простого заучивания и не имеющие логических основ.

По окончании гимназии Г. Гельмгольц решил посвятить себя естественным наукам. Поступить в университет в то время ему было не по средствам, и юноша подал документы в военно-медицинскую академию, дававшую возможность получить образование бесплатно.

С 1838 по 1843 г. Гельмгольц провел в стенах этого учебного заведения, наряду с академическими занятиями приобщаясь к полюбившейся ему физиологии в Берлинском университете. Здесь он слушал лекции Иоганнеса Мюллера и сблизился с Э. Брюкке и Э. Дюбуа Реймоном.

Под руководством Мюллера Гельмгольц написал диссертацию на тему «О строении нервной системы беспозвоночных» [42]. Работа представляла собой проведенные с большим искусством микроскопические исследования.

После окончания академии Гельмгольц приступил к работе военного врача, хотя лечебная деятельность его никогда не привлекала. Тем не менее, он говорил: «Медицина — это духовное отечество, в котором я вырос. А выходец ведь наилучшим образом бывает понят именно в своем отечестве» [см. 2, стр. 12].

Одновременно Гельмгольц начал серьезно заниматься вопросами обмена энергии как в плане чисто физических явлений, так и с точки зрения энергетических процессов, происходящих в живом организме. Его исследования проходили в лаборатории известного физика Магнуса и в лаборатории Мюллера, а также дополнялись теоретической разработкой вопроса в математическом плане. Их результатом явилась книга «О сохранении силы» [43], которая вышла самостоятельным изданием, обретя одновременно сторонников и противников.

Как известно, этот труд Гельмгольца составил научное доказательство закона сохранения энергии*.

В 1849 г. опять-таки с помощью своего учителя Мюллера, по рекомендации которого непродолжительное время преподавал анатомию в Академии художеств в Берлине, Гельмголец занял должность экстраординарного профессора физиологии (вместо Брюкке, уехавшего в Вену) в Кенигсберге, где успешно разрабатывал вопросы физиологии нервов и мышц. К этому периоду относится также женитьба ученого на Ольге фон Вельтен — девушке из состоятельной семьи.

Вскоре Гельмголец стал заведовать физиологическим институтом в Кенигсберге, что создавало хорошие условия для экспериментальной работы. Тогда же ученый сделал два значительных открытия. Первое из них — конструирование и описание офтальмоскопа, составившие целую эру в офтальмологии. Известный русский офтальмолог А. Н. Маклаков сказал по этому поводу: «... если бы даже Гельмголец ничего другого, кроме открытия глазного зеркала, не сделал, имя его навсегда было бы написано яркими буквами на страницах истории — если не созданной, то возрожденной им — офтальмологии» [см. 2, стр. 16].

Работам Гельмгольца с зеркалами предшествовали, как уже говорилось, работы того же плана, выполненные Брюкке. Сам Гельмголец признавал, что Брюкке был «на волос от открытия принципа офтальмоскопии».

Вторым принципиально важным открытием, связанным с работой в Кенигсберге, было исследование скорости проведения возбуждения по нервам**.

* Закон сохранения энергии был почти одновременно описан и сформулирован тремя учеными, работавшими независимо друг от друга: Робертом Майером (первая его работа по этому вопросу появилась в 1842 г.), Джоулем (он опубликовал свои данные в 1843 г.). Наконец, Гельмголец в 1847 г. описал закон сохранения энергии в конкретных математических выражениях, придав ему универсальную форму. (Интересно примечание Дюбуа Реймона, что по существу впервые принцип сохранения энергии был описан Лейбницем в 1688 г. и «переоткрыт» позже маркизом Дю Шотле.) [44].

** До этого ученые считали, что возбуждение по нервам проводится мгновенно. Это представление поддерживало идеалистические концепции о природе возбуждения. Принято было думать, что возбуждение — не материальный процесс и не поддается есте-



Герман Гельмгольц

В 1855 г. Гельмгольц в связи с болезнью жены вынужден был переехать на юг Германии — в Бонн. Вскоре жена умерла, и несколькими годами позже он женился на Анне фон Моль, в лице которой приобрел верного друга и помощника.

В Бонне пришлось заново создавать лаборатории. Здесь были развернуты Гельмгольцем работы по оптике и акустике. Особенно плодотворно эти проблемы разрабатывались в последующие годы в старейшем (основанном в 1385 г.) Гейдельбергском университете, куда Гельмгольц был приглашен в 1857 г. своими друзьями — известными физиками Кирхгофом и Бунзеном.

Деятельность в Гейдельберге была самой плодотвор-

ственно, научной оценке. Гельмгольц предложил методику определения возбуждения и получил величины скорости проведения волны возбуждения, очень близкие к тем, которые в наше время можно зарегистрировать с помощью современных приборов. Эта работа имела большое методологическое значение, так как показала, что процесс, казавшийся «таинственным», является регистрируемым и измеримым, как все физические явления.

ной в жизни Гельмгольца как физиолога. Он занимался тремя основными проблемами физиологии: физиологией возбудимых тканей — мышц и нервов, проблемами оптики с физиологией зрения и проблемами акустики с физиологией слуха. Широкий фронт проводимых научных исследований объединялся общей методологической основой — стремлением оценивать исследуемые процессы с позиций физики и химии. К этому времени Гельмгольц приобрел международную известность. Его семейная жизнь протекала спокойно и размеренно. Жена, образованная и умная женщина, пользовалась уважением среди друзей ученого и была неизменно в курсе дел своего великого супруга.

В Гейдельберг к Гельмгольцу приезжали его ученики — С. Экснер, Ю. Бернштейн, Г. Кровекер, А. Кениг, И. Крис и др. К. Ротшу указывает, что число учеников Гельмгольца — его соотечественников — было меньше, чем можно было бы ожидать, принимая во внимание авторитет ученого.

Вместе с тем лаборатории Гельмгольца были широко доступны для многих русских физиологов, врачей и офтальмологов, а позже и физиков*.

По предложению и рекомендации Людвиг в Гейдельберг в 1859 г. приехал И. М. Сеченов, который под руководством Гельмгольца выполнил работу о флюоресценции хрусталика. Гельмгольц в своем письме Людвигу дал Сеченову хорошую характеристику. Петербургский физиолог Н. И. Бакст провел экспериментальные исследования, касающиеся скорости проведения возбуждения по нерву человека в условиях различной температуры.

Физиолог Ф. П. Шереметевский, гистолог Ф. Н. Заварыкин, фармакологи И. М. Догель и В. И. Дыбковский, терапевт С. К. Кликович, гигиенист В. И. Добровольский слушали лекции Гельмгольца.

Не упускали возможности побывать у Гельмгольца все русские ученые, приезжавшие в Германию совершенствоваться в своей специальности. Среди них были знаменитый русский хирург Н. И. Пирогов, математик

* В исчерпывающей книге о Г. Гельмгольце А. В. Лебединского, У. И. Франкфурта и А. М. Френка [см. 2], собраны данные о русских учениках Гельмгольца, которые приводятся с добавлением, почерпнутыми из других источников [45, 46].

С. В. Ковалевская, биолог К. А. Тимирязев и др. Под руководством Гельмгольца особенно успешно работали врачи-офтальмологи, увезшие с собой солидные материалы для диссертаций, — Э. А. Юнге, Л. Л. Гиршман, А. В. Иванов, М. Э. Мандельштам, Е. В. Адамюк, В. Ф. Грубе, М. М. Воинов и др.

В 1871 г. Гельмголец был приглашен в Берлинский университет, чтобы возглавить кафедру физики. Работа на этой кафедре отвлекла Гельмгольца от проблем физиологии, и в последующие годы из-под его пера уже выходили труды из области чистой физики, столь же блестящие.

Среди русских физиков учениками Г. Гельмгольца были: С. И. Ломанский, Р. А. Колли, В. А. Михельсон, А. П. Соколов, А. Г. Столетов и др.

Гельмголец поддерживал постоянный контакт с физиками других стран, в частности с английскими и французскими коллегами. Он знакомился также с постановкой преподавания в университетах, что впоследствии послужило предметом его статей и выступлений.

Деятельность Гельмгольца в области физиологии и физики была отмечена присвоением ему многочисленных почетных званий, наград в Германии и других странах. В 1882 г. император Вильгельм I присвоил Гельмгольцу дворянское звание.

В 1891 г. в большинстве стран мира было пышно отпраздновано 70-летие ученого. В Москве был создан специальный юбилейный комитет. Виднейшие профессора выступали на торжественном собрании, посвященном этой дате. От физиологов выступил профессор Ф. П. Шереметевский, от офтальмологов — А. Н. Маклаков, от физиков — А. П. Соколов и А. Г. Столетов. Подобные заседания состоялись и в других городах России — в Одессе, Харькове, Киеве, Казани, Петербурге, Томске.

В Берлине растроганный юбиляр говорил в своем ответном слове: «Спасибо всем тем, кто так широко отмечает мой юбилей — от Томска до Монреаля».

По воспоминаниям современников о Гельмгольце, он был широко образован и имел разносторонние интересы. Недаром Э. Дюбуа Реймон говорил ему: «Мой разум немеет перед твоей чрезвычайной работоспособностью и объемом твоих знаний» [44]. Гельмголец не только свободно владел несколькими европейскими языками, но знал

также арабский и еврейский. Он был большим знатоком и глубоким ценителем музыки, прекрасно играл на рояле.

При всех качествах ученого-мыслителя, пользовавшегося мировой славой, Гельмгольц не считался хорошим лектором. Известный его современник-химик В. Оствальд относил ученого к категории «классиков», которые в отличие от «романтиков» (в классификации Оствальда), не любят и не умеют делиться своими знаниями [45]. Отчасти это подтверждали некоторые ученики Гельмгольца. Так, И. М. Сеченов довольно сдержанно отзывался о манере Гельмгольца читать лекции.

Однако физиолог Ф. П. Шереметевский в статье, посвященной 70-летию ученого, писал: «Не могу не упомянуть о его публичных лекциях. При объективной строгости изложения с печатью изящной красоты они производят даже в чтении впечатление чудных научных импровизаций» [46, стр. 75].

В последние годы жизни Гельмгольц понес тяжелые потери. Он лишился сына и дочери. Здоровье ученого было подорвано. 8 сентября 1894 г. Гельмгольц умер от кровоизлияния в мозг.

Весь мир оплакивал эту потерю. Сеченов читал в тот день лекцию студентам Московского университета. А. Ф. Самойлов, работавший у него ассистентом, вспоминал, что в этот день Сеченов был особенно бледен и взволнован. На лекции он объявил, что вместо запланированной физиологической темы намерен читать о деятельности и научных заслугах великого немецкого ученого Германа Гельмгольца. Однако, начав лекцию, Сеченов не мог ее продолжить и, разрыдавшись, покинул аудиторию.

А. Ф. Самойлов, вспоминая события и людей минувших лет, проводил параллель между Сеченовым и Гельмгольцем, видя в характере и творческом методе ученых определенное сходство. Он писал, что того и другого объединяло «умение утверждать свою позицию трезвого естествоиспытателя в областях, где царила долгое время спекуляция философов» [см. 12, стр. 105].

Параллелизм научных воззрений в творчестве Гельмгольца и Сеченова касается той части работ одного и другого, которая затрагивает вопросы психологии. Эта сторона деятельности обоих исследователей нашла до-

статочное отражение в книге М. Г. Ярошевского «И. М. Сеченов» [47].

Сам Сеченов в статье о Гельмгольце писал: «Слава Гельмгольцу за его шаг в психологическую область — из него выросла наиболее разработанная часть современной физиологической психологии» [48, стр. 447].

Богат вклад, внесенный ученым в физиологию. Ему принадлежит закон сохранения энергии, обращенный им в основу проблемы энергетического обмена в живом организме. О методологическом значении этого открытия К. А. Тимирязев говорил: «Р. Майер и Гельмгольц сообщают нам, что, именно размышляя о жизненных явлениях как противники витализма, они пришли к своим гениальным обобщениям. Если б они были виталисты, мир не обладал бы законом сохранения энергии» [49, т. V, стр. 188].

Гельмгольц внес много нового в проблему физиологии возбудимых тканей. Он выявил механизмы тетанических сокращений (впоследствии коррективы в его трактовку вносил Н. Е. Введенский), ввел новые приборы, например миограф; методики, в том числе методике определения скорости проведения возбуждения по нервам, и т. д. [50, 51, 52].

Работы Гельмгольца по слуху, акустике и фонации весьма значительны [53, 54, 55.] Они получили высокую оценку Сеченова: «Слуховой орган превращается в руках Гельмгольца в тонкий физический инструмент. Одного такого исследования, как учение о происхождении гласных звуков, было бы достаточно, чтобы обесмертить имя Гельмгольца» [56, стр. 28]. Теория слуха, предложенная Гельмгольцем, и поныне приводится авторами учебников по физиологии.

Гельмгольц разработывал физиологические основы восприятия музыки [55]. (Американская фирма «Стейнвей» прислала за это в дар ученому из Нью-Йорка свой рояль, чем он очень гордился.)

Многим обязана Гельмгольцу физиология зрения. В трех томах книги «Физиологическая оптика», а также в ряде статей [56, 57, 58, 59] анализируется горютер сетчатки, движения глаз, аккомодация, восприятие степени удаления предметов и т. д. Широкую известность получила теория восприятия цвета, сформулированная Гельмгольцем [60].

В период работы над проблемами оптики Гельмгольца стали занимать философские стороны в оценке деятельности органов чувств, что и привело к публикации ряда работ, касающихся теории познания.

Мировоззренческое кредо Гельмгольца можно понять не только из его работ, имеющих прямое отношение к физиологии, но также из его речей и выступлений [61, 62]. Подобно Э. Дюбуа Реймону, ученый много выступал перед широкой аудиторией, затрагивая общефилософские и научные темы широкого плана.

В целом Гельмгольд придавал большое значение роли естествознания в развитии философии. Он писал, что философия очутилась в тупике несомненно потому, что она оставалась исключительно в руках людей с филологическим и теологическим образованием и не впитала в себя новых жизненных соков от мощного развития естественных наук.

Следует подчеркнуть, что наряду с высказываниями «кантианского толка» по вопросам гносеологии Гельмгольд со своими друзьями — Э. Брюкке, Э. Дюбуа Реймом и К. Людвигом — отстаивали материалистические основы физиологии.

В своей книге «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин останавливается на философских представлениях Гельмгольца. «Гельмгольд, крупнейшая величина в естествознании, был в философии непоследователен, как и громадное большинство естествоиспытателей. Он склонялся к кантианству, но и этой точки зрения не выдерживал в своей гносеологии последовательно. Вот, например, из его «Физиологической оптики» рассуждения на тему о соответствии понятий с объектами: «...Я обозначил ощущения как *символы* внешних явлений и я отверг за ними всякую аналогию с вещами, которые они представляют»... Это — агностицизм, но дальше на той же странице читаем: «Наши понятия и представления суть *действия*, которые производят на нашу нервную систему и на наше сознание предметы, которые мы видим или которые себе представляем». Это — материализм. Только Гельмгольд неясно представляет себе отношение абсолютной и относительной истины, как видно из дальнейших его рассуждений. Например, Гельмгольд говорит несколько ниже: «Я думаю, следовательно, что не имеет никакого смысла говорить об истинно-

сти наших представлений иначе, как в смысле *практической* истины. Представления, которые мы себе составляем о вещах, *не могут быть* ничем, кроме символов, естественных обозначений для объектов, каковыми обозначениями мы научаемся пользоваться для регулирования наших движений и наших действий. Когда мы научаемся расшифровывать правильным образом эти символы,— мы оказываемся в состоянии, при их помощи, направлять наши действия так, чтобы получать желаемый результат... Это неверно: Гельмгольц катится здесь к субъективизму, к отрицанию объективной реальности и объективной истины. И он доходит до вопиющей неправды, когда заключает абзац словами: «Идея и объект, представляемый ею, суть две вещи, принадлежащие, очевидно, к двум совершенно различным мирам... Что касается, прежде всего, качеств внешних предметов, то достаточно небольшого размышления, чтобы видеть, что все качества, которые мы можем приписать им, обозначают исключительно *действие* внешних предметов либо на наши чувства, либо на другие предметы природы»... Здесь опять Гельмгольц переходит к материалистической точке зрения». По словам Ленина, «Агностицизм Гельмгольца... похож на «стыдливый материализм» *.

По сравнению с Мюллером Гельмгольц в своих гносеологических представлениях сделал шаг вперед.

С. Р. Микулинский и М. Г. Ярошевский подчеркивают принципиальную разницу позиций учителя и ученика: «Мюллер главный упор делал на зависимость субъективного образа (ощущения) от характера деятельности нервного аппарата, воспринимающего внешние раздражения, Гельмгольц же — на зависимость ощущения от внешней причины, т. е. на зависимость ощущений от физических раздражителей. Именно этот сдвиг в сторону выявления определяющей зависимости субъективных образов от физических причин и обусловил фундаментальные достижения Гельмгольца», — пишут авторы [63, стр. 29].

Мы останавливаемся столь подробно на критической оценке мировоззрения Гельмгольца, так как философские взгляды подобного эклектического характера были

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 245—246, 247.

очень типичны для многих естествоиспытателей того времени.

Труды Германа Гельмгольца пережили столетие и все еще не утратили своего значения.

Говоря о единомышленниках К. Людвиг — Г. Гельмгольце, Э. Дюбуа, Э. Брюкке, еще раз хочется подчеркнуть постоянную связь ученых, единство взглядов в вопросе о научном методе в физиологии, длящийся всю жизнь творческий контакт. Переписка ученых свидетельствует также о наличии известной координации в научных исследованиях.

Таким образом, изложение последующих глав, касающихся непосредственно Карла Людвиг, было бы во многом затруднено, если бы ему не предпослать сведения о трех его замечательных друзьях.

Жизненный путь Карла Людвига

К тому времени, когда военный кавалерист Фридрих Людвиг вышел в отставку и поселился в маленьком городке Витценхаузене на реке Верра, его жена Христина Людвиг, урожденная Нагель, родила третьего ребенка. Это произошло 29 декабря 1816 г. Таким образом, в небольшом скромном домике на окраине города в семье прибавился пятый человек — Карл Фридрих Вильгельм. Кроме отца, матери и маленького Карла были еще Айгиль Фридрих Вильгельм 1811 г. рождения и Рудольф Август Бирмингольд Себастьян 1812 г. рождения.

Фридрих Людвиг занялся сельским хозяйством, что позволяло ему не только прокормить семью, но вскоре и улучшить весьма скромное поначалу материальное положение. К 1818 г., когда родилась первая дочь Теодора Шарлотта, все разраставшееся семейство переехало в новый, более просторный дом.

Пополнение семейства продолжалось. В 1820 г. родилась Софи Луиза Антуанетта, в 1822 и 1824 гг. появились на свет сын Конрад Генрих и дочь Розина Христина Каролина, а в 1829 г. в доме родился последний ребенок — Генрих. Как видим, у маленького Карла не было недостатка в братьях и сестрах*.

* Известно, что брат Карла Рудольф впоследствии стал геологом. Он занимался картографией, много путешествовал. В числе прочих стран он посетил и Россию. Умер Рудольф в 1880 г. Вторым братом — Генрих, одаренный художник — большую часть жизни прожил в Риме, поддерживая с Карлом постоянный контакт. Умер он в 1897 г. Об остальных братьях и сестрах нам не удалось найти сведений.

Жизнь в небольшом городке текла неторопливо и размеренно. Отец приучал детей к строжайшему порядку. Людвиг впоследствии вспоминал с благодарностью несколько суровые условия своего детства, считая, что отец выработал у него способность к напряженной и усидчивой работе [1, 2, 3, 4]. Мать была тихой и доброй женщиной, беспрекословно подчинявшейся требованиям мужа.

Первые годы учебы маленького Карла прошли в Витценхаузене, в народной школе. После окончания ее мальчика вместе со старшими братьями отдали в начальную гимназию в Ганау.

Гуманитарное образование давало ученикам знание латинского и греческого языков, классической литературы. Ученики зазубривали наизусть длинные тексты, читали наизусть Гомера и Овидия. В те времена знание классической литературы древнего мира высоко ценилось и вменялось в обязанность каждому образованному человеку. Однако «образованность», в понимании того времени, исчерпывалась знанием языков и литературы. Естественные науки преподавались слабо и не считались главными в курсе образования.

Имеются лишь скудные сведения об успехах юного Карла в гимназии. Известно только, что он и его братья имели склонность к рисованию. Гимназия давала возможность развивать эти способности, и прекрасные рисунки К. Людвига в дальнейшем украшали его работы по морфологии.

По окончании гимназии Карл поступил на медицинский факультет Марбургского университета. Началась обычная для того периода студенческая жизнь, в которой в равной мере находили себе место учеба, студенческие сходки со спорами и пирушками, а подчас и с ссорами и дуэлями. След от удара шпагой на одной из таких дуэлей навсегда остался на верхней губе Карла.

В бытность студентом Людвиг являлся членом политического кружка, руководимого Вильгельми. Студенты выступали за независимость, открыто критиковали общественный порядок. Деятельность Карла в кружке привела к тому, что он был на время исключен из университета, в связи с чем потерял год.

В 1839 г. Людвиг закончил университет и выполнил

работу, которая ни по теме, ни по исполнению не представляла собой ничего примечательного. Она носила название «*De olei jascoris aselli partibus efficacibus*» («О действующих началах рыбьего жира»). Весь текст по традиции был написан по-латыни и содержал данные о действии рыбьего жира на организм.

Получив звание доктора медицины, молодой человек начал самостоятельную деятельность прозектором в Анатомическом институте, руководимом Германом Нассе. В Институте проводились работы как по анатомии, так и по физиологии. В 1842 г. на смену Герману Нассе на должность директора института пришел известный анатом Людвиг Фик. Институт расширился, и научная работа стала проводиться в нем весьма интенсивно. Карл Людвиг продолжал работать в институте, получив большие возможности экспериментировать. Результатом явилась подготовленная для защиты диссертация под названием «*De viribus physicis secretionum urinae juvantibus*» («О физических силах, обуславливающих отделение мочи»). Диссертация была защищена в 1842 г., но вопросы, затронутые в ней, еще долго продолжали оставаться в центре внимания молодого ученого.

Работа с почками пробудила у Людвигу интерес к более глубокому изучению механизма образования мочи. Исследуя деятельность почек, функция которых в то время была очень мало известна, Людвиг понял, что для расшифровки тех сложных явлений, которые происходят в клубочках и канальцах, необходим большой запас знаний физики и химии. Ни гимназическое, ни университетское образование не давало достаточных знаний этих предметов. Предстояло наверстывать недостающее самому. Молодой ученый взялся за учебники. С присущей ему добросовестностью и педантичностью занимался он физикой, химией и математикой.

В 1839 г. в Марбург переехал из Касселя физик Роберт Бунзен. Людвиг сразу нашел с ним общий язык и был частым гостем в его лаборатории. Он постоянно консультировался у Бунзена, проводя под его руководством некоторые эксперименты.

К середине 40-х годов XIX в. относится знакомство Людвигу с Юстусом Либихом, который был уже в то время признанным ученым и преподавал химию в Гис-

сене. Вопреки общепринятой системе противопоставлять учеников и сотрудников, Либих создал единый коллектив. По-видимому, знакомство Людвиг с подобной системой работы и послужило толчком для дальнейшего формирования его как учителя и основоположника научной школы.

Дополнительные занятия Людвиг физикой и химией позволили ему приобрести определенный теоретический базис и практическую подготовку для дальнейшего углубленного изучения физиологии. В частности, он начал серьезно работать над еще мало в те времена исследованными вопросами диффузии и осмоса.

Кроме того, первое знакомство со сложнейшей сосудистой системой почки при выполнении диссертации открыло Людвигу заманчивую для разработки проблему кровообращения с его удивительными особенностями в кровоснабжении каждого органа [5]. Исследование кровообращения почки повлекло за собой последующую разработку вопросов гемодинамики в самом широком плане. Гемодинамика стала одной из излюбленных проблем научного творчества Людвиг, и в ней он особенно преуспевал.

Вслед за диссертацией в печати стали появляться и другие экспериментальные работы Людвиг. В 1847 г. он решил ознакомиться с деятельностью известных физиологов того времени и побывал с этой целью в ряде городов. В Берлине он посетил Мюллера. Здесь он впервые встретился и сблизился с молодыми исследователями — Эрнстом Брюкке, Эмилем Дюбуа Реймоном и Германом Гельмгольцем.

Этот высокий, худощавый провинциал, застенчивый и в то же время пытливый и интересующийся абсолютно всем, что его окружало, сразу понравился членам небольшого кружка учеников Мюллера. Несколько бесед показали значительную эрудицию приезжего.

Четверо молодых людей провели вместе несколько вечеров и, убедившись в сходстве взглядов, решили поддерживать переписку и не терять друг друга из виду. Так началась дружба четырех молодых физиологов, столь продуктивная для развития науки.

Стремление узнать, как работают другие физиологи, привело Людвиг в Лейпциг. В Лейпциге он познакомился с братьями Вебер, которые вошли в историю фи-

зиологии благодаря нескольким выдающимся открытиям. Они много сотрудничали вместе, хотя фактически имели разные специальности: Эрнст Генрих Вебер (1795—1878) был анатомом и физиологом; Вильгельм Вебер (1804—1891) — физиком, а Эдуард Вебер (1806—1871) — анатомом. Это была талантливая троица сыновей профессора теологии из Виттенберга. Эрнст Генрих Вебер стал профессором уже в 26 лет. Вместе с братом Вильгельмом Фридрихом он описал тормозящее действие блуждающего нерва на сердце. Эрнст Генрих с интересом исследовал свойства поперечно-полосатой мускулатуры. Как многих физиологов того времени, Вебера привлекала проблема физиологии органов чувств. Он изучал микроскопическое строение и свойства рецепторов, описал закон зависимости ощущений от прироста раздражений. Математическая обработка этого закона была завершена Фехнером. Особенно много работ Вебера относилось к физиологии кровообращения. Именно эти работы и заинтересовали Людвигу.

По возвращении в Марбург Людвиг с новыми силами начал проводить научные исследования.

В 1849 г. Людвиг получил приглашение заведовать кафедрой физиологии Цюрихского университета. К этому периоду своей жизни ученый пришел, имея широкий круг научных интересов, получив известность как исследователь почек, кровообращения.

В надежде на улучшение материального положения в связи с переездом он осуществил свою давнюю мечту и женился на скромной девушке Христине Эндеманн, дочери известного в Марбурге юриста. Вместе с молодой женой К. Людвиг переехал в Цюрих.

В Цюрихе

Цюрих, как и другие города Швейцарии, отличался пестрым национальным составом своего населения, так как прокатившаяся по Европе волна революций сопровождалась политическими гонениями и представители интеллигенции из разных стран устремились в нейтральную Швейцарию.

Условия для деятельности ученого в Цюрихе были много лучше, чем в Марбурге. Мешала лишь большая

загруженность преподавательской работой (Людвиг преподавал анатомию и физиологию).

Выдающиеся способности Людвига как лектора и организаторский талант (проведение экспериментальных исследований вместе со студентами) — все это привлекало, по свидетельству современников, студентов к Людвигу. В начале 50-х годов (1851—1852) Людвиг был избран деканом медицинского факультета.

Под руководством Людвига молодые физиологи и анатомы стали выполнять значительные работы по вопросам кровообращения и деятельности почек. Известность Людвига росла, и его имя стало все чаще звучать за пределами Цюриха.

К Людвигу начали приезжать физиологи из других городов, чтобы познакомиться с методиками экспериментов или получить ответ на интересующие их теоретические вопросы.

Так, например, в 1851 г. к Людвигу в Цюрих приехал физиолог Станниус, работавший в Ростоке. Он приехал продемонстрировать свои опыты с наложением лигатур на различные отделы сердца лягушки. Опыты, ставшие впоследствии достоянием всех физиологов и обязательным элементом преподавания физиологии, были показаны на заседании Общества естествоиспытателей Цюриха и вызвали одобрение Людвига и его коллег.

Следует заметить, что уже в эти годы в лекциях и выступлениях Людвига красной нитью проходила тенденция материалистически трактовать физиологические явления. Такой подход приветствовали его друзья — Э. Дюбуа Реймон, Э. Брюкке и Г. Гельмгольц. Но, создавая Людвигу репутацию «материалиста», эта тенденция настораживала правительство Пруссии и в дальнейшем нередко служила препятствием для продвижения ученого. В частности, данное обстоятельство мешало назначению Людвига на кафедру физиологии в Бонн.

В семейной жизни Людвига за цюрихский период произошли значительные события: в 1851 г. родилась дочь — Анна Кристина Генриетта, а спустя несколько лет — сын, который, однако, умер, едва достигнув пяти лет.

При всем внешнем благополучии жизнь в холодном,

чужом Цюрихе не удовлетворяла Людвига. Стремление покинуть город заставило его обратиться за содействием к Э. Брюкке, преуспевавшему в Вене и занимавшему кафедру физиологии в университете. С помощью влиятельного друга Людвиг получил приглашение преподавать физиологию в Вене в маленькой военно-медицинской академии «Жозефиниум», готовившей военных хирургов.

В Вене

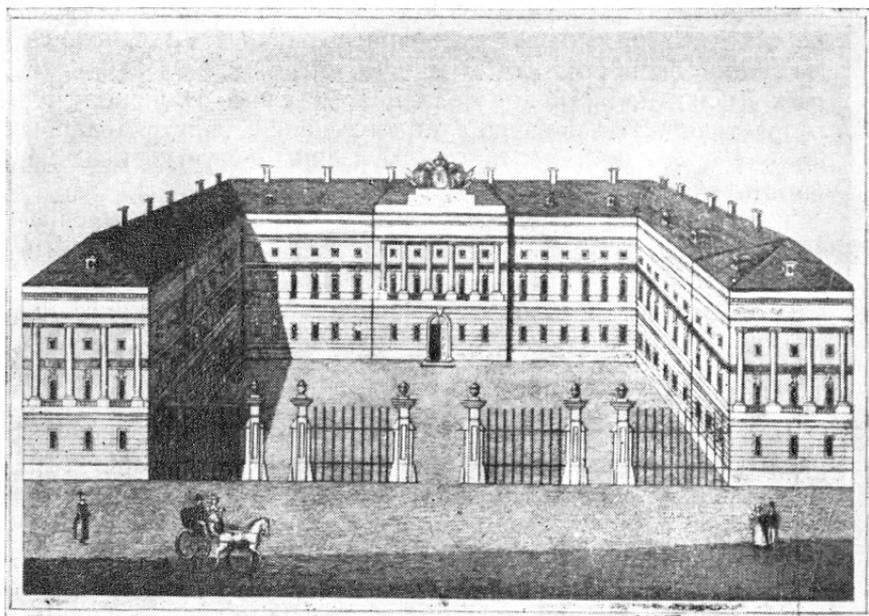
Вена 50-х годов XIX в. была блестящей европейской столицей, в которой ключом била театральная и музыкальная жизнь. Венская опера считалась одной из лучших в Европе. На концертах исполнялись произведения Бетховена, Моцарта. Популярны были выступления И. Штрауса, вальсы которого властвовали над венцами.

Людвиг сначала поселился у Брюкке. Вскоре, обосновавшись самостоятельно, К. Людвиг перевез в Вену семью. В академии ученый получил в свое распоряжение небольшое помещение, состоящее из лаборатории, мастерской, лекционного зала, стерилизационной комнаты, а также маленького вивария с кроликами и собаками. Верный помощник Людвига Зальфенмозер усердно помогал ученому во всех начинаниях.

В Вене в эти годы были сосредоточены лучшие медицинские силы: Карл Рокитанский, всемирно известный патолог, видные клиницисты: Иоганнес Шкода, Якоб Коллечка и др.

Несколько настороженно встретили первоначально нового профессора студенты — слушатели академии. Вот как описал первое впечатление, произведенное Людвигом на слушателей, венгр Эрне Лески: «Мы сидели в небольшой полупустой учебной комнате, занимая скамьи, стоявшие рядами. Внезапно открылась дверь кабинета, расположенного за нашими спинами. Из нее появилась высокая фигура, которая, еще продвигаясь между скамьями, провозгласила высоким тенором с выраженным иностранным акцентом*: «Господа! Мы едим солнечный свет!..» Несмотря на эти почти комические

* Имеются в виду различия в звучании некоторых немецких слов в Германии и Австрии.



Военно-медицинская академия в Вене

слова, появление К. Людвига произвело на нас большое впечатление» [6, стр. 64].

Темой лекции была «Медицинская физика». Обмен веществ и энергии Людвиг объяснял, исходя из закона сохранения энергии, сформулированного Г. Гельмгольцем.

Характеризуя манеру Людвиг читать лекции, Эрне Лески отмечал склонность ученого к своеобразным шуткам. «Чем работает актер в театре?» — спрашивал Людвиг и сам отвечал: «Лицевым нервом». Или: «Что делает крестьянин, когда несет в город свои товары? Шагательные движения».

Примечательно, что контакт студентов с Людвигом не ограничивался аудиторией. Помещения кафедры были открыты для желающих. Студенты по окончании лекций шли на кафедру посмотреть сложные опыты или принять в них участие. Людвиг завоевал особое расположение студентов.

Немецкие и иностранные молодые ученые стали приезжать к Людвигу с целью получить ценную теоретиче-

скую и практическую помощь в выполнении научной работы, почерпнуть что-то новое в физиологии и освоить методики эксперимента, которые нигде, кроме лаборатории Людвига, не использовались. В свою очередь, имея возрастающее число сотрудников, ученый мог с большей полнотой реализовывать планы своих научных исследований.

Таким образом, труд Людвига и его учеников превратился в единый творческий процесс, плодотворный и многообразный. Под руководством ученого разрабатывались различные вопросы физиологии. Исследователи занимались изучением газов крови, физико-химических ее свойств, работали над проблемой лимфообразования и лимфообращения, изучали дыхание и кровообращение.

Наиболее примечательные работы о регуляции кровообращения были выполнены именно в венской лаборатории Людвига. Статьи Людвига и его учеников и сотрудников стали появляться в журналах, причем число их стремительно росло.

Однако жизненный путь ученого далеко не был усыпан розами. В личной жизни Людвига за последний год пребывания в Цюрихе и венский период произошло немало омрачающих событий. Он лишился горячо любимой матери, его жена долго и тяжело болела, в 1858 г. умер его сын. Семья с трудом справилась с этим ударом. На помощь ученому пришла напряженная работа.

Людвиг придавал большое значение своей педагогической деятельности. Лекции всегда являлись для него предметом серьезнейшей подготовки. Убедившись, что имеющиеся учебники физиологии не соответствуют его требованиям, он еще в Цюрихе начал работать над созданием собственного учебника, который должен был по-новому освещать предмет — излагать механизмы реакций организма на основе физики и химии. Первая часть этого учебника вышла в 1852 г. Вторая часть явилась результатом труда венского периода его жизни и появилась в 1856 г. [7].

Учебник отражал новейшие для того времени достижения науки. Он вскоре стал использоваться не только в Германии, но также и за границей. В России он был переведен на русский язык впервые в 1861 г. и переиздан в 1864 г. [8]. Одновременно этот учебник стали использовать и во многих других странах [9].

Несмотря на успех, сопутствовавший Людвигу в Вене, ему, горячему приверженцу земли германской, хотелось вернуться на родину и работать в университете какого-нибудь немецкого города. (Об этом Людвиг неоднократно писал Дюбуа Реймону.) Да и жена его хотела этого переезда. Семья жила тихо и не принимала участия в жизни «блестящего венского общества» с его балами, приемами, салонными беседами, которыми так увлекался Брюкке.

Прусское правительство с недоверием относилось к Людвигу, слышшему «поборником материализма», и в 1858 г. воспрепятствовало его переезду в Бреславль. Однако растущий авторитет ученого и всеобщее его признание заставило прусское правительство пересмотреть свое отношение к Людвигу. В 1865 г. он получил приглашение перебраться в Лейпциг, чтобы возглавить кафедру физиологии Лейпцигского университета после ухода в отставку Эрнста Генриха Вебера.

Приглашение в Лейпциг несказанно обрадовало всю семью. По поводу отъезда Людвига состоялся большой прощальный вечер, в котором приняли участие профессор университета и академии Вены. С прощальной речью выступил прославленный патолог Карл Рокитанский. Далее были вручены ценные подарки [10].

В местной газете подробнейшим образом был описан весь ритуал прощания учащихся академии с любимым профессором. Делегация учеников Людвига, одетых в парадную форму, явилась к нему вручить прощальный подарок — старинный кубок с выгравированной надписью: «Дорогому учителю от благодарных учеников».

Слава о нем как о блестящем и изобретательном экспериментаторе и руководителе собственной научной школы распространилась далеко — от России до Америки, и его многочисленные ученики с благодарностью вспоминали учителя, продолжая работы, начатые под его руководством.

В Лейпциге

Если Вена XIX столетия отличала атмосфера праздничная и праздная, то Лейпциг был сугубо деловым городом. Ко второй половине XIX в. это — бойкий торго-

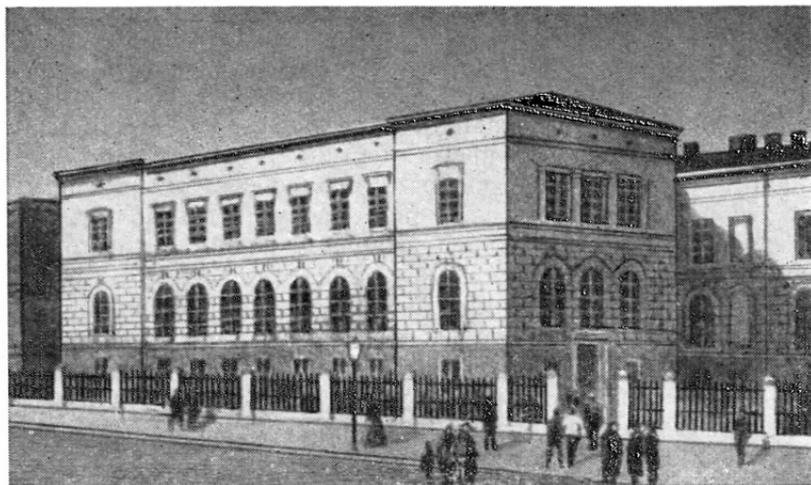
вый центр, расположенный на перекрестке значительных дорожных магистралей и к тому же в самой середине Европы. В Лейпциг приезжало много торговцев и коммерсантов. Бойкие шумные улицы центральной части города пестрели магазинами и лавками. Здесь всегда толпился народ.

Университет также накладывал отпечаток на городскую жизнь. В те годы студенты разных землячеств отличались своей одеждой. Они носили причудливой формы шапочки, цвет которых говорил о принадлежности к тому или иному землячеству, сапоги с ботфортами. Многие из них посещали знаменитую «Томас кирхе» — церковь в центре Лейпцига, где в свое время Иоганн Себастьян Бах исполнял свои произведения. Большой популярностью пользовался винный погребок «Ауэрбах келлер», куда полстолетия назад часто заходил Гёте. В погребок и по сей день стены украшены автографами великого поэта, страничками его рукописей.

Людвига в Лейпциге встретили приветливо как достойного преемника широко известного во всей Германии Э. Г. Вебера. Король Саксонии Иоганн и министр внутренних дел Фалькенштейн проявляли заинтересованность в развитии медицины и охотно пошли на выдвинутые Людвигом предложения.

Несмотря на то, что условия для экспериментальной работы, которые получил Людвиг в Лейпциге были много лучше, чем в Вене, Людвиг все же мечтал о дальнейшем их улучшении. В этих целях он поставил вопрос о строительстве специального физиологического института, который должен был стать самым большим в Европе.

Предложение Людвига было принято правительством. Долгие часы проводил ученый с архитекторами и строителями, планируя все детали помещений института. Такая работа не прошла безрезультатно. Институт был построен за 10 месяцев. Большое двухэтажное здание вмещало в себя физиологические, химические и гистологические лаборатории, виварий, операционную, помещения для стерилизации операционного материала. Была здесь также большая библиотека, служившая одновременно и кабинетом директора. Кабинет, как описывают современники, в частности физиолог В. Гис, являлся проходной комнатой, и двери в него никогда не закры-



Институт физиологии в Лейпциге

вались. Сюда беспрепятственно входили студенты. Здесь часто можно было видеть наряду с Людвигом, занимавшимся административными делами, его учеников. Они обсуждали свои дела и разбирали и анализировали экспериментальные кривые. Квартира директора находилась на втором этаже здания. Ее расположение также способствовало постоянному контакту ученого с учениками и сотрудниками. Как писал Г. Дришель в своей статье о Людвиге [см. 2], институт стал «Меккой» физиологов из разных стран мира.

Большой лекционный зал был снабжен необходимым оборудованием для проведения во время лекций разнообразных экспериментов.

Ссылаясь на описание учеников Людвига, изложенные в книге Шроера [см. 1], рабочий день ученого проходил следующим образом. Работа в лабораториях начиналась в 9 часов утра. Ровно в 10 часов появлялся Людвиг. Всегда аккуратно одетый, с белоснежным воротничком, высокий и подтянутый, он выглядел весьма представительно. Казалось, глубоко посаженные глаза его смотрят строго и сам он несколько суховат и официален. Но таково было лишь первое впечатление. Стоило начать говорить с Людвигом, и впечатление строго-

сти рассеивалось. Перед собеседником оказывался мягкий человек (сам Людвиг считал себя крайне сентиментальным и жаловался на это качество Э. Дюбуа Реймону в одном из своих писем), очень доброжелательный и внимательный к окружающим. Он любил шутить в разговоре, нередко и во время лекций. После кратковременного знакомства с ученым его собеседник чувствовал себя совершенно свободно. Рабочий день Людвиг протекал всегда одинаково. Первым делом он обходил столы, где проводились опыты, давал пояснения, намечал план опыта, интерпретировал его содержание. После этого ученый приступал к опытам.

Каждому его эксперименту предпосылалась длительная предварительная подготовка: логическое обдумывание, детальное повторение анатомии интересующего его органа. Знания анатомии он требовал со всей строгостью и от своих учеников и не разрешал приступать к эксперименту без безукоризненно четких представлений о строении и топографии различных систем организма. В экспериментах Людвиг всегда упорный и кропотливый труд доминировал над «случаем», «удачей», «везением» [см. 1, стр. 8].

Если в этот день ученый не имел своего собственного эксперимента и не участвовал в экспериментах других, он удалялся в кабинет и работал над своими и чужими рукописями, оформляя работы вместе с их авторами. На протяжении всего дня в кабинете толпился народ. Научные беседы и консультации сменялись беседами на общие темы. Ученый стремился знать о своих учениках все — кто как живет, чем интересуется.

Будучи сам чрезвычайно скрупулезным и педантичным, он требовал того же от работающих в его лаборатории. В его руководстве, однако, не было ни малейшего элемента навязчивости. Он внимательно прислушивался к мнению учеников, терпеливо объяснял непонятное, разубеждал заблуждавшихся.

Занятиям со студентами Людвиг уделял большое внимание. Он неизменно сам читал лекции по всему курсу физиологии — около пяти лекций в неделю. Лекции обычно начинались во второй половине дня (в четыре часа) и длились от одного-двух до четырех часов, в зависимости от темы и количества задаваемых в аудитории вопросов.

Лекции Людвига доставляли слушателям истинное удовольствие. Говорил он негромко, просто. Ему был чужд высокопарный стиль речи, присущий в те годы многим лекторам в частности Э. Дюбуа Реймону. Не было в лекциях и острословия, которым отличались, например, лекции историка А. Довэ.

Лекции были доходчивы, строго последовательны и безукоризненно ясно излагались. Они сопровождались мягким юмором, небольшими шутливыми замечаниями, которые вызывали улыбки на лицах студентов. После лекции ученый позволял себе небольшую прогулку по городу.

Контроль и помощь ученикам отнимали у ученого почти все оставшееся вечером время. И уже поздно вечером Людвиг поднимался к себе, неся в руках кипу кривых и протоколов, которые он просматривал за ночь.

С мнением Людвига считались и ценили его, причем авторитетность его суждений простиралась не только на вопросы науки, но и на вопросы искусства. Людвиг был поклонником живописи и музыки. Беседы «на вольные темы», которые он охотно вел по воскресеньям у себя дома за чашкой кофе, вспоминаются участниками как яркие, интересные и вместе с тем полезные и поучительные часы отдыха.

Конечно, в жизни Людвига были и столкновения с неприязненно настроенными по отношению к нему людьми. Из высказываний современников Людвига можно понять, что в отношениях между Людвигом и бреславльским физиологом Р. Гейденгайном, придерживающимся «биологического» направления в физиологии в отличие от людвиговского «физико-химического», существовал некоторый антагонизм.

Для характеристики обоих ученых и, главное, их методов научной работы приведем высказывание И. П. Павлова, работавшего как у Людвига, так и у Гейденгайна. Павлов писал: «Знаменитый лейпцигский физиолог Людвиг до конца своей многоплодной деятельности остается, так сказать, с отчетливой физической тенденцией в физиологии, являясь продолжателем дела Фолькманна, Вебера и др.

Нужно припомнить некоторые из работ Лейпцигской лаборатории, а еще лучше — поработать в ней, чтобы легко заметить указанное свойство деятельности Людвига.

Здесь опыты вообще ставятся скупо, мелочные под-

робности опытов не особенно берутся в расчет, но зато результату каждого опыта при помощи остроумных и более или менее точных инструментов придается цифровое выражение, а затем этот цифровой материал подвергается старательной кабинетной обработке.

С другой стороны также известный бреславльский физиолог Гейденгайн держится совершенно другого приема: он проводит перед собою массу животных, внимательно всматриваясь в обстановку опытов, постоянно разнообразя форму опыта и не особенно озабочиваясь постоянным протоколированием данных с количественной стороны.

Задача считается окончательно решенной, когда, наконец, основной результат становится вполне резким и постоянным.

И что же? Многие результаты Людвиговской лаборатории систематически переработаны Бреславльской. Пишущему эти строки пришлось быть свидетелем высокоумилительной сцены, когда 70-летний старик Людвиг сквозь слезы жаловался на это как бы преследование со стороны Бреславльской лаборатории» [11, стр. 183]*.

Будучи сам прекрасным педагогом, Людвиг не мог отставать в стороне от вопросов, связанных с преподаванием на медицинском факультете. Несколько лет ему пришлось быть деканом факультета. В этот период он часто выступал с докладами о мерах по улучшению преподавания медицинских дисциплин. По его мнению, которое совпадало также с мнением его коллег — Брюкке, Дюбуа Реймона, известного химика Вильгельма Оствальда и других, — в университеты поступала молодежь, недостаточно подготовленная к прохождению естественных наук. Консерватизм, проявляемый в средних учебных заведениях по отношению к развивающимся точным наукам, мешал перестройке учебной программы. Программа все еще оставалась перегруженной гуманитарными дисциплинами, среди которых главное место занимали древние языки.

Прибытие Людвиг в Лейпцигский университет совпало с его расцветом. Да и сама кипучая деятельность Люд-

* Просматривая некоторые работы Людвиг и Гейденгайна, касающиеся одних и тех же вопросов физиологии, можно убедиться, что в них нет непримиримых противоречий, а есть лишь различие в трактовке одних и тех же фактов. На наш взгляд, несоответствия в работах в целом несколько не умаляют достоинства того и другого ученого.



Карл Людвиг

вига много способствовала этому расцвету. По составу педагогических кадров — профессоров и преподавателей — Лейпцигский университет вскоре обогнал выдающийся в те времена Мюнхенский, а спустя некоторое время стал считаться лучше Берлинского и занял ведущее место в Германии как по количеству студентов, так и по качеству преподавания. О расцвете Лейпцигского университета писал Г. Харрик в книге «Выдающиеся ученые Лейпцига» [12].

Многочисленные молодые ученые, приезжающие совершенствоваться в Германию, стремились попасть именно в Лейпцигский университет.

В последней трети XIX столетия при университете были построены новые клиники и институты, оснащенные современным оборудованием. Университет стал приглашать выдающихся профессоров. Так, хирургию возглавлял известнейший хирург Карл Тирш, анатомию — Вильгельм Гис, гигиену — Франц Гофман, психологию — Вильгельм Вундт — основатель экспериментального направления. Психиатрической клиникой руководил Пауль

Флексиг, клиникой болезней уха, горла, носа — Фридрих Ринне.

Химический институт значительное время возглавлял известный химик Вильгельм Оствальд, который приобрел популярность не только химическими исследованиями, но также философскими работами и статьями о развитии науки и психологии научного творчества. В университете преподавал такой известный математик, как Карл Нейман. Астрономию и высшую механику вел Август Фридрих Мебиус.

Вот далеко не полный перечень ученых, трудами которых Лейпцигский университет к 60—70-м годам XIX столетия заслужил репутацию лучшего университета Германии.

Главой теоретических кафедр считался Людвиг. Он пользовался большим влиянием в правительстве Саксонии, и все предлагаемые им реформы в университете, поддерживались в правительственных кругах.

Несмотря на благополучие в жизни и деятельности ученого, в 1878—1879 гг. возникли непредвиденные обстоятельства, которые принесли ему немало неприятностей.

Эти обстоятельства были связаны с выступлениями членов общества «борьбы с вивисекцией». Течение это зародилось в Англии, причинив значительный вред работе английских физиологов, затем «перекинулось» и на Германию. Его возглавил естествоиспытатель-путешественник барон Эрнст фон Вебер. Он сумел организовать настоящую кампанию против деятельности Лейпцигского института физиологии. Проникнув в институт нелегально и осмотрев все его уголки, он в самых мрачных тонах описал «темные подвалы, где сидят обреченные на гибель собаки», «несмываемые» пятна крови и камеры, где подвергают животных «страшным мучениям».

Описание это вызвало волну возмущения у лейпцигских обывателей, которые выступали с требованиями закрыть институт. Вивисекция была запрещена — правительство предпочло держаться в стороне. Дело дошло до того, что Людвиг подвергался оскорблениям и чуть ли не избиению на улицах.

Создавшуюся ситуацию можно было преодолеть только активными выступлениями перед широкими массами лейпцигского населения. Ученому пришлось пропагандировать необходимость для медицины экспериментальных ис-

следований, разъяснять методiku постановки экспериментов. В своих выступлениях он подчеркивал, что эксперименты ставятся с применением наркоза. В конце концов обстановка нормализовалась, и экспериментальная работа снова закипела. Однако это отняло у ученого много времени и сил.

В семье Людвига царили мир и согласие. Несмотря на то, что Людвиг не имел отдельного дома, как большинство профессоров в то время, а жил при институте, квартира его стала своеобразным центром культурной жизни.

Людвиг и его жена расширили круг знакомств, стали организовывать званые вечера, на которые приглашались артисты и музыканты. Все это было вызвано как улучшившимся материальным положением семьи, так и необходимостью подумать о замужестве дочери Людвига Анны.

В 1871 г. Анна познакомилась с молодым историком Альфредом Довэ — сыном известного физика Генриха Вильгельма Довэ. Вскоре состоялась свадьба. Молодожены уехали в Бреславль, где Довэ получил должность преподавателя истории.

Между молодой парой и родителями Анны и Альфреда установились самые теплые отношения. Людвиг и его жена стали частыми гостями в Бреславль. Эти поездки как бы послужили стимулом для целой серии путешествий, предпринятых Людвигом и его женой в 70-е годы.

Несмотря на большую занятость в институте, Людвиг побывал в Англии, во Франции и Бельгии. Он несколько раз выезжал в Австрию, где ему всегда была обеспечена теплая встреча его друга Брюкке. В Италии, где жил его брат, Людвиг с особым интересом знакомился с живописью и скульптурой.

30 лет руководил Людвиг институтом. Его научные заслуги высоко ценили на родине и за рубежом. Он был избран почетным членом академий Берлина, Вены, Упсала, Лейпцига, Мюнхена. Ему было присвоено звание рыцаря Королевского шведского ордена Северной звезды. Кроме того, он был рыцарем Королевского саксонского ордена и обладателем Королевского прусского ордена, а также Королевского баварского ордена Максимилиана, предназначенного для деятелей науки и искусства. Он был также членом-корреспондентом Королевского общества Англии и обладателем медали Коплея.

Характеризуя Людвига как человека, следует отметить его большую скромность. Своих друзей Э. Дюбуа Реймона и Г. Гельмгольца он считал «героями духа». Себя же относил к людям, не являющимся «звездами первой величины». В контакте с другими учеными он держался на редкость скромно, с учениками — как равный. О нем говорили, что он «с неслыханной самоотверженностью все свои знания и возможности ставил на службу своим ученикам» [см. 1, стр. 18].

Карл Людвиг в конце жизни писал Э. Дюбуа Реймону: «Мои письма хорошо сохранены тобой... Кроме этого ничто меня не спасет от забвенья, о чем мало заботились даже такие светила, как Иоганнес Мюллер и Э. Г. Вебер. Да и для чего нас помнить? Достаточно того, что мы жили и любили» (письмо от 4 октября 1894 г.). Это письмо было написано Людвигом за год до смерти.

До самых последних дней ученый сохранил работоспособность, удивительную энергию и интерес к окружающему. Он мало изменился к старости и внешне. Был все так же худощав, подтянут. Годы не сторбили его, а его редковатые длинные волосы почти не были седыми.

В апреле 1895 г. К. Людвиг заболел бронхитом, который сильно затянулся и осложнился внезапно развившейся сердечной слабостью. Ученый умер 23 апреля 1895 г.

На лейпцигском кладбище, в одном из его тихих уголков, находится неприметная могила. Зеленый ковер плюща окутал могильный холм. На строгом черном кресте надпись: «Здесь покоится во Христе Карл Людвиг, профессор физиологии, родился 29 декабря 1816 г., умер 23 апреля 1895 г.»

Свыше 75 лет прошло со дня смерти великого физиолога, но и теперь ученики его учеников с глубоким волнением останавливаются у могилы человека, которому так многим обязана физиология, человека, которого не только беспредельно уважали, почитали, но и глубоко любили.

Научное наследие К. Людвиг. Новые методики. Исследования изолированных органов. Физико-химические работы. Изучение функций почек

Рассматривая творчество Людвиг, нельзя не обратить внимания на то, что отличает его от творчества большинства остальных физиологов. Как правило, ученые занимаются последовательным разрешением разнородных вопросов. Так, например, в творчестве И. П. Павлова можно четко выделить 3 периода: работа над вопросами физиологии кровообращения, пищеварения и высшей нервной деятельности.

Людвиг интересовался почти всеми разделами физиологии и проводил исследования с помощью своих учеников одновременно по самым различным научным темам. Нельзя отметить в его творчестве никакой последовательной смены тематики. Так, например, начав работать над вопросами физиологии выделения после окончания университета, он не оставил этой проблемы до последних дней жизни. Заинтересовавшись физиологией кровообращения в середине 40-х годов, он последующие 50 лет ставил все новые и новые исследования, касающиеся этого раздела науки. На протяжении всей своей научной деятельности он трудился и над другими проблемами и разделами науки. В связи с такой особенностью, присущей Людвигу как ученому, хронологический подход к изложению его работ неприменим. Говорить о работах К. Людвиг и его учеников можно, лишь анализируя достижения в каждом разделе физиологии, так как над каждым разделом Людвиг и его ученики работали десятки лет.

Серьезная работа Людвиг над восполнением пробелов в его образовании в области физики, химии и математики оправдала себя. В последующем научном творчестве Люд-

виг исходил из блестящих знаний этих предметов и именно эти знания выдвинули работы Людвига далеко вперед в ряду работ его современников.

Займствовав из точных наук тенденцию говорить на языке цифр и измерять все, что можно измерить, Людвиг начал с того, что занялся совершенствованием методик физиологического эксперимента. Данные визуальных наблюдений не удовлетворяли его. Он поставил своей целью объективно регистрировать деятельность органов, тем самым как бы придерживаясь заповеди Галилея: «Измеряй то, что измеримо и делай измеримым то, что еще не измерено».

Новые методики

Одним из решающих факторов, обеспечивших успех школы Карла Людвига в разрешении самых различных вопросов физиологии, таким образом, явилось богатство применяемых им методик физиологического эксперимента. С самого начала своей научной деятельности Людвиг придавал огромное значение чистоте и точности эксперимента. Он изобретал собственные методические приемы, необходимые для решения тех или иных вопросов; совершенствовал ранее существовавшие методики. Исследуя функции органов и тканей, Людвиг пришел к выводу о необходимости ввести метод авторегистрации деятельности исследуемых органов. Необходимо достичь такого результата, чтобы функционирующий орган сам записывал свою деятельность. Запись должна служить объективным документом, на основании которого можно составить точное представление о деятельности органа.

Самым важным изобретением Людвига на пути авторегистрации органов явилось изобретение кимографа, о котором упоминалось в предыдущей главе. Кимограф сделал возможным запись механических процессов в виде волн. Запись процессов на вращающейся поверхности барабана давала картину протекания процессов во времени.

Г. Шроер сравнивает введение кимографа по его значимости для физиологии с введением книгопечатания для развития цивилизации.

Родившись в руках Людвига в 1846 г., кимограф составил целую эру в физиологии. Это изобретение молниеносно проникло в лаборатории физиологов всех стран,

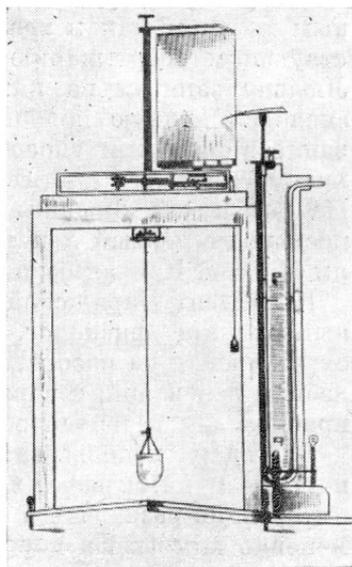
и мы не ошибемся, если скажем, что и в наши дни кимограф занимает не последнее место в учебных и научных лабораториях. Правда, «старик»-кимограф теперь постепенно вытесняется приборами, на которых производится запись электрографическими методами.

Кимограф был смонтирован и применен Людвигом впервые для регистрации кровяного давления. Естественно, что наличие прибора, на котором можно писать, потребовало приспособлений, которыми можно было писать. Поэтому одновременно с кимографом Людвиг изобрел второй, не менее важный, прибор — ртутный манометр для регистрации артериального давления.

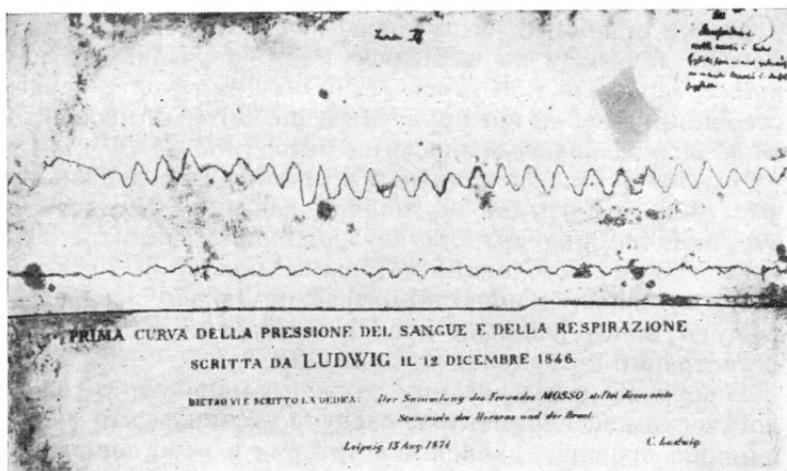
Говоря об использовании ртутного манометра в физиологических экспериментах, следует уточнить, что впервые измерил кровяное давление в артерии и вене лошади Стефан Хеллс (1677—1761) в Кембридже, в Англии. Он ввязал в сосуды стеклянные трубочки, соединенные резиновыми трубками с вертикально расположенными «манометрами», заполненными водой. В артериальном манометре, как и следовало ожидать, кровь устремилась вверх, вытесняя воду, а в венозном, наоборот, вода устремилась в сосудистое русло. Примерно те же опыты проводил Ж. Паузель.

Паузель, стремясь сделать колебания крови более умеренными, чтобы было удобнее их соизмерять, употребил для такого же «кровавого» способа измерения кровяного давления манометры, заполненные ртутью. Он же из дальнейших соображений удобства догадался придать такому манометру *u*-образную форму.

Заслугой Людвига явилось то, что он внес дальнейшее усовершенствование в эту методику. Он снабдил свободное



Кимограф и манометр — приборы, применяемые для регистрации кровяного давления



*Первая в истории физиологии запись кривой
кровенного давления и дыхания
(из работы Г. Шроера)*

колени манометра пистчиком, поместив его на поверхности ртути на легком пробочном поплавке. Система передачи колебаний была хорошо разработана — канюля и резиновая трубка, соединяющая кровеносный сосуд со свободным коленом манометра, заполнялись раствором, препятствующим свертыванию крови. С помощью манометра Людвиг записал на кимографе впервые в истории физиологии кривую кровяного давления. Первая кривая, записанная таким способом учеником Людвиг А. Моссо, хранится в музее института физиологии Турина в Италии. На ней рукой Людвиг сделана надпись: «Карл Людвиг посвящает первый лепет сердца и грудной клетки друзьям Моссо». Кривая была записана в декабре 1846 г.

Президент Парижской Академии наук Э. Марей, известный в мире физиолог, мастер вивисекции, немедленно отреагировал на изобретение кимографа и манометра хвалебной рецензией, говорящей об огромном значении этого прибора для развития экспериментальной физиологии.

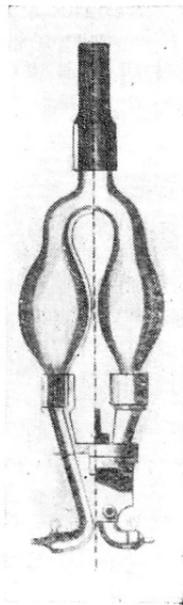
Благодаря использованию установки, состоящей из манометра и кимографа, в лабораториях К. Людвиг стала интенсивно развиваться физиология кровообращения. Применение кимографа породило и другие приборы, изготов-

ляемые не только в лаборатории Людвига, но и в других физиологических лабораториях. К таким приборам, изобретенным для регистрации деятельности органов на киографе, можно отнести предложенный Г. Гельмгольцем миограф, пульсограф, введенный К. Фирордтом и т. д.

Для исследования кровообращения под руководством Людвига было создано еще несколько не менее важных приборов. Так, Моссо сконструировал плетизмограф, который с успехом использовался вплоть до наших дней. С помощью плетизмографа оказалось возможным записать колебания кровенаполнения отдельных органов. Данные экспериментов, проведенных плетизмографической регистрацией кровообращения, пролили свет на механизмы перераспределительных гемодинамических реакций.

Современники рассказывали, что в ходе работы над приспособлением плетизмографа для наиболее четкой записи кровенаполнения руки, когда исследователь добился спокойной фоновой записи, в лабораторию вошел Людвиг. На кривой моментально отразилось волнение испытуемого. Ученый засмеялся и написал на кривой в том месте, где волны полезли вверх: «Явился лев!» Он был удивлен тем, что запись так точно отразила даже незначительное колебание психического состояния испытуемого.

Широкое применение нашел прибор, над которым, по предложению Людвига, работал И. М. Догель. Прибор этот получил название «кровяные часы», или «штрмур». Назначение этого прибора — определять в остром опыте объемную скорость кровотока, другими словами, измерять количество крови, протекающей через какой-либо сосуд за единицу времени. Над прибором после его введения продолжали работать и другие ученые, внося коррективы, постоянно его совершенствуя. Так, изме-



*«Кровяные часы», позволяющие
определить скорость кровотока
(из работы И. М. Догеля)*

нил и улучшил его конструкцию Я. Я. Стольников. Некоторые изменения внес и И. П. Павлов.

Людвиг и его сотрудники исследовали сердечный толчок. В связи с этим был предложен прибор, который, будучи соединен с регистрирующим рычажком, записывал колебания грудной стенки в том месте, где проецировалась вертушка сердца.

Сотрудники Людвиг, кроме того, работали над усовершенствованием записи артериального пульса. Так, М. Фрею в 1893 г. удалось наладить методику таким образом, чтобы записывать наиболее высокоамплитудные колебания.

В целом предложенные методики способствовали комплексному изучению кровообращения: можно было измерить кровяное давление в интересующем исследователя сосуде, определить количество протекающей через него крови, пульсовые колебания давления и изменение кровенаполнения васкуляризированной данным сосудом области. Кроме того, как мы увидим ниже, оказалось возможным характеризовать интенсивность газообмена отдельных областей и тканей. Один из необходимых для этой цели приборов — газовый насос, или абсорбциометр, — был сконструирован И. М. Сеченовым в венской лаборатории Людвиг. Прибор позволял выделять из крови находящиеся в ней углекислый газ и кислород.

Для изучения газообмена в мышцах использовались оригинального устройства камеры, в которых мышца перфузировалась сывороткой крови или специальными растворами и одновременно подвергалась раздражению током от смонтированных в камеру электродов.

Имея большой ассортимент и других приборов, которые были предложены другими учеными, сотрудники Людвиг вносили в них конструктивные изменения и совершенствовали их, чтобы удовлетворить требовательного учителя, который придирчиво следил за физиологическими кривыми и заставлял экспериментаторов добиваться высокого качества регистрации.

Исследования изолированных органов

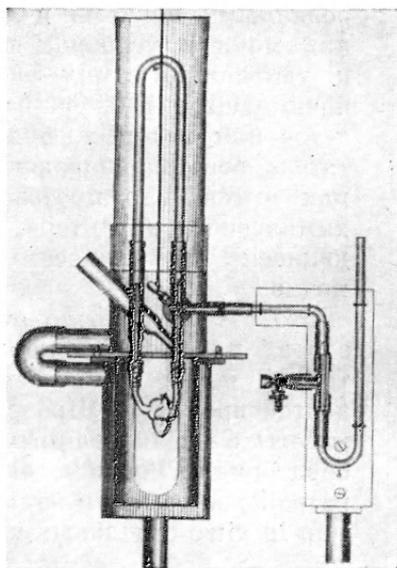
Людвиг и его сотрудники разработали целый ряд специальных методик, позволяющих изучать деятельность изолированных органов. Разумеется, при этом учитыва-

лось, что исследование изолированного органа не может достаточно адекватно отражать его деятельность в условиях целого организма. Однако, как писал Цион, на определенном этапе физиологических исследований целесообразно изучить деятельность органа как такового, устранив маскирующее влияние на него окружающих органов и систем.

Работы подобного характера начались с исследования сокращений изолированного сердца лягушки. Для этой цели был сконструирован специальный аппарат, в котором помещалось изолированное сердце, с помощью канюль соединявшееся с системой замкнутых стеклянных трубок, с подключенным к ним манометром. Трубки заполнялись плазмой, и сердце само поддерживало циркуляцию плазмы. В разработке этой методики принимал участие Цион (1866) [1]. Позже с препаратом изолированного сердца работали многие исследователи, модифицируя и совершенствуя методику. В наши дни разработка этих методов в конечном итоге привела к созданию сложных приборов искусственного кровообращения.

Работа проводилась также и с другими изолированными органами. Людвиг и Шмидт [2], экспериментируя с изолированной мышцей, создали установку, позволяющую перфузировать мышцу длительное время. Интересующая исследователей мышца помещалась в специальную камеру, где омывалась плазмой крови. Входящая в мышцу артерия и отходящая от нее вена соединялись с системой трубок, по которым протекала дефибринированная кровь.

Анализ притекающей и оттекающей крови позволял установить потребление мыш-



*Установка
для исследования деятельности
изолированного сердца
(из работы И. Ф. Циона)*

цей кислорода и объем выделенной углекислоты. Мышца оставалась дееспособной в течение длительного времени — около шести часов. Такая методика применялась впервые в 1865—1866 гг. Этой же методикой, несколько видоизмененной в соответствии с условиями опыта, пользовался И. П. Щелков [3], выполняя свою работу в лаборатории Карла Людвига. Успехам опытов с изолированными сердцем и мышцами предшествовала разработка методик применительно к другим органам.

Людвигу вместе с Я. М. Шмулевичем [4] удалось изолировать печень и создать такие условия перфузии, в которых орган сохранял несколько часов жизненные свойства. Такая печень даже продолжала выделять желчь. Методика оказалась настолько надежной, что с ней работали и другие исследователи. В частности, в условиях подобных опытов изучалась роль печени в депонировании сахара.

В 1867 г. А. А. Шмидту [5] принадлежала методика, позволяющая длительное время поддерживать жизнедеятельность изолированных легких теплокровных. М. Фрей и М. Грубер [6] усовершенствовали способ исследования с помощью респираторного аппарата обмена веществ в изолированных органах. Ставились опыты и с изолированными отделами кишечника. Г. Сальвиоли [7] (1880), А. Моссо и К. Людвиг [8] экспериментировали с изолированными почками и обнаружили, что процесс отделения мочи в условиях перфузии прекращается. Однако, к удивлению самих экспериментаторов, оказалось, что почки могут выдерживаться на холоде много дней, по истечении которых, будучи подвергнуты перфузии, они тотчас восстанавливают обмен веществ, и в их канальцах интенсивно протекают сложные процессы физико-химического характера, по-видимому, мало чем отличающиеся от процессов, протекающих в нормальной почке.

Это открытие было очень важным, так как заложило основу для методов консервирования с помощью холода тканей и органов с сохранением их дееспособности на долгое время. Г. Шроер указывает также, что методика работы с изолированными органами, зародившаяся в лабораториях Людвига, явилась основой для последующей разработки методик культивирования тканей и выращивания *in vitro* отдельных клеток.

Постановка экспериментов с изолированными органами в целом оказалась для Людвига далеко не случайной. В методологическом отношении она явилась неотъемлемой частью логики развития научных представлений ученого. Для мышления Людвига, а следовательно для его научной тактики, был весьма характерен аналитический подход к явлениям. Индуктивный метод мышления, характерный для Людвига, проявлял себя наглядно в характере подхода его к проблемам физиологии и, как представляется, на том этапе развития науки являлся наиболее эффективным и оправданным.

Как уже говорилось, в начале своего существования физиология развивалась в тесной связи с морфологией. Поэтому любой физиолог в своей деятельности обязательно имел дело с микроскопом и в своих рассуждениях большей частью исходил из фактов, полученных путем микроскопического изучения интересующих его органов. В работах Людвига, несмотря на его четкую тенденцию ставить чисто физиологические опыты, все же содержалось много материалов, представляющих собой гистологические данные о том или ином органе.

Морфологические исследования

Придавая большое значение соотношению строения и функции различных систем организма, Людвиг с самого начала своей научной деятельности интересовался детальным изучением структурных особенностей органов. Его первая работа, посвященная кровоснабжению почки, была скорее морфологического, чем физиологического, плана. Обладая хорошими способностями к рисованию, Людвиг сам сделал микро- и макроскопические рисунки различных органов.

В Лейпцигском институте физиологии, наряду с хорошо оснащенными биохимическими лабораториями, была организована и гистологическая лаборатория. Здесь было выполнено много работ по изучению строения почек, печени, селезенки, лимфатических желез и т. д. (работы Ф. Н. Заварыкина [9], В. Б. Томса [10], В. А. Беца [11], Ф. Швейгер-Зейделя [12] и др.). Эти исследования проводились на достаточно профессиональном уровне и послужили фрагментами нескольких монографий, выпущенных учениками К. Людвига.

Гистологические работы выполняли следующие ученые. А. Ф. Пруссак, 1868 [13] описал строение среднего уха и его васкуляризацию. Ф. Швейгер-Зейдель (1869) исследовал строение глаза. Строение скелетных мышц изложил Г. Генериш, 1870 [14]. Строение стенок тонкого кишечника — А. Хеллер, 1872 [15]. Строение твердой мозговой оболочки изучал И. Мишель, 1872 [16]. Слизистая носа была исследована и описана В. В. Пашутиным в 1873 г. [17]. Над вопросами морфологии печени работали Г. Асп [18], Е. Флейшл [19], А. Будге в 1873—1875 гг. [20]. Строение кожи изучал У. Стирлинг [21]. Сам Людвиг издал небольшую книжку по вопросам морфологии различных органов с собственными рисунками, отличавшимися тщательностью выполнения и изяществом.

Физико-химические работы

Карл Людвиг столкнулся с необходимостью углубленно заняться вопросами физики и химии еще в процессе работы над диссертацией. Занятия под руководством Ю. Либиха и Р. Бунзена вооружили его необходимыми знаниями для постановки специальных физико-химических исследований.

Одна из наиболее ранних работ Людвиг, выполненная им еще в марбургский период, была чисто биохимическая — исследование экстрактивных веществ, выделенных из тканей млекопитающих [22]. Этот труд был опубликован в «Анналах химии и фармации», издаваемых Велевром и Либихом в 1845 г.

Вторая работа подобного рода вышла на год позже. В ней Людвиг исследовал некоторые аминокислоты и пытался установить их происхождение и значение для организма [23]. В 1849 г. вышла его работа «Об эндосмотическом эквиваленте и теории эндосмоса» [24]. Здесь Людвиг экспериментировал с прохождением различных растворов через мембраны. На данные, полученные в этой серии исследований, он впоследствии часто ссылался, касаясь вопросов проницаемости в различных органах.

В 1851 г. одним из учеников Людвиг — А. Клоетта — [25] была защищена диссертация на предложенную Людвигом тему, по существу относящуюся к физико-коллоид-

ной химии и тесным образом связанную с предшествующей работой самого Людвига. Автор испытывал проницаемость различных животных мембран по отношению к солям разной концентрации. Такого же типа работа была позже проделана Людвигом уже в Вене. Она называлась «Диффузия свежеприготовленных растворов в зависимости от разницы нагрева двух смежных областей» [26].

В 60-х годах учениками Людвига были выполнены многочисленные исследования [27], касающиеся газов крови, направления их диффузии в зависимости от парциального давления и т. д. Эти работы по своему характеру являлись не только физиологическими, но также и затрагивали вопросы биофизики, физико-коллоидной химии и биохимии. Разумеется, дифференциации этих дисциплин в то время не было, но по методическим приемам и выводам, сделанным авторами из экспериментального материала, ясно, что в настоящее время указанные работы можно было бы классифицировать именно таким образом.

Работы такого характера опубликованы И. П. Щелковым [28], И. М. Сеченовым [29], Ф. Швейгер-Зейделем [30] и др. Швейгер-Зейдель, в частности, провел тонкое биохимическое изучение химического состава ткани роговицы.

Интересно, что внимание Людвига к химии и биохимии не ослабевало на протяжении всей его деятельности. Так, создавая новый физиологический институт в Лейпциге, он предусмотрел наряду с гистологической лабораторией значительную физико-химическую лабораторию, фактически представляющую собой целое административно самостоятельное отделение. Длительное время этим отделом руководил опытный химик Е. Дрехсель, который впоследствии приобрел широкую известность своими работами по белковому обмену. Руководимое им отделение физико-химии публиковало много статей, содержащих данные по межклеточному обмену белка. В частности, изучались белки крови, их происхождение и превращения в организме.

Тесно связаны с этими исследованиями работы А. А. Шмидта, посвященные свертыванию крови. Совместные опыты, проведенные физиологами и химиками, показали, что при введении в кровь пептона, свертывание крови понижается. Пользуясь принятыми в институте методиками, Шмидт в 1872 г. обнаружил в крови «фер-

мент свертывания» — тромбин. Это и привело его к созданию теории свертывания крови, которая была в 1906 г. дополнена Моравитцем.

Сам Людвиг проявлял большой интерес к этой важнейшей проблеме и, разрабатывая вопрос о предотвращении свертывания крови, впервые применил в этих целях оксалатные соли (щавелевокислый аммоний). Оксалатную кровь он использовал в опытах при необходимости предотвращать свертывание.

В химическом отделе Лейпцигского института с участием физиологов проводилось много исследований регуляции уровня сахара в крови. В частности, исследование такого рода составило тему работы Л. Е. Бразоля [31]. Бразоль убедился, что при введении больших доз сахара в организм через пищеварительный тракт или непосредственно в кровь, сахар не только депонируется в печени, но излишек сахара удаляется через почки. Он выявил пределы насыщения сахаром крови животных, при которых не наблюдается глюкозурии.

Совместно с физико-химическим отделом института решались все вопросы, связанные с такими разделами, как пищеварение и обмен веществ. Именно помощь этих специалистов в комплексных исследованиях позволила институту Людвигу достичь большого успеха в указанных выше разделах физиологии. Параллельное проведение физиологических и физико-химических исследований позволило также внести ценный вклад в дальнейшее развитие представлений о деятельности почек.

Изучение функций почек

До Людвиг физиология почек не относилась к разделам, разрабатываемым достаточно интенсивно. В конце XVII в. итальянец Л. Беллини обнаружил, что в почках, казавшихся врачам компактными органами, имеются пространства — почечные лоханки. В эти пространства поступает моча из мельчайших отверстий в «пирамидах»-бугорках, обращенных в полости лоханок. Наиболее ценная морфологическая находка, выявляющая структуру почечной функциональной единицы — нефрона, — принадлежала Марчелло Мальпиги. В трактате, напечатанном в 1666 г., он описал клубочки, из которых в каналы и

беллиновые ходы (собираательные трубки) попадает моча. Мальпиги расценивал описанные им тельца как железы. Более детально соотношение мальпигиевых клубочков с сосудами описал И. Шумлянский в 70-х годах XVIII в. Он четко разграничил сосудистую часть мальпигиева клубочка и эпителиальную капсулу, в которую эти сосуды погружены.

Первые попытки подвергнуть мочу химическому анализу принадлежали Ван Хельмонту в 40-х годах XVII в. В дальнейшем химический состав мочи определяли химики XVIII и XIX вв. Особенно больших успехов в этом достиг Ю. Либих. В 1868 г. Яффе описал пигменты мочи.

Значительный шаг вперед в представлениях о строении и функции почек проделал У. Боумен. В отличие от предшественников он имел в своем распоряжении более мощный микроскоп, увеличивающий в 300 раз, позволивший ему уточнить структуру нефрона. Боумен предположил, что в капсулу фильтруется из крови вода, а все составные части мочи смываются водой со стенок канальцев, так как представляют собой продукт распада клеток этих канальцев. Свою работу Боумен напечатал в 1842 г. Интересно, что в качестве энергетической основы процесса выделения веществ канальцевым эпителием Боумен считал «жизненную силу».

В таком состоянии дошли представления о деятельности почек до Людвига. В 1842 г., независимо от Боумена, Людвиг впервые в четкой форме высказал свою теорию мочеобразования, заключающуюся в фильтрации в полость капсулы жидкой части крови и обратном всасывании некоторых компонентов в канальцах. Еще в Марбургском институте анатомии у Людвига возникли предположения, что деятельность почек находится в неотъемлемой связи с кровообращением в них. Людвиг стал тщательно изучать кровоснабжение почек и за небольшой срок накопил достаточно материала, чтобы оформить его в виде диссертации. Эта работа содержала всего 23 страницы и была издана по традициям тех лет на латинском языке. В противоположность теориям мочеобразования, широко тогда распространенным, Людвиг выступил с отрицанием значения «витальной» силы в образовании мочи. Кроме того, он отрицал ведущую роль почечных нервов в этом процессе. Ученый утверждал, что в моче нет ничего такого, чего не было бы в крови. Кровь,

по его мнению, фильтруется в клубочках, и, проходя по канальцам, этот фильтрат концентрируется за счет всасывания воды канальцевым эпителием. В этом процессе играют большую роль осмотические силы. В 1844 г. в статье в руководстве по физиологии, изданном Р. Вагнером, в разделе «Почки и образование мочи» Людвиг выразил еще яснее свою гипотезу мочеобразования. Он писал, например, что единственным барьером, фильтрующим кровь, является эндотелий капилляров почки. Мембрана клубочка, непроницаемая для некоторых веществ, например, для белков крови, проницаема для некоторых электролитов.

Эти положения как бы предвосхитили все то, что было доказано спустя полвека. Как указывает Г. Шроер, примечательно, что в то время, когда Людвиг формировал свои представления о механизмах фильтрации и обратного всасывания, еще не существовало научно обоснованного изложения теории коллоидных растворов. Свойства коллоидов были описаны С. Грехемом лишь на 10 лет позже.

При оценке процессов, происходящих в канальцах, Людвиг принимал во внимание морфологические соотношения между выносящими сосудами *vas efferens* и извитыми канальцами. Тесная связь между ними, по мнению Людвига, делает возможным проникновение из канальца воды в эти сосуды, поскольку кровь много концентрированней после прохождения клубочков и выделения из нее воды в канальцы. Осмотические силы заставляют воду покидать канальцы и поступать снова в кровяное русло. Моча становится при этом концентрированнее.

Таким образом, Людвиг первый усмотрел причину реабсорбции воды в канальцах — разность осмотического давления канальцевой мочи и крови в капиллярах, оплетающих канальцы. Вспомним, что современник ученого У. Боумен приписывал «жизненной силе» механизмы концентрации мочи в канальцах. Р. Гейденгайн, занимавшийся в Бреславле вопросами механизма мочеотделения, приписывал канальцевому эпителию активную секреторную функцию, считая секрецию причиной высокой концентрации вещества в окончательной моче. Дальнейшее развитие теории мочеобразования было связано с именами Кешни и Ричардса. Однако и их

теория образования мочи (фильтрационно-реабсорбционная) включает в себя как элемент теорию, сформулированную Людвигом.

Многие из учеников Людвига, например, М. Герман (1861) [32], Р. Овербек (1863) [33], Т. Кьерулф (1870) [34], К. Н. Устимович [35], установили зависимость мочеобразования от различных факторов гемодинамики. В своей диссертации Устимович дал хорошее экспериментальное обоснование теоретическим положениям Людвига о процессах, происходящих в канальцах почек. Сам Людвиг вместе с Ф. Н. Заварыкиным подробно исследовал лимфатические сосуды почек [36].

В. Шродер (1880) [37] изучал происхождение мочевой кислоты и выделение ее в почке. Г. Грийнс (1893) [38] пропускал через почки кровь различной температуры и наблюдал зависимость мочеобразования от температуры, приносимой к капсуле крови. В 1894 г. В. Томпсон [39] подошел к изучению мочеобразования с фармакологических позиций. Он проследил влияние атропина и морфина на реабсорбцию мочи в канальцах.

Таким образом, на протяжении всей научной деятельности Карл Людвиг уделял много внимания вопросам физиологии выделения.

Работы по физиологии сердца, крово- и лимфообращения. Изучение физико-химических свойств крови

Живейший интерес Людвига и его учеников вызывала функция сердечно-сосудистой системы. Верный традиции аналитического подхода, Людвиг проводил отдельные исследования деятельности сердца и закономерностей гемодинамики.

Работы по физиологии сердца

Как известно, физиология сердца интересовала ученых с древних времен. Исследование свойств сердца не зависело от развития таких смежных наук, как, например, химия, а физика еще несколько веков назад обеспечила уровень представлений о механике, достаточный, чтобы понять смысл деятельности сердца как нагнетающего насоса. В связи с этим каждый ученый, стремящийся в середине XIX в. заниматься изучением работы сердца, имел в этом отношении много предшественников и располагал многочисленными сведениями об интересующем его вопросе.

Впервые представление о последовательности сокращений полостей сердца и работе клапанного аппарата стало вполне научным после того, как первооткрыватель кровообращения У. Гарвей (1578—1657) отважился издать результаты своих многолетних исследований в виде небольшой книжки в 72 страницы, вышедшей во Франкфурте в 1628 г. Наряду с описанием циркуляции крови по большому и малому кругам кровообращения в этой книге точно описывались цикличность работы сердца, структура его полостей и клапанов [1].

Работы Гарвея послужили толчком к тому, что уже в XVIII в. механизм сердечной деятельности был достаточно хорошо изучен. С. Хеллс (1677—1761) довольно

точно вычислил работу, производимую сердцем. Его расчеты продолжил Д. Блейк (1788—1867).

Подмеченная еще в древние времена способность сердца к автоматизму также стала предметом изучения. Напомним, что элементы проводящей системы были описаны значительно позже. Так, Я. Пуркинье в 1845 г. описал волокна проводящей системы. Р. Ремак в 1844 г. предположил, что нервный узел, лежащий в предсердии сердца лягушки, является центром автоматии. К. Гис в 1892 г. описал ножки и пучок, идущий по межжелудочковой перегородке сердца теплокровных животных. (Позже Л. Ашоф и С. Тавара, работая в Марбурге, обнаружили атриовентрикулярный узел (1906), а А. Кейт и М. Флак описали синусный узел лишь в 1907 г.) Большая заслуга в выявлении механизмов регуляции деятельности сердца принадлежала братьям Вебер, которые установили, что сердце может замедлять и останавливать свою деятельность при раздражении блуждающего нерва.

Таким образом, к тому периоду, когда внимание Людвига привлекла физиология сердца, вопрос этот был достаточно хорошо изучен многочисленными физиологами и анатомами [2, 3]. Людвиг заинтересовала физиология сердца еще на первых порах научной деятельности. В его ранних исследованиях, проведенных в Марбурге, было показано, что автоматия сердца лягушек зависит от узла проводящей системы, располагающегося в правом предсердии. Людвиг детально исследовал этот узел и описал его в работе под названием «О сердечных нервах у лягушки», вышедшей в свет в 1848 г. [4]. Впоследствии узел стал называться его именем.

К столь же раннему периоду относится исследование К. Людвигом механизма сердечного толчка и разновидностей его при различном положении сердца в грудной клетке. Такая работа была опубликована Людвигом также в 1848 г. [5].

Впоследствии Людвиг вместе со своим учеником Догелем вернулся к вопросу о сердечном толчке и проделал работу, основанную на графической регистрации сердечного толчка с помощью сконструированного им чувствительного прибора.

В вопросе о деятельности сердца Людвиг интересовался механическими явлениями, связанными с сердечными сокращениями, а именно с состоянием и движени-

ями клапанов в разные фазы сердечного цикла. Кроме того, он занимался изучением сократительных свойств миокарда и механизмами возникновения звуковых явлений, связанных с работой сердца.

Так, впервые Людвигом и Догелем [6] было установлено, что первый тон сердца является по механизму происхождения в основном мышечным, связанным с сокращением мускулатуры желудочков во время систолы. Получены были также интересные данные о замыкании и размыкании сердечных клапанов в искусственных условиях — при электрическом раздражении сердца (М. Хоффа, Л. Крейль, 1889) [7].

Новые и оригинальные экспериментальные исследования свойств сердечной мышцы в сравнении со свойствами скелетной мускулатуры, проведенные в лаборатории Людвига, привлекли внимание физиологов всего мира. Так, было показано, что при ритмическом раздражении сердечной мышцы электрическим током практически невозможно вызвать ее длительное укорочение — тетанус, присущий скелетной мышце.

Особую известность приобрели проведенные под руководством Людвига исследования Г. Боудича, посвященные сократительным свойствам сердечной мышцы. Боудич изучал сокращение изолированной сердечной мышцы при стимуляции ее током возрастающей силы и сформулировал закон «все или ничего» [8]. Закон этот, как известно, заключается в том, что в отличие от скелетной мышцы, увеличивающей степень своего сокращения по мере нарастания силы раздражающего тока, сердечная мышца, не реагируя на слабое раздражение, дает максимальное сокращение в ответ на раздражение пороговой силой тока. При дальнейшем увеличении тока сердечная мышца реагирует одинаково, давая максимальное сокращение.

В работе «Об особенностях возбудимости, присущих сердечной мышце», опубликованной в 1871 г., Боудич писал: «Слабый удар индукционного тока способный, казалось бы, вызвать сокращение мышцы сердца — не вызывает никакого сокращения. Но амплитуда наступившего сокращения от более сильного раздражения не растет с увеличением этого раздражения. Индукционный ток вызывает сокращение или не вызывает его в зависимости от его силы. Если сокращение наступает —

оно бывает максимальной силы при стимуле любой интенсивности. Из этого прямо вытекает, что различная степень сердечных сокращений связана лишь с состоянием самих мышечных волокон сердца в данный момент» [8, стр. 687].

Закон «все или ничего» приобрел широкую известность и, будучи с некоторыми поправками применим к мышце сердца, оказался применим также и к ряду других тканей (например, к отдельным нервным волокнам). Кроме того, Боудич показал, что функциональное состояние мышц сердца изменяется в связи с самой стимуляцией, а именно: повторяющаяся стимуляция сердечной мышцы равными по силе стимулами, вызывает постепенное увеличение амплитуды мышечных сокращений (ученый назвал это явление «лестницей»).

В 1872 г. Л. Лючиани в своих исследованиях установил, что сердечные сокращения обладают определенной периодикой, несмотря на однообразные условия для деятельности сердца. Это явление получило название «периодика Лючиани» [9].

Полученные факты, касающиеся особенностей сокращения сердечной мышцы, были позже уточнены в статье А. Валлера «Напряжение желудочков сердца» [10]. Особенности сократительной деятельности предсердий сердца собаки исследовались и Р. Тигерштедтом в 1884 г. [11]. Механизм замыкания и размыкания трикуспидального клапана, закрывающего правое атриовентрикулярное отверстие, описал подробно Л. Крейль в 1889 г. [12].

Большая серия работ, проводимых Людвигом и его сотрудниками, была предпринята с целью изучить особенности влияния на сердце экстракардинальных нервов. В лаборатории была достигнута большая точность и чистота препаровки отдельных нервных стволов, составляющих сердечное сплетение. Разработкой этой методики особенно тщательно занимался И. Ф. Цион. В дальнейшем, работая вместе с братом-врачом [13], он описал ускоряющие нервы сердца *nn. accelerantes*, которые при раздражении вызывают учащение сердечных сокращений без изменения силы этих сокращений. Следует указать, что эта работа была проведена в лаборатории Э. Дюбуа Реймона и лишь предварительные ее стадии прошли в лаборатории Людвига.

Позже, работая под руководством Людвига в Лейпциге

над фрагментом своей диссертации, И. П. Павлов описал и усиливающие нервы сердца, которые при раздражении влияют только на амплитуду сердечных сокращений, не изменяя их частоты [14]. Принципиальная важность такого открытия сводилась к доказательству трофических влияний, которые могут оказывать периферические нервные стволы. Кроме того, как известно, эта работа имела и большое клиническое значение и привлекла внимание терапевтов и хирургов.

Многие сотрудники Людвиг выполняли работу по экспериментальному изучению влияния на сердце блуждающего нерва. Е. Хюфнер изучал влияние раздражений блуждающего нерва токами убывающей и возрастающей силы (1889), Л. Крейль [15] наблюдал изменения работы сердца, следующие за перерезкой блуждающего нерва (1892). И. П. Павлов проделал и опубликовал в 1887 г. свои опыты, в которых показал влияние блуждающего нерва на работу левого желудочка сердца собаки [16].

Целый ряд работ, в которых с большим искусством исследуется соотношение влияний на сердце различных экстракардинальных нервов провел у Людвиг Н. И. Бакст [17, 18, 19] в середине 70-х годов XIX в. Д. Коат [20] показал изменение возбудимости сердечной мышцы в разных отделах сердца при раздражении блуждающего нерва (1869).

Под руководством Людвиг велись также работы с целью выявить влияние разных условий на сократительную способность сердечной мышцы. Были показаны пределы нагревания и охлаждения сердца, совместимые с нормальным отпращиванием его функций. И. Ф. Цион в 1866 г. изучал влияние изменения внешней температуры на число сердечных сокращений, их длительность, силу и соотношение их фаз [21].

Действуя на сердце растворами различного химического состава, Т. Марунович [22] в 1875 г. выявил характер влияния на сердце некоторых органических и неорганических веществ.

Исследования деятельности сердца при асфиксии, а также влияния раздражения нервов сердечного сплетения в этих условиях выполнил у Людвиг В. Я. Данилевский [23]. Гауль и Шеннон [24] проводили изучение наиболее оптимальных соотношений солей в растворах, омывающих сердце разных животных. В лаборатории Людвиг

га была проведена необходимая подготовительная работа по исследованию действия разных солей на сердце, в частности, солей калия и кальция. Однако лишь С. Рингер (1835—1910) в 1882 г., переработав эти данные и основываясь на своих собственных экспериментах, предложил применять растворы — заменители крови, построенные по принципу изотонии и изоонии.

Людвиг нередко использовал различные фармакологические средства для воздействия на исследуемые им органы и системы организма. Для характеристики работы сердца в руководимых Людвигом лабораториях применялись атропин, никотин и некоторые другие вещества. Эти исследования вызывали большой интерес у клиницистов.

Работы по физиологии сердца стояли в неразрывной связи с работами по физиологии сосудистой системы.

Работы по физиологии сосудистой системы и кровообращения в целом

К тому времени, когда Людвиг стал заниматься вопросами гемодинамики, о функциях различных отделов сосудистой системы было известно довольно много.

У. Гарвей сделал описание самой сущности кровообращения, предположив, как известно, наличие капилляров. М. Мальпиги (1628—1694) дал первое анатомическое обоснование этого предположения, когда, рассматривая в микроскоп легкие лягушки, увидел «маленькие канальчики, соединяющие артерии и вены». Знаменитый мастер микроскопии А. Левенгук (1632—1723) прислал Английскому королевскому обществу свои замечательные материалы с описанием микроскопических наблюдений, в которых подтверждалось существование капилляров.

Большой вклад в представления о кровообращении внес С. Хеллс. Ему, как уже говорилось выше, принадлежит заслуга первого в истории физиологии измерения кровяного давления, проведенного в 1733 г. [см. 2, стр. 59].

Ш. Руже (1824—1904) описал сократительные клетки, располагающиеся у стенок капилляров. Параллельно с указанными исследованиями ученых занимали вопросы гемодинамики. Было показано, что пульсация, которой придавали решающее значение в продвижении крови, имеет место только в артериях и затухает при продви-

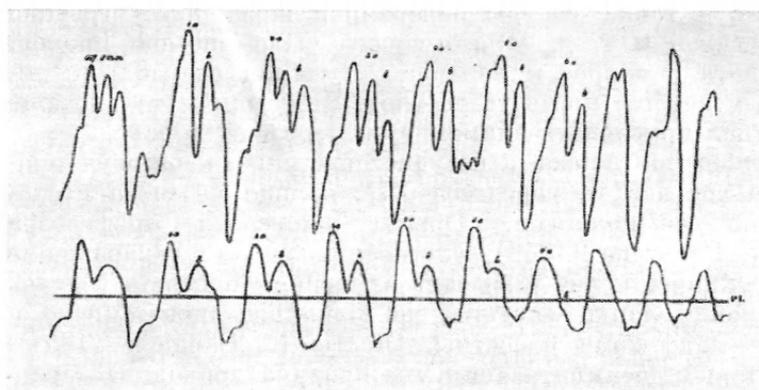
жении крови в вены. Были изучены венозные клапаны, их локализация в венах и морфология, сделаны предположения относительно механизмов венозного кровотока.

Наиболее плодотворно над вопросами гемодинамики до Людвиг работал в Лейпциге Э. Г. Вебер. Он впервые четко отграничил понятие о распространении пульсовой волны от понятия о скорости кровотока, показав разницу между одним и другим на системе резиновых трубок. Тем самым ученый впервые попытался «моделировать» некоторые стороны кровообращения. Он обратил внимание на значение эластичности сосудов для кровообращения и давления крови в сосудистой системе*. Работы Людвиг, по его собственному признанию, во многом явились идейным продолжением работ Вебера.

Дальнейшему изучению кровообращения и его особенностей мешало отсутствие сколько-нибудь приемлемых методик регистрации и измерения кровяного давления, скорости течения крови, а также кровенаполнения органов. Все эти методики ввел Людвиг, дав тем самым мощный толчок развитию физиологии кровообращения во всем мире.

Свои знания о механических закономерностях движений жидкостей по системе трубок, почерпнутые из физики, Людвиг успешно применил к исследованию кровообращения. Как уже говорилось, Людвиг впервые зарегистрировал кривую кровяного давления. Хорошо налаженная методика записи кровяного давления, нередко с одновременной записью дыхания, позволила исследовать изменения давления при разных экспериментальных условиях. Кроме того, Людвигу удалось показать особенности течения крови по разным отделам сосудистого русла. Помимо кровяного давления, Людвиг использовал и другой показатель гемодинамики — скорость протекания крови через артерии, капилляры, вены. Он изобрел свой собственный способ регистрации кровотока с помощью «штрומר» (прибор, о котором говорилось выше). Плетизмограф в дополнение к этим методам сделал возможным регистрацию кровенаполнения отдельных органов и областей организма. Таким образом, обладая целым рядом методик, неизвестных до него, Карл Людвиг явил-

* Интересно отметить, что еще в XVII в. Д. Борелли впервые описал эластические свойства сосудов и показал, что эластичность является причиной непрерывности кровотока.



*Синхронная запись колебаний кровяного и внутриплеврального давления
(из книги Г. Шроера)*

ся непревзойденным для своего времени специалистом по вопросам физиологии кровообращения. Кроме всего прочего, внимание ученого привлек тот факт, что измеренный уровень кровяного давления может быть различным в зависимости от способа фиксации канюли в сосуде. Людвиг предложил различать регистрацию общего кровяного давления и «бокового» кровяного давления. Он сконструировал канюлю, которую можно было ввести в артерию против тока крови и фиксировать, чтобы это введение не нарушало кровотока, а в кончик канюли попадала лишь центральная струя текущей крови. На схеме, взятой из работы одного из сотрудников Людвигу, показано, что боковое давление при введении канюли перпендикулярно к стенке сосуда значительно ниже, чем давление при введении канюли в центральную струю протекающей по сосуду крови. Введение канюлей указанным способом и фиксация их в нужном положении решили довольно сложную методическую задачу. Эта методика была использована далее другими физиологами.

Сосудистая система была также подвергнута Людвигом скрупулезному гистоморфологическому анализу. Изучалась специфика строения сосудистой стенки в различных органах, от которой во многом зависит специфика обмена веществ. Ряд исследователей [25, 26, 27, 28, 29] описали сосуды печени, почек, селезенки, лимфатических

желез, а также сосуды барабанной перепонки, строение полых вен и т. д. Много нового было внесено школой Людвига в вопрос о нервной регуляции сосудистого тонуса и вообще просвета сосудов. Этот вопрос только еще начинал привлекать внимание экспериментаторов.

Отношение нервов к сосудистой стенке, к ширине просвета сосудов до середины XIX в. еще не было исследовано физиологами. Опыты киевского профессора А. П. Вальтера (1842), установившего, что раздражение седалищного нерва вызывает изменения просвета сосудов перепонки лапки лягушки, не публиковались широко и были мало кому известны. Опыты К. Бернара (1851), в которых десимпатизация уха кролика приводила к расширению его сосудов, а раздражение шейного симпатического ствола суживало сосуды, напротив, сразу получили всеобщее признание и вошли в рубрику классических. Эти опыты в различных вариантах проделал также Б. Секкар во Франции. Представление о симпатических нервах как о сосудосуживающих стало общепринятым. Несколько позже Бернар показал наличие специальных сосудорасширяющих волокон, входящих в состав барабанной струны. Таким образом, были описаны некоторые эфферентные сосудистые нервы. Но в те годы, когда под руководством Людвига велась дальнейшая работа по исследованию иннервации сердца и сосудов, не было еще ничего известно о рефлекторном принципе их регуляции, о сосудодвигательном центре и афферентных нервах самой сосудистой системы.

Сотрудники Людвига предприняли ряд исследований, в которых проводилось раздражение различных нервов и наблюдение за реакцией регионарных сосудов. Так, например, Хр. Лёвен (1866) показал, что сужение сосудов одной области тела сопровождается расширением сосудов в другой области, что утвердило представления о перераспределении крови между органами в различных условиях [30].

В 1864 г. К. Людвиг и Л. Тири [31] предприняли исследования, которые были опубликованы в статье под названием «О влиянии шейного отдела головного мозга на кровоток». В процессе этой работы делались настолько важные для проблемы кровообращения выводы, что их необходимо привести полностью, как это и сделал в своей книге Г. Шроер.

1. Перерезка спинного мозга на уровне шеи ведет к падению кровяного давления.

2. Раздражение перерезанного спинного мозга приводит к сокращению маленьких артерий, сопровождаемому повышением кровяного давления.

3. Сосуды спланхической области занимают при этом особое положение: от объема бассейна этих сосудов зависит кровенаполнение прочих органов.

4. Мышцы всех артерий находятся под непосредственным влиянием симпатической нервной системы, как это показал К. Бернар для сосудов отдельных органов.

Как нервы, иннервирующие сосуды, так и их центры в спинном мозгу в равной мере возбудимы и при раздражении дают реакцию в виде сужения сосудов.

Людвиг показал, что особое значение для общего уровня кровяного давления человека имеют чревные нервы, иннервирующие обширный сосудистый бассейн организма. Многочисленные опыты подтвердили этот вывод, изложенный в работе фон Баша в 1875 г. [32]. Людвиг и его сотрудники Г. Тапшейнер [33] в 1872 г. и Ворм Мюллер [34] в 1873 г. изучили зависимость кровяного давления от количества циркулирующей крови. Ф. Малль [35] в 1890 г. и Н. Геельмуйден [36] в 1892 г. исследовали кровоток в венах и установили целый ряд специфических его особенностей.

Впервые под руководством Людвига были детально проанализированы механизмы движения крови по венам. Условия венозного кровотока менее благоприятны, чем условия, благодаря которым кровь течет по артериям. Если разность давлений в начале и конце артериального русла достигает 70—90 мм ртутного столба, то в венах она ничтожна и составляет лишь 10—15 мм. Кроме того, в большинстве вен кровь течет снизу вверх, и это обстоятельство также затрудняет кровоток.

В результате для поддержания тока крови в венах и для обеспечения возврата к сердцу венозной крови в организме действуют определенные вспомогательные механизмы, которые в наиболее четкой форме впервые были описаны в работе сотрудника Людвига К. Могка [37]. Здесь указывалось на значение *vis a tergo*, сокращений скелетных мышц и присасывающего действия дыхательных движений. Отмечено было также, что реакции венозных сосудов могут не зависеть от реакций артерий и

осуществляться как бы автономно. В частности, относительно автономные реакции вен, отличные от реакций артериального отдела сосудистого русла, наблюдаются при раздражении отдельных нервных стволов*.

Своеобразие реакций венозного русла на прямые и рефлекторные воздействия, часто наблюдаемые несовпадения изменений артериального и венозного давления при раздражении различных нервных стволов — все эти факты дали повод в более поздний период поставить вопрос о наличии специального веномоторного центра в продолговатом мозгу.

Поиски вазомоторных центров занимали особое место в работах школы Людвига. Локализация спинального вазомоторного центра исследовалась Дж. Иоганссоном [38] в 1891 г., Р. Николайдесом [39] — в 1882 г., К. Ф. Славянским [40] — в 1873 г. и др. Людвиг и Тири [см. 31] пришли в ходе своих экспериментов с перерезками спинного мозга к выводу о существовании в продолговатом мозгу специальных вазомоторных центров.

Особый интерес исследователей привлек продолговатый мозг. В 1871 г. Ф. В. Овсянников [41] в Лейпцигском институте физиологии, экспериментируя с раздражением продолговатого мозга на кроликах, впервые описал локализацию сосудодвигательного центра в области дна четвертого желудочка. Для его выявления Овсянников через узкое трепанационное отверстие перерезал у разных животных продолговатый мозг на различных уровнях, регистрируя при этом кровяное давление. Так была выявлена область, на протяжении которой заложен сосудодвигательный центр. К. Диттмар гистологически исследовал эту область и еще больше уточнил локализацию вазомоторного центра, приурочив его к области верхних олив. Это значительное открытие было высоко оценено как физиологами, так и клиницистами.

Следует отметить, что физиологи в те времена изучали лишь эфферентные влияния на просвет сосудов. Однако в работах, целью которых являлось исследование нервных влияний на сосуды, не затрагивался вопрос о чувствительных нервах сосудов, об афферентации сосудистого

* Анализ этих работ, а также работ, посвященных венозному кровотоку, выполненных другими авторами, дан в диссертации автора: «К вопросу о регуляции венозного давления». Алма-Ата, 1950.

русла. Первым в истории физиологии исследованием чувствительных нервов сосудистой системы явилось исследование К. Людвига и И. Ф. Циона [42], посвященное роли п. depressor в регуляции кровообращения. Работа эта вышла в 1866 г. и получила широкую известность, а с течением времени стала цениться специалистами еще больше.

В работе было впервые описано падение кровяного давления при раздражении центрального конца перерезанного афферентного нерва, отходящего от дуги аорты. «Как исходный пункт нашего эксперимента,— писали Цион и Людвиг в своей статье,— мы выбрали веточку, которая отходит от ствола блуждающего нерва высоко на шее и после прохождения вдоль всей шеи вступает в ганглий. На этом, очень удобном для манипуляций, нерве и сосредоточились наши усилия. В результате мы нашли, что эта веточка может рефлекторным путем снижать кровяное давление. Благодаря этому свойству мы предложили назвать этот нервный ствол — п. depressor» [42, стр. 129]. Этот опыт повлек за собой следующие, в ходе которых было выявлено, что и при полной денервации сердца у курарезированного кролика, раздражение депрессорного нерва все же вызывает падение кровяного давления. Установленный факт можно было приписать только рефлекторному механизму действия такого раздражения на ширину просвета сосудистого русла в целом. Несмотря на то, что авторы открытия считали, что чувствительные нервные окончания, стволом которых является депрессор, находятся в самом сердце, а не в дуге аорты, как это имеет место на самом деле, выводы, сделанные ими, не теряют своей ценности и общепатологического значения.

Работа Людвига и Циона положила начало новому аспекту исследований функций — изучению процессов их саморегуляции. В настоящее время принцип саморегуляции выявлен и описан по отношению ко всем известным физиологическим системам.

Опыты Ворм Мюллера [43] также вплотную подводили к представлениям о постоянстве кровяного давления, являющегося результатом саморегуляции. Они показали, что увеличение объема циркулирующей крови за счет введения жидкости в сосудистое русло почти не изменяет общего уровня кровяного давления. Это обстоятельство

послужило клиницистам отправным пунктом для утверждения, что при наличии повышенного кровяного давления у человека переливание крови не повредит больному, так как не вызовет дальнейшего повышения кровяного давления.

Открытие, проложившее дорогу целому направлению новых исследований, изучению афферентной импульсации внутренних органов и роли ее в процессах саморегуляции, повлекло за собой другое открытие подобного рода — описание Э. Герингом сосудисто-рефлексогенной зоны, расположенной в области разветвления общей сонной артерии, так называемого каротидного синуса. Е. Шуберт писал по поводу открытия депрессорного нерва: «Людвиг предположил и правильно аргументировал, что афферентные депрессорные нервы служат для того, чтобы уменьшать частоту сердечных сокращений и снижать периферическое сопротивление, когда кровяное давление чрезмерно поднимается. Этим самым был выявлен основной механизм регуляции кровяного давления, и Людвиг по праву может считаться одним из основоположников раздела физиологических регуляций, прямым путем восходящего к нашим сегодняшним представлениям о кибернетических биологических процессах» [44, стр. 311].

В неразрывной связи с работами по физиологии гемодинамики и регуляции сосудистой системы проводились в лабораториях Людвига исследования лимфообращения и лимфообразования.

Лимфа и лимфообращение

На протяжении всей научной деятельности Карла Людвига интересовали механизмы образования лимфы и лимфообращения. Им было выполнено более 40 работ на эту тему, носящих различный характер: морфологические исследования, физико-химические и чисто физиологические работы по изучению лимфотока.

Еще в 1849 г. ученик Людвиг К. Экхард [45] занимался изучением деятельности лимфатических сердец лягушки и пришел к выводу, что их сокращения зависят от состояния спинного мозга, так как изменяются в результате раздражения или перерезки спинномозгового ствола. Годом позже Ф. Нолль [46], пользуясь гистологическими методиками, изучил соотношение лимфатиче-

ских сосудов и регионарных лимфатических желез. В 1855 г. В. Краузе [47] описал многочисленные эксперименты, целью которых являлось определение скорости лимфотока при различных условиях. Опыты проводились на разных экспериментальных животных.

Особенно эффективно исследованием лимфатической системы занимался сотрудник Людвиг В. Б. Томса [48]. Часть его работ опубликована совместно с руководителем. Томса описал лимфатическую сеть мужских половых органов, с помощью физиологических и гистологических методик установил зависимость лимфотока в этой области от кровенаполнения. Он же был одним из основоположников изучения лимфообращения в селезенке. Людвиг совместно с Заварыкиным [49] описали лимфообращение и специфику лимфатических сосудов почек (1863). Догелю и Швейгер-Зейделю [50] принадлежала работа о проницаемости брюшины у лягушки и о связи структурных особенностей брюшины с лимфообращением (1866). В 1869 г. Генериш [51] исследовал лимфообращение в мышечных волокнах. И. Микель [52] в 1872 г. занимался изучением снабжения лимфой твердой мозговой оболочки. В. В. Пашутин [53] в 1872 г. проделал работу по исследованию лимфотока в конечности собаки при различных экспериментальных условиях. Печеночным лимфоток занимался в 1874 г. Е. Флейшль. Он тщательно и кропотливо работал над гистологическим строением стенок лимфатических капилляров.

Химический состав лимфы также привлекал внимание учеников Людвиг. Х. Бюхнер проводил опыты с удушением животных и подвергал анализу содержание углекислоты в лимфе удушаемого и контрольного животного [54]. Одновременно И. Морунович [55] описал зависимость лимфотока от действия на организм животного никотина, мускарина и вератрина. В гисто-физиологической работе Г. Кеппе [56] показано влияние на состав клеток лимфатического узла скорости лимфотока через данный узел. Учитывая многочисленные данные, полученные сотрудниками, и свои собственные наблюдения, Людвиг сформулировал теорию лимфообращения и лимфообразования. Ученый рассматривал образование лимфы как результат фильтрации жидкой части крови из сосудистого русла в ткани при проникновении ее в лимфатические щели.

На базе хорошо разработанных представлений о лимфатической системе и ее функциональных особенностях много позже английский физиолог Э. Старлинг создал теорию лимфообразования и лимфообращения в более обобщенной форме, которая приобрела широкую популярность. Одновременно с Людвигом Гейденгайн, сторонник «биологического направления» в физиологии, использовал для введения животным ряд веществ, известных под названием «лимфогога», например экстракт из раков, и пришел к выводу, что они усиливают лимфообразование без заметного воздействия на повышение кровяного давления. Это привело Гейденгайна к заключению, что лимфообразование — результат активной секреторной деятельности эндотелия капилляров. Обнаружив эти факты, Гейденгайн стал активно выступать с опровержением данных Людвига, чем принес последнему немало огорчений.

Однако в ходе полемики о природе и механизмах лимфообразования, обеими сторонами были получены все новые и новые значительные факты, послужившие в конечном счете для создания более совершенной теории лимфообразования и лимфообращения, которая обобщила данные обоих ученых.

Работы по физиологии крови и лимфы теснейшим образом переплетались с работами, так или иначе затрагивающими вопрос о проницаемости. Изучалось выведение веществ из сосудистого русла и проникновение их через искусственные и естественные мембраны. В частности, исследовались диффузия и осмос — процессы, которые еще не были достаточно полно изучены химиками. Эти процессы и составили основу теорий Людвига, объясняющих образование в организме лимфы и ряда других жидкостей. Формулируя эти теории, Людвиг несколько переоценивал значение физических и химических закономерностей в формировании жидкостей организма. За это в его адрес часто звучали упреки в механическом подходе к оценке физиологических процессов. Однако, если принимать во внимание уровень развития смежных наук в эпоху Людвига, становится ясным, что для оценки сложных биологических свойств мембран, имеющих значение для образования лимфы слюны и т. д., не было достаточных данных. Интерстициальный обмен, микроструктура тканей и их биофизические свойства, понимание ко-

торых позволяет теперь более достоверно судить об этих процессах, еще не были тогда достоянием физиологов.

Разумеется, занимаясь химическими свойствами лимфы, Людвиг и его сотрудники исходили из знаний химического состава крови.

Исследование физико-химических свойств крови

Несмотря на то, что Людвиг придавал большое значение микроскопическим исследованиям, форменные элементы крови, как ни странно, почти не привлекли его внимания. В работах его сотрудников мы находим лишь единичные исследования крови морфологического порядка. Так, С. Друйбен [57] в 1893 г. описал кровяные пластинки млекопитающих и сравнил их с аналогичными элементами крови лягушки. Строение и химические свойства кровяных пластинок изучал и Р. Мозен [58] в 1893 г.

Значительно интенсивнее разрабатывались вопросы, связанные с химическими свойствами крови, а также большое внимание уделялось газам крови. Многими учениками Людвиг изучались соотношения газов в крови при различных условиях, что стало возможно лишь благодаря методике получения газов из крови, разработанной И. М. Сеченовым.

Так, А. Шеффер [59] в 1860 г. получил точные данные о содержании углекислоты в крови легочных сосудов. На основании их он сделал вывод о механизме освобождения крови в легких от углекислого газа. В. Прейер [60] в 1864 г. продолжил эти исследования, дополнив их данными о тканевом дыхании. А. А. Шмидт [61] определил содержание углекислоты в эритроцитах крови. Людвиг и Шмидт установили, что работающая мышца выделяет в кровь значительно большее количество углекислого газа, чем мышца в состоянии покоя.

В работах по исследованию газов крови с широким использованием описанного Сеченовым метода их выделения из крови принимали участие многие другие исследователи, в том числе: И. Чермак, И. П. Щелков, Ф. Холмгрен и др. В результате были впервые получены точные данные о содержании углекислого газа в крови, в частности, был установлен его объемный процент в

венозной крови собаки. Основываясь на определениях углекислого газа в венозной и артериальной крови, Карл Людвиг и его сотрудники сделали вывод, что для объяснения перехода газов из альвеолярного воздуха в ткани и из тканей в кровь недостаточно закона Генри—Дальтона. Углекислый газ должен вступать в химические соединения с каким-то компонентом крови.

В 1865 г. Людвиг [62] опубликовал статью, в которой давалась сводка фактов, касающихся газов крови, установленных в его лаборатории.

1. Газы находятся в крови в недиссоциированной форме.

2. Венозная кровь богаче углекислотой, чем артериальная. Содержание азота в этих двух видах крови примерно одинаково и не проявляет сколько-нибудь значительных колебаний.

3. Большая часть углекислоты находится в жидкой фазе крови. Эритроциты содержат лишь незначительное количество углекислоты.

4. При помещении в вакуум из эритроцитов выделяется меньше углекислоты, чем из плазмы.

5. Красные кровяные шарики, однако, принимают известное участие в связывании и выделении углекислоты плазмой. Они осуществляют эту роль с помощью какой-то субстанции, которая имеет характер слабой кислоты.

6. Запас кислорода в артериальной крови больше, чем в венозной. Запас этот возрастает или снижается при насыщении и обеднении крови кислородом.

7. Насыщенное кислородом красное вещество крови делает связь плазмы с углекислотой менее прочной. Редуцированное красное вещество упрочивает эту связь. Приход кислорода в кровь, как представляется, способствует выведению углекислоты.

Фактическим результатом этих работ явился вывод о зависимости химического связывания газов крови от напряжения растворенного газа. Впервые была показана зависимость насыщения эритроцитов кислородом от содержания в крови углекислоты. Работы этого рода проложили дорогу для дальнейших углубленных исследований.

Особо следует отметить проводимые в лаборатории Людвига работы по исследованию механизмов свертывания крови и компонентов свертывающей системы. Само

представление о ферментативной свертывающей системе крови также зародилось в трудах учеников Людвига, среди которых приоритет в этом вопросе принадлежал А. А. Шмидту. Ученый выполнил у Людвига несколько значительных работ по свертыванию крови. Так, в 1867 г. Шмидт [63] описал содержание в форменных элементах крови углекислоты и кислорода, обратив внимание на дыхание «внутри самой крови», на белки плазмы и роль кровяных пластинок. В результате проведенных работ Шмидт, как уже говорилось, выдвинул свою стройную и логичную теорию гемокоагуляции. Наряду со Шмидтом над функцией компонентов свертывающей системы много работал и Л. Вулдридж [64]. В 1883 г. он описал свои представления о свертывании крови.

Сам Людвиг в своих экспериментах показал влияние оксалата на свертывание крови. Много работ проводилось по изучению проницаемости сосудов в отношении различных веществ, циркулирующих в крови,—кристаллоидов и коллоидов. Электролитный состав крови исследовался на изолированных органах. При этом Ю. Гауле впервые высказал предположение о том, что в крови должно быть строгое соотношение калия и кальция.

По своей многогранности и комплексности работы, касающиеся крови и проводимые под руководством Людвига, не имели в те времена равных ни в одной из лабораторий других стран.

Работы по физиологии дыхания, обмена веществ и пищеварения. Исследования нервной системы

Работы по физиологии дыхания

Трудно было бы представить, что, занимаясь вопросами кровообращения, исследуя физико-химические свойства крови, газообмен в крови и тканях, Людвиг прошел бы мимо такого раздела науки, как дыхание. Естественно, что физиология дыхания стала также постоянной темой научных работ его учеников.

Можно назвать целый ряд имен ученых, которые на протяжении предшествующих столетий вносили свою лепту в понимание механизмов дыхания. Первые правильные догадки о сущности процесса дыхания были высказаны в XVII в. Известный физик Р. Бойль (1627—1692) наряду с опытами чисто физического характера в течение 20 лет занимался опытами на животных, чтобы изучить сущность дыхания. Помещая мышь в герметически замкнутое пространство под стеклянный колпак, Бойль убедился, что она погибает через строго определенное время. Вторая мышь в той же камере под колоколом, погибала почти тотчас же. Таким образом, Бойль сделал вывод о том, что воздух, которым дышало одно животное, делается непригодным для дыхания другого.

Работая ассистентом Бойля, Р. Гук заинтересовался механизмом дыхательных движений. Он научился делать искусственное дыхание и пришел к выводу о том, что прохождение воздуха через легкие зависит от движений грудной клетки, а не является следствием активного сокращения и расслабления самих легких, как в то время считали врачи и анатомы.

Более точную оценку движений грудной клетки дал Д. Майов (1645—1679). Несколько позже Р. Лауэр (1631—1691), которому принадлежала заслуга первого переливания крови от одного животного к другому, наблюдал

изменение цвета венозной крови после прохождения через легкие. Кровь светлела, становилась алой. Лауэр сделал вывод, что кровь присоединяет к себе в легких какую-то субстанцию, которая необходима для жизни.

Знаменитый бернский физиолог А. фон Галлер (1708—1777) высказал предположение, что именно содержащееся в крови железо играет роль в присоединении к крови необходимого для жизни организма газа. Галлер, кроме того, довольно четко представлял себе механизм вдоха и выдоха. Дж. Пристли (1733—1804) показал, что в воздухе, в котором длительное время горела свеча, хорошо живет растение, но гибнет животное. После пребывания в таком воздухе растения, он как бы «очищается» и становится вновь пригодным для жизни животного.

Длительное время в объяснении механизмов дыхания ученые использовали ошибочную теорию флогистона, выдвинутую Г. Сталем (1660—1734). Флогистон, по представлению Сталля,— гипотетическое вещество, через посредство которого должно осуществляться горение, а также дыхание. В тканях, как полагал Сталь, происходит накопление и соединение с кровью флогистона, а в легких — очищение — дефлогистирование крови. Примечательно, что при неверной трактовке процесса дыхания в целом Сталь уловил основную сущность процесса — необходимость какого-то посредника в крови, осуществляющего дыхание. Кроме того, он понял, что в функции дыхания играет решающую роль обратимость реакции флогистирования—дефлогистирования. Эта гипотеза была весьма прогрессивной для того времени. Отрицательной стороной гипотезы было то, что она, будучи безоговорочно принятой учеными, надолго затормозила проведение исследований сущности дыхания химиками и физиологами.

Лишь А. Лавуазье (1743—1794) опрокинул доктрину флогистона. Установив аналогию между горением и дыханием, он отвел кислороду ту роль в дыхании, которая ему принадлежит. Само описание свойств кислорода, открытого англичанином Д. Пристли и шведом К. Шееле, не понявшими в полной мере значения своего открытия, принадлежало также Лавуазье. Когда Г. Кавендиш описал водород, а Гельмонд — углекислый газ, назвав его «газом Сильвестра», представления о газообмене расширились.

Таким образом, к середине XIX в. были заложены все

необходимые физические и химические основы для правильной теории дыхания в тканях и переноса газов кровью. Но сложившиеся взаимоотношения между физическим растворением газов в крови и зависимостью от напряжения их химических соединений, к середине XIX в. только еще начинали привлекать внимание физиологов и химиков.

Наряду с исследованиями, касающимися механизмов вдоха и выдоха, а также работами о газообмене, ученых занимал также вопрос о регуляции дыхания. Не вызывало сомнений, что центральная нервная система управляет дыханием, но локализация центров, имеющих отношение к этой функции, оставалась неизвестной. Наметки выводов о регуляции дыхания и наличии дыхательного центра принадлежали Ж. Легаллуа (1770—1840). Он рассекал на разных уровнях ствол мозга животных и убедился, что при разрезе, проходящем ниже продолговатого мозга, дыхание останавливается.

М. П. Флюранс (1794—1867) подошел еще ближе к вопросу о локализации дыхательного центра, обнаружив «жизненный узелок» в продолговатом мозгу, при разрушении которого наступала смерть.

К тому времени, когда Людвиг и его сотрудники широко развернули экспериментальную работу, касающуюся дыхания, основные представления о дыхании были сформированы, однако, естественно, лишь в самых общих чертах. Как и прочие разделы физиологии, этот раздел имел много пробелов, требующих экспериментальной разработки.

Наиболее фундаментальные исследования в области физиологии дыхания были связаны с именами Д. Холдена и Д. Пристли и относились к концу XIX в.

Работы, касающиеся газов крови, о которых говорилось выше, явились одной из проблем физиологии дыхания, которой Людвиг уделял особое внимание. Методический прием, позволяющий ему выделять в вакуум содержащиеся в крови газы, позволил лаборатории Людвигу шагнуть далеко вперед в изучении переноса газов кровью.

Исследование растворенного в крови кислорода и данные о его химическом переносе в эритроцитах вплотную привели Людвигу к представлению о зависимости насыщения эритроцитов кислородом от количества этого газа,

растворенного в плазме. Однако недостаточный уровень развития биофизики и биохимии помешал Людвигу сделать вывод о характере этой зависимости, наподобие того, как это позже было сделано целой группой ученых из разных стран, представивших схему насыщения крови кислородом и диссоциации оксигемоглобина.

Людвиг привлекли не только вопросы переноса газов кровью, но также и механизм дыхательных движений и соотношение между дыханием и кровообращением. Под его руководством экспериментировал над этим вопросом И. Мюллер* и полученные данные опубликовал в 1869 г. [1]. П. П. Эйнбродт [2] с помощью графической регистрации в своих очень искусно поставленных и документированных экспериментах показал зависимость колебаний кровяного давления от дыхательных движений. Синхронная запись этих показателей позволила сопоставить протекание во времени вдоха, выдоха и тех изменений уровня давления в сонной артерии, которые названы волнами. В частности, было показано происхождение волн «второго порядка» и зависимость их от дыхательных фаз.

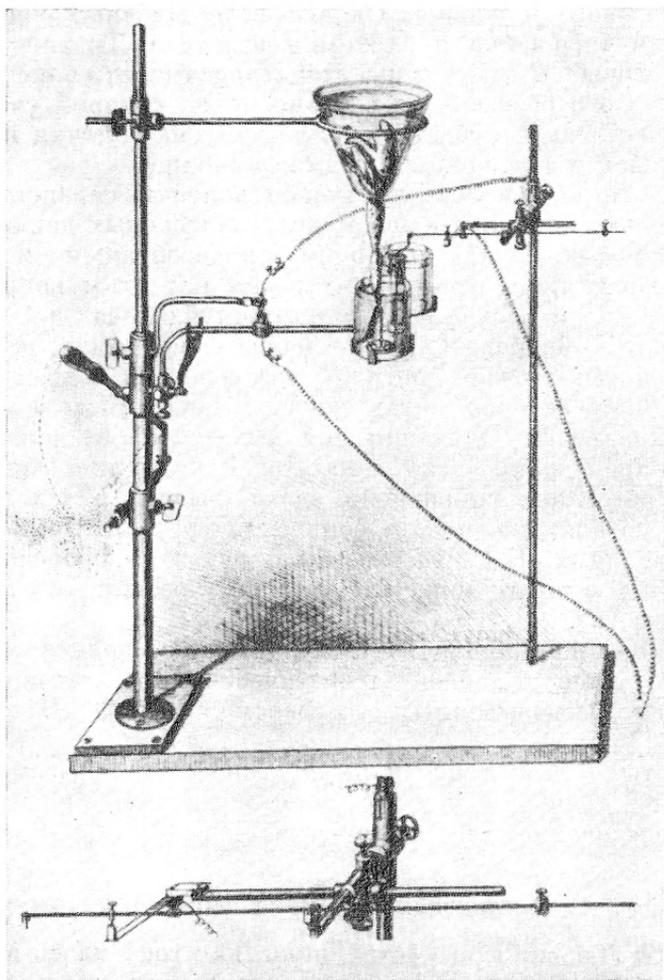
Сам Людвиг в 1846—1847 гг. написал несколько критических статей по поводу теоретических представлений о дыхании, высказываемых его современником Г. Валентином [3].

Работы с газами крови были теснейшим образом связаны не только с исследованиями дыхания, но также и с исследованием обмена веществ.

Исследования обмена веществ

Карл Людвиг и его сотрудники, как говорилось выше, не ограничились определением содержания кислорода и углекислого газа в крови. Были разработаны методики перфузирования отдельных изолированных органов кровью и сывороткой, и содержание кислорода и углекислого газа определялось в притекающем и оттекающем перфузате. При этом оказалось возможным судить об интенсивности газообмена в отдельных органах в различных условиях. Кроме того, в лаборатории Людвиг разработали методику выключения из кровообращения зна-

* Речь идет о молодом физиологе, работавшем у Людвига.



*Установка, используемая для раздражения мышц
и регистрации мышечного сокращения
(из работы Н. И. Бакста)*

чительных областей, например кишечника, печени и т. д. При этом определялось изменение газообмена в организме. Методика давала возможность судить о той доле окислительных процессов в общем балансе организма, которая зависела от функций выключенных органов. Интересно отметить, что в лабораториях Людвиг фактически вычислялся дыхательный коэффициент, хотя о его энергетическом значении еще не было ничего известно.

Анализируя данные, полученные им самим и учениками, Людвиг пришел к выводу о том, что между потреблением кислорода отдельными органами и выделением в них углекислоты нет прямой зависимости. Соотношения эти связаны с условиями, в которых находится орган, и со степенью его активности.

Вместе с И. П. Щелковым в 1862 г. Людвиг установил [4], что объемное отношение поглощенного кислорода к выделенному углекислому газу в работающей мышце достигает 1,13, а в покоящейся — не превышает 0,7. По свидетельству Г. Шроера, М. Рубнер, будучи 30-летним врачом, приехал к нему осваивать методики исследования газообмена. Здесь оформились и получили дальнейшее развитие его интересы к обмену веществ и энергетическому балансу организма. Впоследствии, как известно, своими исследованиями по названным вопросам Рубнер приобрел мировую известность.

Кроме исследований газообмена, используемых в энергетическом плане, сотрудники Людвиг занимались также химическими исследованиями обмена белков, жиров и углеводов. К 1870 г., например, относится работа И. Лепина о происхождении ферментов, расщепляющих в животном организме сахар [5]. Г. Меринг в 1877 г. занимался исследованием путей выведения сахаров из кишечника животных.

Обмен жиров привлек внимание О. Франка [6]. Он интересовался всасыванием различных видов жира, окислением жирных кислот при различной температуре. Всасывание жиров изучал также П. Вальтер в 1890 г. [7]. Многие ученики и сотрудники Людвиг занимались химическими исследованиями, относящимися к всасыванию, ферментативному расщеплению и выведению белков и аминокислот. С. И. Чирьев [8] в своих исследованиях сравнивал превращения белка в пищеварительном тракте и белка, введенного в организм путем трансфузии,

Профессор Е. Дрехсель, руководитель химического отдела Лейпцигского института, был первоклассным химиком и оснастил свой отдел для того времени богатым оборудованием, приборами, установками, реактивами. Дрехсель подвел итог значительной части биохимических работ, проведенных в его отделе, в своей статье «Вклад» в представления об обмене веществ», опубликованной в 1891 г. [9].

Физиология пищеварения

История исследований функций пищеварительного тракта предшественниками Людвига сводилась, в основном, к эпизодическим открытиям. Постановке углубленных исследований препятствовали две причины. Первая заключалась в том, что ученые не имели доступа к экспериментальному исследованию желудка, кишечника и других органов, так как не были разработаны еще методики хронического опыта. Они вошли в арсенал физиологов благодаря трудам И. П. Павлова и отчасти Р. Гейденгайна позже, к концу XIX столетия. Второй причиной являлось отставание химии, которая к началу XIX в. еще не сказала своего слова по поводу сущности ферментативных процессов и химических превращений пищи в результате пищеварения.

Сведения об оригинальных опытах, проводимых физиологами XVI—XVII вв. по отдельным вопросам пищеварения, дошли до наших дней. Известно, например, что французский анатом и физиолог Р. Грааф (1641—1673) сделал удивительный для того времени опыт, предвосхищая эксперименты будущего. В 1664 г. без наркоза и прочих необходимых для современного экспериментатора условий он вскрыл брюшную полость собаки, отпрепарировал проток поджелудочной железы и ввел в него стеклянную трубочку с целью собирать сок, выделяемый железой. Грааф оставил замечательные рисунки этого, мастерски выполненного эксперимента. Ученый получил чистый панкреатический сок, отметил его физические и некоторые химические свойства. Понадобилось еще 200 лет для того, чтобы ученые пришли независимо от Граафа к подобному эксперименту.

А. де Реомюр (1683—1757) попытался составить представление о процессах, протекающих в желудке, весьма

своеобразным методом: он заставлял птиц заглатывать кусочки губки, привязанные на нитку. По прошествии некоторого времени, в течение которого губка находилась в желудке птицы, Реомюр извлекал ее за нитку и отжав пропитывающий ее желудочный сок, подвергал его химическому анализу (разумеется, в доступных для того времени пределах). Вслед за Реомюром итальянский биолог Л. Спалланцани (1729—1799) проделал опыты на себе самом. Опыты заключались в том, что ученый проглатывал маленькие мешочки из холста, заполненные разными пищевыми веществами: мясом, зерном, овощами и т. д. Мешочки перемещались по пищеварительному тракту, пищеварительные соки проникали в них и в разной степени воздействовали на находящиеся в них вещества. Спалланцани находил мешочки в экскрементах, отмывал их и исследовал оставшееся содержимое, делая вполне логические выводы о степени переваривания разных пищевых продуктов. Им были получены довольно точные данные.

В 1824 г. В. Прут (1785—1850) описал соляную кислоту. Это помогло физиологам отчасти понять химические превращения, происходящие с пищей в желудке. В 1836 г. немецкий биолог Т. Шванн (1810—1882) открыл пепсин. В эти же годы канадский врач В. Бьюмон (1785—1853) начал свои всемирно известные опыты с жертвой охоты — А. Сан-Марином.

Охотник был ранен в живот пулей. В результате образовался свищ — незаживающее отверстие в брюшной стенке, ведущее в полость желудка. Бьюмон взял раненого охотника к себе в качестве слуги, чтоб иметь возможность наблюдать его. Этот случай как бы предвосхитил методику наложения фистулы желудка, разработанную позже В. А. Басовым (1812—1879) и И. П. Павловым (1849—1936) на собаках.

К середине XIX в. уже существовали представления о химической сущности пищеварения, однако регуляторные механизмы деятельности пищеварительного тракта были почти неизвестны. К этому времени физиологией пищеварения стали усиленно заниматься одновременно несколько крупных ученых. Во Франции функции пищеварительного тракта привлекли внимание Бернара, в Германии — Гейденгайна, Либиха, Людвиг и др. Несколько позже физиологией пищеварения занялся Павлов, положив начало новой эре в изучении этой проблемы.

Работы по пищеварению, проводимые в лабораториях Людвиг, можно подразделить на три основные категории: исследования гистологического характера, химические исследования и чисто физиологические экспериментальные работы.

М. Огата [10] на гистологических препаратах показал, как изменяется структура клеток поджелудочной железы после ее активной секреторной деятельности (1883). Эта работа по замыслу и качеству выполнения заслуживает самой высокой оценки.

А. Геллер [11] дал детальное описание кровоснабжения различных отделов тонкого кишечника, разработав этот вопрос с помощью анатомических и гистологических методик (1872). То же самое для сосудов печени проделал В. А. Бец [12]. Л. Герлах [13] описал структуру и ход нервных волокон вегетативных ганглиев брюшной полости (1872). Химическим исследованием свойств пепсина, а также переваривания под действием пепсина в желудке различных пищевых веществ занимались Т. Каш [14], А. Шмидт-Мюльгейм [15] и др.

Значительное количество работ посвящалось структуре и функциям печени. Гистологическими исследованиями печени занимался и сам Людвиг. Ему принадлежат хорошо выполненные рисунки микроструктуры печени. У Людвиг начал свою деятельность К. Купфер, который затем описал специфические ретикулоэндотелиальные клетки в капиллярах печени. Купфер и Людвиг опубликовали также совместную статью [16], касающуюся отношения блуждающего нерва к моторике кишечника. Ценную работу по изучению печени в аспекте ее морфологии функции проделал Г. Асп [17].

П. А. Спиро исследовал продукцию желчи у собак в разных экспериментальных условиях [18]. Куфферат [19] описал изменение содержания в крови желчных кислот после облитерации общего желчного протока, а также после перевязки общего лимфатического протока.

Работы подобного рода вызвали интерес у представителей клинической медицины, так как помогали понять механизм желтухи, вызываемый закупоркой путей, выводящих желчь в кишечник. Несколько работ по изучению желчеотделения выполнил Я. М. Шмулевич [20]. А. Кункель [21] обратил внимание на выведение с желчью продуктов распада белков, в частности некоторых

аминокислот. В. А. Бец [см. 12], как уже говорилось, исследовал кровообращение в печени (1863). Таким образом, впервые в пределах одной лаборатории печень была исследована так всесторонне. Следует отметить, что, хотя в приведенных работах по пищеварению и не было из ряда вон выходящих открытий, но все же они понемногу проливали свет на разные стороны пищеварения.

Особо следует выделить работы Людвига и его учеников, посвященные механизмам слюноотделения. Выделение слюны рассматривалось учеными с точки зрения фильтрационной теории. Подразумевалось, что в силу разницы давления между кровью, приносимой к железе, и тканевой жидкостью самой железы жидкая часть крови переходит в железистые клетки, а оттуда в выводные протоки железы. Этот фильтрат и есть слюна. Приступая к опытам со слюнными железами, Людвиг придерживался такого же мнения о механизме выделения слюны. Однако некоторые сомнения в правильности такого представления побудили его начать эксперименты.

Так, в 50-х годах Людвигом и его сотрудниками было поставлено несколько серий опытов на собаках и кроликах, в которых обнажался и отпрепаровывался проток подчелюстной слюнной железы. В него вводили стеклянную трубочку, которую по мере необходимости можно было соединить с водяным манометром, предназначенным для измерения давления слюны в протоке. Тонкая экспериментальная техника позволила Людвигу отпрепаровывать и раздражать некоторые нервные веточки, иннервирующие слюнную железу [22, 23, 24]. В частности, раздражению подвергалась ветвь *chorda tympani*, относящаяся к лицевому нерву. Одновременно регистрировались два показателя: давление слюны в выводном протоке железы и давление крови в сонной артерии. Первые же опыты дали интересные результаты. При раздражении нерва давление в протоке поднималось так, что превышало давление в сонной артерии. Отсюда вытекало, что образование слюны осуществляется не под действием фильтрации жидкости из крови в железу.

Этот опыт, ставший классическим, показал, что секреция слюны зависит от раздражения секреторного нерва и осуществляется при этом раздражении даже тогда, когда кровяное давление падает и становится ниже давления слюны в протоке. (Следует помнить, что сам факт

влияния нерва на секреторный процесс был новым и непривычным для физиологов. Считалось, что нервы влияют лишь на моторику — деятельность скелетной и гладкой мускулатуры.)

В многочисленных вариантах опытов, как, например, в эксперименте с отделением головы от тела животного, а также при искусственной остановке сердца и т. д., было убедительно показано, что секреция слюны не является простой фильтрацией, зависящей только от гемодинамики, а представляет собой результат деятельности самой железистой ткани, т. е. самостоятельный активный процесс. Таким образом, было поколеблено собственное первоначальное представление Людвига о механизме секреции слюны как о пассивном выходе жидкости из сосудистого русла под влиянием гидростатического давления крови в ткань и протоки слюнной железы.

Большое принципиальное значение имели работы учеников Людвига об изменении (повышении) температуры в слюнной железе в процессе ее деятельности, при этом измерялась температура в протоке, в артерии и отходящей от железы вене. Это еще раз подтвердило вывод об активности железистой ткани в секреции слюны.

Работы такого характера об иннервации слюнной железы и механизме секреции слюны перекликались с исследованиями Клода Бернара во Франции, предпринятыми несколько позже. По этому вопросу у Людвига мы находим недоуменное замечание, касающееся того, что Бернар не упоминает об опытах, проводимых в лаборатории Людвига. Это обстоятельство Людвиг приписывал незнанию Бернаром немецкого языка. В своем учебнике в 1861 г. Людвиг писал по этому поводу: «Известный парижский академик (К. Бернар.— С. Ч.) описывает несколько лет эксперименты, которые задолго до него в моей лаборатории выполнены доктором Раном ([см. 22].— С. Ч.). Поскольку господин Бернар, как он неоднократно показывал, обладает тонким ощущением в отношении приоритета — мы можем объяснить его молчание об истинном приоритете в этих опытах только его неосведомленностью о них» [25, стр. 118].

Приходится сожалеть, что такие крупные исследователи, как Бернар и Людвиг, будучи современниками и работая в сходных направлениях, не имели между собой контакта. Известно лишь, что в 1863 г. Людвиг направил

Бернару рекомендательное письмо со своим учеником Максом Германном. Последний намеревался ознакомиться с работами великого французского физиолога. Письмо содержало, по-видимому, также упоминания об экспериментах Людвига по регуляции слюноотделения.

В это время у Бернара оканчивал свое пребывание И. М. Сеченов. Возвращаясь в Россию, Сеченов заехал к Людвигу и передал ему ответ французского физиолога. Этот ответ представляет большой интерес. Приводим его полностью.

Милостивый государь и дорогой коллега!

Я получил Ваше последнее письмо, которое было мне передано Вашим учеником и другом г-ном Германном. По Вашей рекомендации я сделаю для него все, что смогу, чтобы быть ему полезным и приятным. Все Ваши ученики, с которыми я познакомился здесь, в Париже, без исключения люди выдающиеся. И поэтому я к ним очень расположен, тем более, что к их учителю я питаю большую симпатию и восхищение. Мы с Вами, как Вы сами говорили, часто встречались на одной и той же дороге, в частности, относительно слюнной секреции. Мы кончим тем, что оба изучим подчелюстную железу собаки, и я буду чрезвычайно польщен, если увижу свое имя рядом с Вашим.

Г-н Сеченов, который передаст Вам это письмо, — очаровательный молодой человек и крупный ученый. Я рад, что познакомился с ним и что был ему полезен во время последнего пребывания в Париже.

Прошу Вас, дорогой коллега, использовать меня всякий раз, когда я могу сделать для Вас что-нибудь здесь в Париже.

Оказать Вам услугу для меня очень большое удовольствие.

В ожидании этого примите выражения моих искренних симпатий.

Клод Бернар *

Париж 3 апреля 1863 г.

Людвигу принадлежало несколько статей по физиологии слюноотделения, в которых ставился совершенно по-

* Письмо опубликовано в книге Г. Шроера.

новому вопросу о механизмах секреции вообще. Статьи эти являлись наглядным доказательством того, как Карл Людвиг преодолевал свои собственные, несколько механистические, представления о секреторном процессе.

Следует отметить и тот факт, что Людвиг одним из первых обратил внимание на рефлекторный механизм слюноотделения. Ему удалось путем перерезки и последующего раздражения п. *lingualis* и *glossopharyngeus* доказать, что именно эти нервы несут импульсы из полости рта при попадании в рот пищи. При их перерезке пища, находящаяся в полости рта, не вызывает слюноотделения.

Следовательно, слюноотделение не является результатом прямого химического действия пищи на слюнные железы, как в то время думали многие исследователи.

Кроме упомянутых экспериментальных тем, в лаборатории Людвиг проводились разработки новых методик, позволяющих изучать различные отделы пищеварительного тракта. Работая у Людвиг, Л. Тири разработал экспериментальную методику хирургической изоляции кишечной петли, что позволило в хронических опытах исследовать всасывание различных веществ в кишечнике. Предложенная Тири методика широко используется в физиологии пищеварения и в наши дни (она применяется с модификациями, введенными другими исследователями).

В книге Г. Шроера [см. 25, стр. 120] говорится, что, будучи у Людвиг в 1864—1866 гг., изучением вопросов пищеварения занимался И. П. Павлов. Следует заметить, что даты пребывания Павлова у Людвиг Шроер указал неверно. Пребывание русского ученого относится к 1884—1886 гг. Известно также, что здесь Павлов экспериментировал по физиологии кровообращения.

Следует особо выделить в творчестве Людвиг работы, касающиеся нервной регуляции деятельности различных систем организма.

Исследования нервной системы

Ко второй половине XIX в. в знаниях о структурной организации и функциях центральной нервной системы имелись еще значительные пробелы. Физиологи не располагали сколько-нибудь удовлетворительными методиками исследования функций спинного и головного мозга.

Большей частью свои представления о деятельности различных отделов центральной нервной системы ученые черпали из клиники.

Экспериментальные исследования центральной и периферической нервной системы проводились в основном в двух направлениях.

Одно из них сводилось к изучению электрических явлений в возбудимых тканях и брало начало от работ Луиджи Гальвани (1737—1798), впервые описавшего «животное электричество». Эти исследования, однако, проводились в основном на уровне периферических нервов и мышц. В Германии это направление возглавлялось Э. Дюбуа Реймоном, который занимался вопросами, связанными с изучением электрических явлений в нервах и мышцах, а также вопросами электрогенеза, т. е. происхождения электрических явлений в возбудимых тканях. Э. Дюбуа Реймону принадлежал приоритет в создании нового раздела физиологической науки, так называемой нервно-мышечной физиологии. Этот раздел практически не являлся темой работ Людвига и его сотрудников, вероятно, потому, что этой темой занимался его друг Э. Дюбуа Реймон, в лаборатории которого в Берлине эти исследования проводились на высоком экспериментальном уровне.

Второе направление касалось рефлекторной деятельности и механизма рефлекса. Учение о рефлексе, как известно, было заложено Р. Декартом (1596—1650). В дальнейшем в развитии представления о рефлекторной дуге сыграли решающую роль работы Ч. Белла (1774—1842) и Ф. Мажанди (1783—1855), которые независимо друг от друга по этапам описали роль задних и передних корешков спинного мозга и тем самым приблизили физиологию к правильному пониманию структуры рефлекторной дуги и механизма рефлекторной деятельности. М. Холл, И. Мюллер и многие другие углубили и конкретизировали понятие о рефлекторной деятельности, которая, однако, не распространялась авторами теорий и концепций на деятельность высших отделов головного мозга. Дальнейшее изучение физиологии центральной нервной системы тормозилось недостаточными сведениями о ее структуре. Работы Я. Пуркинье (1788—1869) и др. внесли некоторую ясность в понимание структуры головного и спинного мозга. Нервные центры оставались в целом неис-

следованными, хотя отдельные данные о деятельности нервных центров и получали ученые-экспериментаторы. Основным методическим приемом, которым они при этом пользовались, было раздражение или разрушение центров и наблюдение за результатами.

К середине XIX в. все больше и больше ученых стремилось изучить механизмы рефлекса путем искусственного расчленения рефлекторной дуги на ее компоненты. Исследователи занимались чаще всего анализом эфферентных рефлекторных влияний, раздражая вегетативные нервы и наблюдая изменения в деятельности иннервируемых ими органов.

В лабораториях Людвига широко исследовались влияния центробежных нервов на все изучаемые системы. Препаровка периферических нервных стволов с раздражением или перерезкой их и регистрацией деятельности иннервируемых этими стволами органов, составила обычный методический прием, применяемый всеми сотрудниками Людвига. Кроме того, проводились и чисто морфологические исследования нервов и нервных ганглиев. Так, например, И. Ф. Цион описал топографическое распределение и морфологический характер эфферентных нервных окончаний в брюшине [26]. Г. Асп дал в своей работе морфологическую характеристику сосудодвигательных нервов [27].

Центры, регулирующие отдельные функции, также являлись обязательной темой исследований Людвига и его сотрудников. (Вспомним попытки найти сосудодвигательные центры в спинном и головном мозге, предпринятые Ф. В. Овсянниковым, К. Дитмаром и т. д.)

Большой интерес вызывал у Людвига спинной мозг, который был более доступен для экспериментального исследования, чем другие отделы центральной нервной системы.

В середине минувшего столетия ученые, признававшие рефлекторный механизм деятельности спинного мозга, все еще терялись в догадках относительно того, каковы внутрицентральные пути передачи «нервного процесса» в спинном мозге. Исследователям были известны лишь «вход» и «выход» — некоторые чувствительные и двигательные нервы с соответствующими корешками. После описания Декартом рефлекторного принципа деятельности организма, учение о рефлексе развивалось, претерпевая целый

ряд преобразований, касающихся главным образом объяснения сущности внутрицентральных процессов и их роли в характере рефлексорной реакции.

М. Г. Ярошевский [28] подчеркивает, что до 30-х годов XIX в. понятие о рефлексе являлось психофизиологическим, так как уже у Декарта возникала идея о том, что не только физиологические, но в определенных пределах и психические процессы протекают по типу рефлекса. Работы И. Мюллера и М. Холла только усугубили дуализм рефлексорной теории. Холл провел резкую грань между «рефлексорными реакциями» с центрами в спинном мозгу и «психическими» (сознание, воля и т. д.) с центрами в головном мозге. Со временем ученые стали все чаще обращать внимание на то, что ответ на раздражение, наносимое спинальному животному, выглядит со стороны как сознательный целенаправленный акт. Так, например, лягушка с отрезанной головой стряхивает смоченную кислотой бумажку, приложенную к ее спине таким образом, что координирует деятельность всех четырех конечностей рационально и четко и «не успокаивается», пока не найдет приема, с помощью которого сможет освободиться от раздражающей ее бумажки.

В 50-х годах прошлого века приобрела признание некоторых ученых теория немецкого физиолога Э. Пфлюгера (1829—1910) о сенсорной функции спинного мозга. Пфлюгер указывал на то, что в спинном мозге происходит элементарное осознание силы и локализации раздражения, в результате чего и получается дозированный и как бы сознательный ответ.

Эта теория, наделяющая спинной мозг особыми сенсорными функциями, противоречила теории, признающей лишь чисто механическую машинообразную деятельность спинного мозга.

«В исследованиях Пфлюгера,— пишет Ярошевский [28, стр. 83],— выдвигался ряд прогрессивных идей. С позиций материалистического монизма раскрывалась порочность теории, обособляющей психические явления в особую, противостоящую природе, субстанцию... положения Пфлюгера отражали новые идейные веяния в биологии...» Он утверждал, что сенсорная функция присуща всем отделам центральной нервной системы и находит в головном мозге свое высшее развитие.

Чтобы подойти к представлениям о сущности процес-

сов в рефлекторных центрах, необходимо было исследовать их функциональную организацию, выявить связи между центрами спинного и головного мозга, исследовать восходящие и нисходящие пути спинного мозга. Не следует забывать, что нейронное строение центральной нервной системы еще не было установлено и относительно механизмов передачи импульсов в пределах центральной нервной системы среди ученых имели хождение самые фантастические представления.

Людвиг пытался исследовать структурную организацию спинного мозга и некоторые стороны его деятельности как центра соматических и вегетативных реакций. Многие ученики и сотрудники Людвига по его поручению исследовали строение и функцию спинного мозга. При этом использовались в основном морфологические методики, а также перерезки и раздражение различных точек спинного мозга. Так, проводящие пути в спинном мозгу исследовали Ф. Мишер [29], Ф. Ф. Навроцкий [30], К. Н. Ворошилов [31].

Примечательно, что работы сотрудников Людвига о путях передачи возбуждения в спинном мозгу заложили представления о количественном преобладании афферентных систем над эфферентными, чувствительных волокон — над двигательными. Эти факты, как указывал А. А. Ухтомский [32], наряду с фактами других исследователей, легли в основу описанного в дальнейшем И. Шеррингтоном «принципа общего конечного пути».

Эффекты от точечных раздражений различных отделов интактного и перерезанного спинного мозга описали В. Н. Сиротинин [33], И. де Бек [34] и др.

На протяжении многих лет между Людвигом и геттингенским физиологом и анатомом Р. Вагнером шел спор о путях передачи возбуждения в центральной части спинальной рефлекторной дуги. Морфолог Вагнер придерживался представления о непрерывности нервных путей, об их анатомическом контакте. В ходе спора Людвиг высказал и противопоставил Вагнеру свою оригинальную точку зрения. В соответствии с его представлениями, в спинном мозгу чувствительные нервы передают возбуждение подвижной нервной субстанции, которая может возбуждать различные двигательные нервы, перемещаясь и контактируя с ними на разном уровне и разной протяженности. В связи с подвижностью, динамичностью этого

промежуточного звена двигательные ответы на раздражение чувствительных нервов могут быть переменными.

Таким образом, хотя теория Людвига была далека от верной оценки реально существующих механизмов, положительной ее стороной являлось то, что он как бы предвидел явление переключения возбуждения в нервных центрах, нервные «реле», которые столь характерны для внутрицентральной передачи возбуждения.

В своих работах Людвиг почти не затрагивал вопросов о деятельности отдельных структур головного мозга как таковых. Исключение составила совместная работа Людвига и Томса, описывающая их эксперимент, во время которого раздражению подвергался ствол мозга лягушки, а эффект этого раздражения проверялся на периферическом сгибательном рефлексе, наподобие того, как это делал в своих экспериментах И. М. Сеченов. Кроме того, структуру зрительных долей мозга лягушки гистологически исследовал В. В. Пашутин [35] *.

Высшие отделы центральной нервной системы остались вне поля зрения Людвига, так как, судя по его неоднократным высказываниям, отсутствие надежных методик, позволяющих изучать структуры центральной нервной системы, ограничивало возможность исследования этих областей. Предпринимать же исследование с помощью несовершенных методических приемов было не в правилах ученого. Он говорил по поводу применяемых учеными методов изучения функций центральной нервной системы путем перерезок: «Это все равно, что изучать механизм часов, стреляя в них из ружья» [36, стр. 74].

Как показывает анализ работ школы Людвига, посвященных различным разделам физиологии, особый интерес ученого был сосредоточен на механизмах регуляции различных функций. Занимаясь физиологией пищеварения, кровообращения, выделения или дыхания, Людвиг неизменно возвращался к вопросу о том, как влияют нервы на функцию данной системы. Говоря о заслугах Людвига в исследовании физиологии нервной системы, нельзя не обратить внимания на то, что он фактически проложил тропу к новому взгляду на регуляцию деятельности органов и систем — принципу саморегуляции.

Г. Шроер в книге «От Бургава до Бергера», особо

* Полагают, что эта тема Пашутину была подсказана Сеченовым.

подчеркивая заслуги Людвига, приводит следующую его цитату: «К различным, уже известным явлениям, посредством которых отдельные отрезки сосудистой системы соотносятся друг с другом, можно присоединить новое явление, не менее значительное, которое способствует управлению мотором кровообращения так, чтобы устранять и преодолевать препятствия в самой системе... Оно (сердце.— С. Ч.) не слепо изменяет число своих сокращений, а противопоставляет свое опорожнение степени возникшего сопротивления» [37, стр. 174]. В этом высказывании Людвига заключен глубокий анализ биологического смысла афферентных влияний п. depressor.

Немецкие физиологи из Лейпцигского института физиологии, разрабатывающие вопросы саморегуляции, с точки зрения кибернетики, считают себя идейными продолжателями основателя института — Людвига.

Учебник физиологии. Мировоззрение К. Людвига. К. Людвиг и И. Мюллер

На основании научных статей порой бывает трудно сделать заключение о научной методологии и мировоззрении их автора. В более обширных работах, например обзорного характера, эти присущие автору черты выступают более четко. Но особенно благодатной основой для оценки мировоззренческого кредо ученого служит вышедший из-под его пера учебник.

Учебник физиологии Карла Людвига

К. Людвиг издал свой учебник в 1852—1856 гг. [1]. Второе, исправленное издание книги появилось в 1858—1861 гг. На титульной странице посвящение: «Друзьям — Э. Брюкке (Вена), Э. Дюбуа Реймону (Берлин), Г. Гельмгольцу (Бонн) — посвящается».

Учебник Людвига был построен по иному принципу, чем все выходявшие до него. На самом построении лежал отпечаток аналитического характера мышления автора.

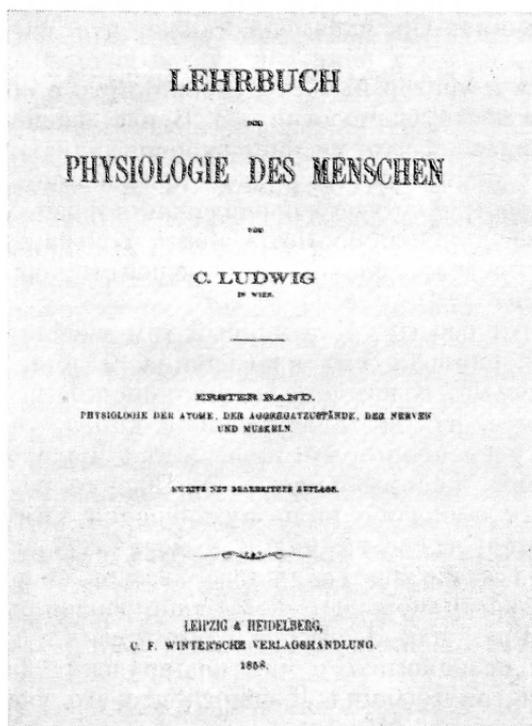
Если учебник И. Мюллера [2] начинался традиционным для натурфилософии изложением общих положений о жизни, организме и его функциях, то Людвиг начал свой учебник с раздела «Физиология атома». Впрочем, это несколько странное название не соответствует содержанию раздела. Фактически речь идет о роли в организме некоторых элементов и простейших химических соединений, как, например, кислорода, водорода, воды и т. д. Вслед за простейшими веществами анализируется роль более сложных органических соединений — белков, моче-

вины и др. Осветив физиологический смысл и значение химических компонентов живого организма, Людвиг перешел к анализу их соединений. Как говорится в книге, — «к физиологии агрегатных состояний». В этот раздел учебника входит понятие о проницаемости и ее роли в биологических процессах. Говорится о полупроницаемых мембранах, об избирательном проникновении через мембраны различных веществ. Впервые научно обоснованная проблема проницаемости оказалась привлеченной к объяснению различных физиологических процессов. В третьей главе излагается физиология возбудимых тканей. Дается теория возникновения электрических явлений в строгом соответствии с представлениями Э. Дюбуа Реймона, сформулировавшего молекулярную теорию происхождения электрических явлений в живых тканях. Этот раздел заметным образом модернизирован, включает много новых фактов по сравнению с тем, что имелось в учебнике Мюллера.

Дальнейшие разделы излагаются в следующей последовательности: физиология мышц, физиология органов чувств, животная теплота, физиология питания, в которую включаются многие вегетативные процессы, в частности, все о пищеварении, крови и кровообращении. Много новых данных содержат разделы: гемодинамика, физиология сердца и физиология дыхания. Кровь и дыхание рассматриваются с позиций физико-химических представлений о диффузии газов и законах осмоса.

Говоря о содержании газов в крови, Людвиг на стр. 475—477 второго тома учебника оперирует данными, полученными Сеченовым в его лейпцигской лаборатории. Эти данные касаются содержания кислорода и углекислого газа в артериальной крови собаки и изменения их содержания при искусственном нагревании крови. В учебнике Людвиг почти во всех его отделах широко используются данные физико-коллоидной химии. Характерная черта учебника Людвиг — некоторый отход от морфологии и перенесение акцента на химические и физические процессы в организме.

Обстоятельно и по-новому, по сравнению с учебником Мюллера, изложена Людвигом физиология центральной нервной системы. Большой раздел учебника составляет физиология органов чувств. В этом разделе имеются положения, не нуждающиеся в пересмотре и в наши дни.



Учебник физиологии Карла Людвиг

Особенно исчерпывающе изложена физиология зрения, которая уже в те времена была на достаточно высоком уровне благодаря работам Э. Брюкке и Г. Гельмгольца.

Книга Людвиг произвела большое впечатление в научных кругах. Впечатление это было, на первых порах, не только положительным. Известный анатом В. Гис писал, что не понял исходных позиций автора, так как они во многом противоречили привычным для исследователей того периода взглядам Мюллера. Недружелюбно принял учебник и геттингенский физиолог Р. Вагнер, с мнением которого очень считались немецкие ученые. Вагнер, отстаивавший идеалистические концепции физиологической науки, писал, что на уровне знаний, имевшихся в то время, ученые «не имеют права брать на себя смелость сводить биологические процессы к закономерностям фи-

вики и химии». Он указывал также, что учебник «необоснованно срывает покров с тайны человеческой души и сознания» и «автор пытается проникнуть в область, где вообще нет места физиологии». В. Вундт, физиолог и психолог, признавал, что учебник хорош, однако слишком труден для понимания и найдет применение лишь при условии перестройки всего преподавания физиологии. Это, в свою очередь, должно потребовать основательных изменений в предварительной, доуниверситетской, подготовке молодежи.

Получив от своего друга первый том учебника, Э. Дюбуа Реймон написал ему из Берлина 9 января 1858 г. длинное письмо, в котором высоко оценил все новое и прогрессивное, что составило основу книги. Он выразил надежду и уверенность, что проводимая Людвигом, а также им самим, Гельмгольцем и Э. Брюкке реформа физиологии — становление ее на путь физики, химии и превращение гипотетической науки в истинную экспериментальную, — составит целую эпоху. Здесь он впервые называл Людвигу «знаменосцем нового направления». Вскоре, поехав во Францию, Э. Дюбуа Реймон взял с собой учебник, чтобы познакомить с ним французских физиологов. Вернувшись, он сообщил Людвигу, что его ученик «обогнал французских физиологов по крайней мере на два поколения». Э. Дюбуа Реймон считал, что в целом физиология во Франции в 50-х годах XIX в. находилась на значительно более низком уровне, чем в Германии. Идеи использования математики, физики, химии для выявления закономерностей живого организма были представлены в учебнике самого Э. Дюбуа Реймона «Животное электричество», однако более узкая тема, трудность восприятия этого раздела физиологии в то время препятствовали пониманию его содержания и изложенных в нем идей современниками. Учебник Людвигу, напротив, содержал все разделы физиологии и был доступнее широкому кругу читателей.

Мировоззрение Карла Людвигу

Обращаясь к оценке мировоззрения Людвигу, которую давали современники ученому, следует принимать во внимание не только мнения его единомышленников, но также и идейных противников. В книге Шроера [3, стр. 59—

61] мы находим интересный эпизод, на наш взгляд, хорошо отражающий место, отводимое как единомышленниками, так и противниками Людвигу в протекавшей в те годы борьбе мировоззрений.

В 1854 г. в Геттингене состоялся очередной 31-й съезд немецких естествоиспытателей. Обычно на подобных съездах обсуждались чисто научные вопросы. Однако на этот раз геттингенский анатом и физиолог Р. Вагнер, яростный противник материализма во всех его проявлениях, решил сделать предметом обсуждения также и философские вопросы. Он намеревался организовать дискуссию, в которой должны были принять участие сторонники и противники (во главе с самим Вагнером) материализма. Должны были также быть затронуты вопросы, связанные с религией, и определены границы и сферы господства науки и религии.

Непосредственной причиной, которая «окончательно вывела из себя» апологета идеализма и религиозных догм — Вагнера, — было появление и растущая популярность среди ученых и студентов произведений К. Фогта, Я. Молешотта и Л. Бюхнера, в которых физиологические процессы трактовались с позиций «вульгарного материализма».

На этот съезд для проведения открытой дискуссии, на которой Вагнер мыслил «низвергнуть материализм», был приглашен Людвиг и несколько его единомышленников — профессор Фик из Марбурга, доктор Шарляу из Штеттина, доктор Шпис из Франкфурта и некоторые другие. Особо следует отметить, что Вагнер как своего главного противника пригласил именно Людвигу.

На открытии съезда Вагнер выступил с речью, в которой утверждал, что «пагубные» материалистические представления за последние годы распространяются все шире и шире, что они находят немало сторонников и защитников. Ученые пытаются, будучи «ослеплены своими материалистическими взглядами», проникнуть в запретную для них сферу — материалистически трактовать сущность человеческой души [!], посягая, таким образом, на самое святое (!). Вагнер говорил: «Все больше и больше распространяются между естествоиспытателями и особенно физиологами материалистические взгляды, все больше и больше ослабляется вера в субстанциальную душу и те, кто понимает развитие современных тенденций —

увидят, что превращение психологии в естественную науку грозит наступить в ближайшем будущем» [3, стр. 60].

В своих патетических высказываниях Вагнер ссылался на «Физиологические письма» Фогта, цитируя их как «кощунственное» опровержение существования души.

Свое выступление он заключил обращением к собранию со следующим воззванием: «Находите ли вы, что наша современная наука настолько созрела, чтобы вообще иметь право ставить вопрос о сущности души? И если допустить последнее, то склонны ли вы принять сторону тех, кто вообще отрицает наличие собственной души? Эти вопросы точны и четко сформулированы. Ваш ответ, если вы по своей профессии или по призванию с этим вопросом соприкасаетесь, должен быть столь же четок и недвусмыслен. Всякая половинчатость недопустима для свободной науки. Но я не хочу себе представить, что вы при углубленном обдумывании всех обстоятельств придете к результатам, которые могли бы поставить естествоиспытателей перед лицом того факта, что все нравственные основы общественного порядка обречены на полное разрушение!» [3, стр. 60].

Такой призыв к открытой дискуссии не мог не вызвать большого интереса среди врачей и естествоиспытателей. Современники вспоминали, что на следующий день, когда должна была развернуться долгожданная дискуссия, нетерпение аудитории достигло предела. Здесь собрались сторонники крайних точек зрения и люди, не имевшие четких представлений о затрагиваемых вопросах. К. Людвиг прибыл в назначенный час, сопровождаемый своими сторонниками. Однако, как ни странно, «застрельщика» дискуссии Вагнера, не было. Наконец, к полному разочарованию слушателей, председатель собрания огласил только что полученное письмо, в котором Вагнер, ссылаясь на нездоровье, просил отложить дискуссию на три дня. Прождали три дня. Председатель предложил по тем же причинам отложить дискуссию. Среди участников съезда ходили слухи, что Вагнер вовсе не болен. Как бы то ни было, Людвиг, основной противник Вагнера, не дождавшись развития событий, уехал в Цюрих. Таким образом, дискуссия не состоялась.

Этот эпизод из жизни Людвига свидетельствует о том, что ученый считался одним из ведущих физиологов материалистического направления.

После съезда Гельмгольц писал Людвигу: «Вокруг распространяются темные слухи, как будто бы вы оба (Р. Вагнер и К. Людвиг.— С. Ч.), как некогда доктор Экк и доктор Лютер, должны были провести открытый диспут о природе души, где Р. Вагнер, конечно, выступал бы с библией в руках, а ты проповедовал бы всякую чертовщину и атеизм» [3, стр. 61].

Выводы относительно взглядов Людвигу по трем основным вопросам, определяющим характер его мировоззрения, можно сделать, проанализировав учебник и ряд других его работ.

Первый из этих вопросов затрагивает механизм деятельности живого организма, специфику живого по сравнению с неживой природой.

Второй вопрос — чисто философский — касается отношений между мозгом и психической, «душевпой», деятельностью.

Третий вопрос — гносеологический. Он сводится к тому, как ученый трактует восприятие окружающего мира, достоверность показаний органов чувств, возможность с помощью органов чувств правильно познать действительность.

Как уже говорилось, Людвиг считался основоположником и «знаменосцем» нового аналитического физико-химического направления в физиологии. В основе деятельности всех систем и органов организма он видел химические и физические процессы. При этом Людвиг солидаризировался с Реймоном, который говорил в одной из своих речей, что не видит ничего невероятного в том, что наступит день, когда физиология «совершенно растворится» в органической химии и физике. Объясняя жизненные явления, Людвиг строго придерживался детерминизма. В своих работах Людвиг прямо высказывался о материалистической сущности реакций живого организма, о детерминированности деятельности различных систем, о принципиальной сводимости всех биологических процессов к физическим, химическим, электрическим. Уже во введении к учебнику, на первой же странице, мы находим фразу: «Как бы сложны ни были процессы в организме, они должны быть разложены на явления механического, химического и электрического характера». Отрицание витализма и борьба с виталистическими представлениями составляли основное направление в научной деятельности как Людвигу, так и его друзей — Реймона,

Брюкке и Гельмгольца. Таким образом, отправные позиции Людвига в оценке деятельности живого организма были позициями ученого-материалиста.

Значительно сложнее обстоит дело с представлениями Людвига о механизмах психической деятельности. Ученый нигде не делал предметом специальных обсуждений психические явления и их механизмы. Поэтому, чтобы судить о его представлениях и соотношении «мозг — сознание — мышление», приходится исходить из некоторых косвенных данных.

В учебнике физиологии Людвига, в разделе, где автор касается деятельности мозга, говорится о том, что знание физических и физиологических явлений еще недостаточно, чтобы понять психику. (Следует отметить, что Людвиг употребляет термины «душа», «душевная деятельность», идентифицируя их с «психикой», психической деятельностью»). В этой сфере он видел нечто качественно новое, перед чем были бессильны методы исследования, используемые физиологами.

Таким образом, при поверхностном подходе кажется, что Людвиг в оценке психической деятельности придерживается дуализма, т. е. утверждает, что все соматическое — материальное и подчиняется определенным физическим и химическим законам, а психическое имеет в основе иные закономерности и не может изучаться естествоиспытателями.

К сожалению, ни современники, ни ученые последующих поколений не оставили детального анализа мировоззрения Людвига. В книге Шроера [3] этот вопрос освещен мало. Автор считает правильным отнести Людвига по характеру его философских взглядов к позитивистам. С этим, как нам кажется, нельзя согласиться, так как Людвиг никогда не был принципиальным противником теорий вообще и теории в физиологии, в частности. Лишь одна статья известного в свое время, довольно реакционного психолога Г. Струве была посвящена специально разбору философских взглядов Людвига. Эта статья носит название «Физиология Людвига с психологической точки зрения» [4]. Чтобы понять, чем руководствовался автор, наделяя Людвига чертами ученого-идеалиста, следует обратиться к характеристике самого Струве.

Струве (1822—1908), много лет живший в Германии, хорошо знал научные достижения немецких физиологов

и психологов. В 1862 г. Струве защитил в Германии диссертацию под названием «О происхождении души», содержащую опровержение материализма. Переехав в Россию, он стал выступать против представлений Сеченова и его сторонников о физиологических основах психической деятельности. Весь гнев Струве (а писал и выступал он весьма эмоционально), обрушивался на сеченовские «Рефлексы головного мозга» и на труды физиологов, придерживающихся воззрений, подобных сеченовским. Свои собственные представления он высказал в статье «Самостоятельное начало душевных явлений» [5]. В книге М. Г. Ярошевского «Иван Михайлович Сеченов» [6] достаточно подробно говорится об идеалистических представлениях Струве, о душе и о той идеологической борьбе за дуализм и агностицизм, которую Струве начал в 70-х годах в России защитой своей диссертации на эту тему. Стремясь обвинить Сеченова и его сторонников в примитивизме и полном непонимании сущности психологии, Струве пытался найти физиолога, мировоззрение которого он мог бы противопоставить мировоззрению Сеченова о рефлекторном принципе психической деятельности. Выбор Струве пал на Людвига, которого он называл «критическим физиологом». Людвиг был достаточно авторитетен и известен своими идеями о материалистической сущности вегетативных и соматических процессов в организме. Струве понимал, что приписать идеалистические представления ученому с репутацией материалиста, означало бы нанести особо чувствительный удар противникам — физиологам, претендующим на право теоретизировать в области психологии и объясняющим психику с естественно-научных позиций.

Естественно, что при таком тенденциозном подходе Струве подбирал соответствующие цитаты. Он намеренно или бессознательно пытался при этом сблизить представления Людвига со своими собственными представлениями. Он указывал, например, что в «Физиологии» Людвига имеются положения, исключающие самую возможность трактовать с позиций этой науки психические процессы. Струве приводил цитату Людвига: «Тем фактом, что рефлекс, т. е. соединение возбуждения чувствительных и двигательных нервных стволов, может являться без ощущения, опровергается вполне подозрение, будто бы физиологическое взаимодействие нервных стволов в головном

и спинном мозге есть условие ощущения» [6, стр. 244].

М. Г. Ярошевский, приводя эту цитату Струве, пишет: «Из высказывания Людвига следовало только то, что простое сцепление двух полудуг рефлекса само по себе недостаточно, чтобы произвести чувственное впечатление. Струве же выдавал это высказывание за опровержение «пресловутой именно в русской литературе теории рефлексов, т. е. теории Сеченова» [6, стр. 244].

При более тщательном анализе высказываний, приводимых в учебнике Людвига, создается иное впечатление о философских взглядах ученого, чем то, которое навязывает читателю Струве.

На стр. 143 Людвиг писал: «... Нервные силы, не что иное, как электрические... Мы не имеем никакого точного ответа на вопрос — какие химические и физические обстоятельства обуславливают собой такое или другое размещение электрических молекул...» (Следовательно, подразумевается, что все-таки именно какие-то химические и физические процессы обуславливают электрические явления, лежащие в основе деятельности мозга.— С. Ч.) Высказывания подобного рода иллюстрируют в большей степени то, что, по мнению Людвига, процессы в нервной системе сложны и на данном этапе непонятны исследователям. Мы нигде не находим у Людвига высказываний о принципиальной непознаваемости психических процессов. Напротив, Людвиг говорил своим ученикам, что физиология еще не располагает методами, с помощью которых можно было бы изучить деятельность мозга, а имеющиеся методы — экстирпации, перерезки, раздражения и прочие — слишком грубы и не позволяют сделать точных выводов.

Таким образом, нельзя категорически утверждать, что для Людвига характерно дуалистическое представление о соматике и психике. Людвиг просто затруднялся дать оценку психическим явлениям, исходя из современного ему этапа знаний.

Пожалуй, в наиболее четкой форме о природе душевных явлений Людвиг пишет на стр. 605 своего учебника. Он утверждает, что существуют два основных взгляда на природу душевных явлений. Первый из них заключается в том, что где-то среди вещества мозга «царит эфироподобная субстанция — душа». Ее изменения являются причиной изменения самого мозга, что в свою оче-

редь как следствие приводит к деятельности (например, к произвольным движениям).

Второй взгляд, которого, как пишет Людвиг, «придерживаются приверженцы различных ступеней реалистического миропонимания», заключается в том, что «душевные явления есть не что иное, как результат определенной суммы условий, складывающихся в мозгу и крови, так как именно с возникновением, развитием и смертью мозга и с изменением состава крови происходят, изменяются и исчезают Разум, Чувства и Воля».

Далее следует: «Тот, кто использует ключ аналогий и благодаря своим познаниям приобретает способность к тому, чтобы делать обоснованные сравнения душевных явлений с остальными естественными явлениями, если он вообще склонен делать выбор, не будет сомневаться, к которому из двух взглядов присоединиться. Тот же, кто потребует неопровержимых доказательств, хотя бы одного из указанных взглядов, вынужден будет признать, что такого еще не найдено» [6, стр. 605].

Мы видим, что высказывания, касающиеся существования идеалистических и материалистических представлений о природе душевных явлений, крайне осторожны и излагаются совершенно объективно. Однако из общей установки научной методологии Карла Людвига следует, что он все же причисляет себя к сторонникам второго направления, т. е. к исследователям, которые стремятся трактовать душевные явления, строя аналогии с известными им процессами, протекающими в различных органах и системах организма. Людвиг никому не навязывает готовой точки зрения, он только уточняет, какие точки зрения могут быть, а в остальном апеллирует к здравому смыслу и образованности своих читателей.

В общем, в своем учебнике и статьях, затрагивающих функции мозга, Людвиг, связывая психическую (душевную) деятельность с деятельностью мозга, не стремился строить гипотезы о механизмах этой неисследованной деятельности. Отказ утверждать что-либо без четких экспериментальных обоснований вообще красной нитью проходит через все научное творчество Людвига.

В отношении механизмов восприятия внешних раздражений и формирования ощущений он выражался несколько определенной, указывая, что органы чувств дают возможность правильно воспринимать окружающий мир.

Людвиг писал: «С помощью зрительного нерва до нашего сознания доходят сведения и о других качествах предмета ... (выше шла речь о том, что зрительный нерв передает сведения о цвете и оттенках предмета.— С. Ч.). С возбуждением сетчатки одновременно возбуждаются еще и другие нервные элементы, определяющие суждение, действуют на душу вместе и разом в виде равнодействующей, и, стало быть, вызывают ощущения, как бы простого впечатления. Акт этот, в противоположность ощущению света, называется зрением, видением» [см. 1, стр. 305].

Приведенная цитата говорит о том, что представление Людвиг о механизме зрительных ощущений приближается к представлению И. П. Павлова об анализаторах с их периферическим и центральным отделом (разумеется, в той мере, в какой это было возможно при имевшемся уровне знаний о функциях мозга).

В разделе «Зрение» Людвиг подчеркивает значение комплекса механизмов для остроты и точности зрительных ощущений. Он останавливается на роли глазодвигательных мышц, дающих возможность оценить местоположение предмета, обращает внимание на роль психической сосредоточенности в точности зрительных восприятий. Людвиг считал, что «внимание — обязательное условие ощущения».

Следует отметить, что этот тезис снова дал повод Струве повести рассуждения о противопоставлении физиологического психическому и о непроходимой пропасти между физиологическими явлениями и психикой. На деле, однако, упомянутое положение, выдвигаемое Людвигом, также не противоречит представлениям современной физиологии о роли в восприятии предметов состояния центрального конца анализатора.

В понимании Людвиг, между тем процессом, который возникает в периферических органах чувств в результате воздействия на них внешних раздражений и ощущений, с одной стороны, и субъективным ощущением — с другой стороны, лежит цепь неисследованных и поэтому неясных в своей сущности процессов.

На стр. 592 своего учебника Людвиг писал: «... обстоятельства, совокупным действием которых создается ощущение, почти совсем неизвестны...» (Заметим, в высказывании нет ничего такого, что заставило бы заподозрить Людвиг в агностицизме вообще.) Имеется в виду,

что наука не располагает в настоящее время необходимыми знаниями. Однако само упоминание, что имеется «совокупное действие» каких-то механизмов говорит о том, что сам Людвиг не ставил непреодолимых преград между «физиологической стороной восприятия» и «психологической стороной восприятия». То и другое, по его мнению, объединяется и обуславливается определенными, еще не исследованными процессами.

Таким образом, в гносеологическом плане взгляды Людвига, как представляется, далеки от агностицизма.

При имевшемся уровне знаний о функциях мозга противопоставление физиологических процессов в органах чувств психологическим процессам восприятия раздражений и формирования представлений позволяют лишь заключить, что Людвиг не придерживался упрощенческих взглядов «вульгарных материалистов». Однако на основании этого причислять ученого к идеалистическому лагерю, как делал Струве, было бы ошибочно.

Сказанное относительно мировоззрения Людвига можно кратко резюмировать таким образом: Карл Людвиг являлся убежденным материалистом в оценке всей вегетативной деятельности живого организма. Он отрицал «жизненную силу» и активно боролся с этим понятием, противопоставляя ему физические и химические механизмы происходящих в организме процессов.

Людвиг воздерживался от объяснений механизмов психических, или «душевных», процессов. Он считал, что они сложны и не могут быть объяснены на основе известных физиологических реакций. В вопросах познания в высказываниях Людвига нет элементов агностицизма, которые были так характерны для его единомышленников. Анализируя последовательность становления ощущений, он признавал наличие неизвестных промежуточных процессов, лежащих между действием на органы чувств внешнего раздражающего фактора и возникновением ощущения как психологической категории.

К сожалению, мы ничего не можем сказать о том, происходила ли во взглядах Людвига на протяжении его жизни какая-либо эволюция. Все вышеизложенные выводы черпаются из материалов учебника Людвига, а он отражает лишь начальный период научного творчества ученого.

Что касается политических воззрений Людвига, то со-

временники считали его либералом, который стремился к социальным реформам и улучшению жизни общества «путем дискуссий и воспитательных мер» [см. 3, стр. 21]. Фанатический патриотизм был чужд его натуре. Отрицательно относился он и к прусскому милитаризму. Осуждение военщины, насаждаемой прусским правительством, не раз бывало предметом его саркастических замечаний в письмах к Э. Дюбуа Реймону. Он неодобрительно встретил объединение немецкого государства под эгидой Пруссии, считая, что этот акт может воспрепятствовать многостороннему развитию и своеобразию отдельных немецких государств и приведет к торможению общего развития культуры, науки и искусства в стране.

Карл Людвиг и Иоганнес Мюллер

К. А. Тимирязев по поводу становления нового направления в физиологии писал следующее: «Победа научной мысли... нигде не выступала так резко и определенно как в переходе от метафизического витализма начала века к научным воззрениям химико-физического порядка, отметившим всю совокупность успехов физиологии за истекший век» [7, стр. 63].

Во второй половине XIX в. началась и в основном завершилась перестройка физиологической науки, в результате которой она стала самостоятельной научной дисциплиной. Эта перестройка особенно четко проявилась в Германии, где почти полвека господствовала натурфилософия, которая сковывала и тормозила развитие естественных наук.

Многие немецкие ученые, которым было более свойственно теоретизировать, заниматься философской и методологической сторонами науки, оказались в большей зависимости от тех философских концепций, которых они придерживались, чем ученые других стран. В связи с этим именно в Германии реформа в физиологии проявилась особенно наглядно. Она протекала в нескольких направлениях. Первым направлением явилось освобождение физиологии от натурфилософии и становление науки на путь эксперимента. Это означало, что взамен теоретических рассуждений об идеях, заложенных в тех или иных процессах, взамен построений аналогий и противопостав-

лений наука стала черпать реальные факты и данные из опытов.

Второе направление реформы физиологии выразилось во введении точных методик регистрации и измерения параметров деятельности различных органов и систем организма.

Лишь во второй половине XIX в. физиология пошла по пути учета количественных показателей деятельности различных систем.

Получаемые благодаря этим методикам точные данные дали возможность для развития третьего направления — оценки механизмов деятельности организма с позиций точных конкретных наук — физики и химии. В свою очередь введение новой трактовки процессов, протекающих в клетках и тканях, с позиций химии и физики — привело к вытеснению представления о «жизненной силе» как организующем механизме, отличающем живой организм от неживой природы. Материалистические воззрения в физиологии не оставляли места витализму.

Листая страницы учебников и статей, посвященных вопросам изменения методологических основ физиологии на протяжении XIX в., мы часто сталкиваемся с тем обстоятельством, что реформатором науки в упомянутом плане считается И. Мюллер. В то же время в некоторых работах последних лет [8, 9, 10, 11] все чаще к реформаторам науки относят славную плеяду немецких ученых более позднего периода — Дюбуа Реймона, Брюкке, Гельмгольца и Людвига. Нам кажется, что этот вопрос заслуживает специального рассмотрения, принимая во внимание основные направления реформы физиологии. Итак, прежде всего, как и за счет чего освободилась физиология от натурфилософии? Именно Мюллер явился инициатором и главным исполнителем раскрепощения физиологической мысли. В течение всей своей деятельности пропагандируя наблюдение и эксперимент как методы физиологии, Мюллер распатал самые основы натурфилософии, базирующейся на бездоказательных сопоставлениях, рассуждениях и аналогиях.

Дальнейшую ломку старых методологических основ продолжили и завершили его ученики. Многие исследователи считают, что именно Мюллер явился активным пропагандистом экспериментального метода. По-видимому, это не совсем так. В этом вопросе роль его несколько

преувеличена. Основным методом, который отстаивался Мюллером, всегда было наблюдение. Он писал по этому поводу, что наблюдение может дать ученому максимум ценных данных, в то время как эксперимент, воспроизводя для исследуемой функции искусственные условия, нередко препятствует правильному пониманию изучаемого процесса.

Мюллер писал: «Наблюдение — означает напряженную, прилежную, направленную деятельность ума. Опыт — искусственный, вредящий, нетерпеливо проводимый акт» [см. 2, стр. 571]. Его излюбленным методом являлась сравнительная анатомия, и большинство своих выводов о функциях органов и систем он делал на основании данных об их структуре. Характерно, что основным прибором, которым пользовался Мюллер в своих научных изысканиях, являлся ... микроскоп. В распоряжении Мюллера не было методик, позволяющих точно измерять процессы, а сам он не додумался до их изобретения.

К. Ротцу, оценивая заслуги Мюллера в методологии, указывает также, что наряду с попытками Мюллера подвести под физиологию экспериментальный базис, в те же годы не менее удачно и интенсивно занимались этими вопросами другие авторитетные ученые Германии. К ним относились Э. Г. Вебер, К. Рудольфи и др. В работах Мюллера только намечалось физико-химическое направление в физиологии. Причем это делалось даже в меньшей мере, чем в работах упомянутых физиологов.

В этом свете кажется необоснованным утверждение К. Кекчеева: «Преодолевая свои прежние метафизические взгляды (к сожалению, не до конца) Мюллер кладет кирпич за кирпичом в физико-химический фундамент физиологии» [12, стр. 21].

Мюллер был лишен возможности трактовать процессы с позиций физики и химии так широко, как это могли позволить себе его учебники, хотя бы потому, что уровень развития этих наук был еще недостаточен, чтобы привести их к стыку с биологией. Кроме того, как уже говорилось, не существовало методик точного измерения показателей деятельности организма.

Объяснение жизненных явлений с позиций физики и химии проводилось им в строго ограниченных пределах лишь постольку, поскольку это не конкурировало с его идеалистическими представлениями о «жизненной силе» и

душе. Там, где по ходу рассуждений физика и химия вторгались в «запретные для физиологии области», Мюллер приостанавливал свои рассуждения, снова и снова выставляя заслон из виталистических представлений. Некоторые биографы полагают, что эта беспомощность Мюллера, вступившего на новый путь, но не сумевшего уйти от старого, и послужила причиной отхода его от физиологии и обращения к более «спокойным» в философском отношении морфологическим дисциплинам.

Что касается мировоззрения, то Мюллер оставался всю жизнь приверженцем витализма и никакой ломки в его мировоззрении не происходило. Ученик Людвиг, английский гистолог и физиолог В. Стирлинг [13] писал о Мюллере, что, будучи «титаном биологических наук», основоположником сравнительной анатомии, таким образом, реформатором анатомии, он занимался физиологией лишь первую половину своей творческой деятельности, отошел от нее именно из-за невозможности преодолеть методологические противоречия. В своем мировоззрении он всегда оставался виталистом.

В качестве иллюстрации сказанного можно обратиться ко второй части учебника Мюллера, где автор обрисовывает свое мировоззренческое кредо. В шестой книге (учебник делится на восемь книг, представляющих собой фактически восемь частей) Мюллер пишет: «Организм представляет собой подобие механизма, сконструированного для выполнения определенных целей» [см. 2, стр. 505]. Далее Мюллер пишет, что организм объединен в единое целое с помощью души. Будучи расчленен, он тем самым лишается души. Душа, в свою очередь, обязана своим существованием целостности организма. «Все живущее одухотворено, как правильно утверждал Аристотель», — пишет Мюллер. Между «жизненным принципом» (или «жизненной силой») и душой существуют вполне определенные соотношения. Объектом действия того и другого является материя. «Жизненный принцип» управляет химическими и физическими превращениями материи, в результате чего она превращается в живую материю. Душа представляет собой высшую форму «жизненного принципа». Она неразрывно связана с мозгом. Управляя деятельностью мозга, душа воспроизводит такие проявления его активности, как сознание, воля, мышление. Здесь Мюллер склоняется к объективному идеализму.

Итак, если заслугой Мюллера является освобождение физиологии от натурфилософии, то становление ее на новые основы физики и химии и изгнание витализма из науки — все это заслуги не Мюллера. Реформа физиологии в полном смысле была осуществлена Людвигом, Дюбуа Реймоном, Гельмгольцем и Брюкке. В ряду этих ученых имя Людвига не случайно стоит первым. В 1858 г. Реймон писал Людвигу: «Мы действительно составили эпоху в «науке наук» — физиологии и именно ты являешься знаменосцем ее». Эти слова были сказаны в связи с выходом в свет учебника физиологии Людвига. Трудясь в тесном контакте, непрерывно переписываясь и встречаясь, четверо крупнейших физиологов XIX в. сделали то, что не удалось сделать «олимпийскому Мюллеру». Однако, как указывают К. Ротшу, Е. Бауерейзен, Г. Шроер и другие, заслуги Людвига в вопросах перестройки физиологии часто забываются.

Обращает на себя внимание, что часто из-за незнания биографических данных Людвига его причисляют к ученикам Мюллера. Это характерно не только для работ, выходящих в наши дни (как, например, для книги Е. М. Вермеля «История учения о клетке») [14], но и для авторов прошлого века. Последнее обстоятельство дало основание Э. Дюбуа Реймону в одной из своих речей говорить, что «было бы ошибкой считать К. Людвига учеником И. Мюллера. Он жил в Марбурге и ничего общего с И. Мюллером не имел». Ученых не связывали почти никакие отношения. Известно, например, лишь одно письмо, написанное Мюллером Людвигу [15]. Письмо носит официальный характер и касается портретов ученых, которые Мюллер собирал в своей картинной галерее. Письмо датировано 1857 г., и в конце его Мюллер жалуется на состояние своего здоровья, подорванного постоянным переутомлением.

Что касается Людвига, то, помимо введения в науку нового физико-химического подхода к изучаемым явлениям, Людвиг придал науке аналитический характер, на что особенно обращают внимание Г. Дришель и Г. Глазер [16]. Вместе со своими единомышленниками — Гельмгольцем, Дюбуа Реймоном, Брюкке Людвиг закладывал фундамент современной материалистической физиологии.

Научная школа К. Людвига

Работа немецких и иностранных ученых у Людвига

Во второй половине XIX в. в Германии работало немало ученых, к которым приезжали молодые специалисты из других стран, чтобы набраться опыта и познакомиться с передовой наукой того времени.

В своей известной книге «Наука в истории общества» [1] английский физик Д. Бернал, характеризуя состояние науки в Европе ко второй половине XIX в., указывал, что руководящая роль принадлежала в те годы университетам Германии. Он писал: «Начиная с 30-х годов университеты различных городов Германии соперничали между собой в создании научных кафедр и лабораторий». И далее: «К середине XIX в. и позднее во все возрастающей степени Германия начала готовить опытных ученых, а также учебники и аппаратуру для удовлетворения потребностей, далеко выходящих за пределы ее границ... Ученый Германии все больше превращался в «мужа науки», передававшего великие традиции» [1, стр. 308].

Ниже говорится, что «немецкий язык стал преобладающим международным языком в науке и немецкие профессора установили своего рода научную империю, охватывавшую всю северную, центральную и восточную Европу и оказавшую серьезное влияние на науку в России, США, Японии... Немецкий профессор становится образцом для ученых всего мира» [1, стр. 318].

Бернал отмечает «верноподданнические тенденции немецкой профессуры, целиком поддерживающие военизирующееся правительство». В этом он усматривает ростки следующего этапа в развитии науки в Германии, «которая стала использоваться государством в военных целях».

В. Оствальд, видный немецкий химик, которому принадлежали также работы по истории науки, психологии научного творчества и философии, подверг анализу причины высокого уровня развития немецких университетов. Он считал, что децентрализация университетов, расположение их в маленьких городках разрозненных немецких государств создавали для них обстановку большей политической и научной независимости, чем это было, например, в более централизованных университетах Англии и России [2]. В немецких университетах, кроме того, поощрялось выдвижение молодых профессоров на заведование кафедрами. Часто еще не достигшие 30-летнего возраста профессора пользовались популярностью среди университетской молодежи, благодаря своей простоте, молодому задору и увлеченности работой. Формирование научных школ стало как бы национальной немецкой традицией. К тому же многие университеты немецких городов были если не старейшими в Европе, то во всяком случае достаточно старыми. Они славились опытом, постановкой преподавания, хорошим научным оснащением.

Так, Гейдельбергский университет был открыт в 1386 г., университет в Кельне — в 1388 г., в Лейпциге — в 1409 г., в Геттингене — в 1737 г., в Эрлангене — в 1743 г. Берлинский университет оказался более молодым — он открылся в 1810 г.

Наиболее исчерпывающий анализ состояния университетов (в том числе немецких) на протяжении XIX в. мы находим в речи Г. Гельмгольца, произнесенной им 15 октября 1877 г. при вступлении в должность ректора Берлинского университета [3].

Приведем краткое содержание этой оригинальной речи, дающей представление о различном статусе университетов Англии, Франции и Германии и проливающей свет на целый ряд вопросов, связанных со спецификой университетского образования в немецких герцогствах и королевствах. В середине века университеты в Европе возникли как частное начинание. Зрелые люди, в основном из состоятельного сословия, интересующиеся наукой, собирались группами и нанимали за свои деньги избранных ими самими ученых, которые читали им лекции. Такая организация со временем приобрела определенную структуру. Учащиеся объединялись в общины. Общины

учащихся начали выделять руководителей, которые осуществляли управление целым рядом таких общин и выполняли функции администраторов.

Так появились университеты. Состоящие из независимых друг от друга общин, или коллегий, они начали обрастать собственными законами и традициями. Университеты могли самостоятельно приглашать ученых для чтения лекций, а также устранять тех, кто не устраивал администрацию. Они присваивали ученые степени, располагали для внутренних дел скромными, но самостоятельными средствами. Университеты имели даже собственные юридические органы, в частности свой суд с широкими правами реализации юридических актов, вплоть до смертной казни. Следует отметить, что и тогда самостоятельность университетов была относительной в том смысле, что они всегда были и оставались зависимыми от церкви. Развиваясь, университеты все больше и больше нуждались в материальной помощи со стороны.

Такую помощь начало оказывать университетам государство. Университеты тем самым оказывались в подчинении у государства и постепенно теряли свою самостоятельность.

По мере экономического развития государств росла потребность в ученых и специалистах в разных отраслях науки и производства. Состав студентов заметно изменился. Университеты «помолодели». Распределением молодых специалистов также стало заниматься государство.

Наука приобретала все большую и большую социальную значимость. Примечательно, что в Англии, во Франции и Германии судьба университетов складывалась по-разному. Ведущее положение в Англии занимали университеты в Оксфорде и Кембридже. Более, чем какие-либо другие, они сохраняли на протяжении XIX в. устои средневековой структуры. Их колледжи оставались раздробленными. Английская церковь вмешивалась во все дела учебного заведения. Студенты жили в отдельных пансионатах под строгим надзором наставников, так называемых феллоу, выделяемых из числа наиболее способных студентов. Они постоянно носили студенческую форму, их жизнь и быт контролировались как в учебное, так и во внеучебное время. Плата за учебу была значительной, что определяло контингент студентов — учились только богатые и родовитые.

Подбор преподавателей осуществлялся своеобразно. Инициаторами приглашения того или иного профессора были сами студенты. Однако отбор весьма тщательно контролировался представителями церкви и политических партий. Оксфорд контролировался партией тори, Кембридж — партией виги. Однако строгий режим и постоянный контроль отнюдь не обуславливали высокого качества преподавания. Студенты посещали лекции и занятия, программа которых сводилась к расширенному гимназическому курсу, и подвергались «снисходительным испытаниям». Г. Гельмгольц утверждал: «По мнению всех беспристрастных англичан, они (университеты.— С. Ч.) приносят мало пользы для науки» [3, стр. 13]. Студенты почти не имели возможности приобщиться к научной работе, которая проводилась в отрыве от преподавания. Научной работой занимались «феллоу». В Оксфорде их насчитывалось 557, в Кембридже — 537. Они получали небольшое содержание, могли жить за пределами университетских колледжей и занимались научными вопросами по собственному выбору. На исследовательскую работу отводилось довольно мало денег, что ограничивало возможности университетов. В результате большинство крупных ученых в Англии были совершенно не связаны с университетами (например, М. Фарадей, Г. Дэви и др.).

По признанию Гельмгольца, оканчивающие приобретали известный лоск, светскость, «выходили людьми образованными настолько, чтобы не переходить границ политических и религиозных убеждений своих партий». Спорт и физическая закалка занимали видное место в ежедневном учебном расписании.

Совсем иной стиль и характер приобрели в ходе своего развития университеты Франции. «Если англичане характерны своей привязанностью к традициям, то французы — напротив — легко расстаются с традициями в силу прирожденного практицизма», — писал Гельмгольц.

Университеты Франции формировались как учебные заведения, целью которых являлось выпускать специалистов для повседневной деятельности в разных областях знаний. Университеты рано подпали под полную зависимость государства. Профессора назначались и оплачивались министерством за те деньги, которые поступали от учащихся в качестве оплаты за обучение. Правительство ассигновало также средства на научную работу. Про-

грамма обучения была довольно четкой и не определялась пожеланиями студентов. Студенты подвергались частым и весьма серьезным экзаменам. В результате, как считал Гельмгольц, «французское преподавание хорошо приспособлено, чтоб и учеников, обладающих посредственными способностями, снабдить достаточными знаниями, для рутинного исполнения своих обязанностей» [3, стр. 13]. При этом студенты пользовались достаточной свободой. Надзор за ними во внеучебное время отсутствовал.

Далее Гельмгольц характеризует обстановку в развивающихся немецких университетах. Возникая в маленьких раздробленных государствах Германии, они почти не имели средств и с самого начала своего существования вынуждены были подчиняться правительству. Однако такое подчинение по большей части не тормозило развития учебного заведения, так как отдельные курфюрсты дорожили учеными и опекали свои университеты, помогая им материально. Министры, в обязанности которых входило попечительство университетов, сами в основном являлись питомцами этих университетов и, естественно, шли навстречу своим бывшим профессорам и коллегам.

Профессора выбирались не по политическим или религиозным соображениям, а в силу их научных заслуг. Ученый должен был внести свой вклад в науку и иметь собственные суждения и мнения. Гельмгольц писал: «Профессор, сообщающий только чужие мнения, годится лишь для тех студентов, которые хотят опираться на авторитет, как на источник своего знания, а не для тех, которые желают утвердить свои собственные убеждения на твердых основаниях» [3, стр. 23].

Самостоятельные запятия студентов всячески поощрялись. Библиотеки и лаборатории немецких университетов ко второй половине XIX в. стали лучшими в Европе.

В утверждении профессоров на должность принимали непосредственное и часто решающее участие советы университетов, состоящие также из профессоров. Советы были заинтересованы в принятии на должность нового профессора, обладающего известностью и авторитетом, так как его имя могло бы оказаться притягательным для студентов, а от количества студентов и посещаемости ими лекций зависело и материальное обеспечение факультетов. Немецкие университеты на протяжении всего своего

существования имели, по выражению Гельмгольца, «две свободы» — «свободу преподавать» и «свободу обучаться».

Свобода преподавать сводилась к тому, что немецкий профессор мог беспрепятственно высказывать свои собственные мнения и идеи по разным вопросам. Гельмголец писал: «Можно говорить и о самых смелых выводах, построенных на почве дарвиновской теории эволюции, так и о крайних пределах обоготворения» [3, стр. 24]. Дело студентов — развивать свое критическое мышление и свободно и сознательно формировать свое мировоззрение. Свобода обучаться сводилась к тому, что студенты могли по своему желанию записываться на те или иные лекции, выбирать себе профессоров и экзаменаторов. В определенных пределах они могли варьировать круг проходимых ими дисциплин.

Студенты могли свободно переходить из одного университета в другой, привлеченные лекциями того или иного «научного светила». Эта миграция студентов из одного университетского города в другой позволяла им в конечном итоге получать тот уровень образования, который каждый считал для себя необходимым. Студенты с первых шагов на пути приобщения к наукам, таким образом, приучались критически воспринимать преподавание и вырабатывать самостоятельность мышления*.

Все приведенные Гельмгольцем доводы делают понятным стремление научной молодежи того периода учиться или совершенствоваться в университетах Германии, где были наиболее благоприятные условия для развития науки и научных школ.

Научная школа К. Людвиге

Герман Рейн писал о Людвиге, что его работа и сегодня остается полноценной. Однако она не является искусственно законсервированной в научном музее и не представляет собой толстых томов, покрывающихся пылью на полках научных библиотек. «Она существует как сама

* Г. Гельмголец, давая развернутую картину фактической разницы в структуре университетов Англии, Франции и Германии, не касался тех социально-экономических и политических факторов, которые породили эту разницу. Не ставя своей целью специальный анализ этого вопроса, мы ограничимся лишь изложением убедительных выводов Гельмгольца.

собой подразумеваемая действительность... Едва ли его имя (Людвига.— С. Ч.) звучит сегодня где-либо вне лекционных аудиторий. Но ни один врач не может в своей повседневной деятельности обойтись без тех взглядов и выводов, которые выросли и развились из предшествующей деятельности Людвига» [4, стр. 159].

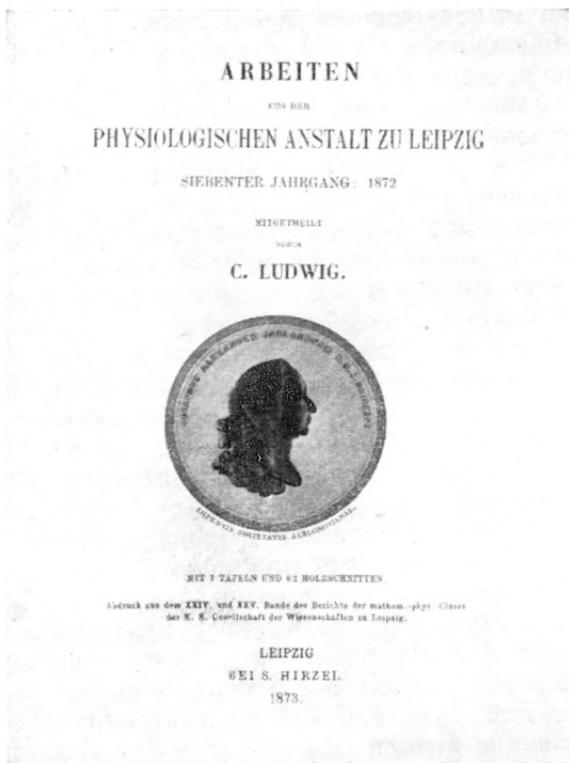
Действительно, в отличие от многих физиологов, избранные сочинения которых мы находим в библиотеках, Людвиг не издал ни монографий, ни специальных сборников работ. Не были изданы его труды и после его смерти.

Говоря о научном творчестве Людвига, невозможно отделить его творчество от творчества его учеников. Таким образом, ниже пойдет речь о достижениях коллектива, руководимого Людвигом. Жизнь коллектива была жизнью его руководителя. Достижения коллектива — достижения Людвига.

Среди его учеников наряду с немцами были русские, скандинавы, англичане, американцы, итальянцы, поляки, голландцы, австро-венгры, испанцы и даже японцы. Это была в полном смысле слова интернациональная научная школа, где люди оценивались не по происхождению, расе и национальности, а по способностям, усердию и инициативности. Для Людвига научная деятельность, являющаяся единственной формой его существования, всегда была неотделима от умелого и любовного руководства своими многочисленными учениками и сотрудниками. Мы не можем назвать другого ученого, который бы, как Людвиг, имел около 300 учеников! * Цифра поистине удивительна!

В статьях, посвященных творчеству Людвига [5, 6, 7, 8], приводятся имена немецких и иностранных учеников Людвига. Однако никто из авторов не смог дать полный перечень его учеников. Так, в таблице Ротшу [8] перечисляются 39 имен: К. Экхард, А. Фик, В. Кюне, И. М. Сеченов, Ф. Холмгрен, В. В. Пашутин, Хр. Лёвен, Г. Г. Кронекер, О. Хаммарстен, Г. Хюфнер, Е. Дрехсель, Л. Лю-

* Следует отметить, что под «учениками» Людвига немецкие авторы подразумевают как тех молодых специалистов, которые выполняли в его лабораториях экспериментальную работу, так и тех, о которых было известно лишь, что они пользовались консультацией Людвига и знакомились с работой его лабораторий.



*Журнал, издаваемый Карлом Людвигом
в Лейпциге*

чиани, А. Моссо, И. фон Крис, У. Уелч, В. Хорсли, Т. Лодер-Брантон, Э. Шефер, М. фон Фрей, А. А. Шмидт, Ф. Мишер, А. Уоллер, Р. Читтенден, У. Ломбард, Хр. Бор, Ф. Малль, Р. Тигерштедт, И. Гауле, И. М. Догель, Г. Боудич, У. Гаскелл, И. Ф. Цион, И. П. Павлов, У. Стирлинг, А. Будге, М. Рубнер, О. Франк, Л. Ашер, Е. Фойт.

Наиболее полные данные об учениках Людвига содержатся в книге Шроера [9]. Он приводит фамилии 256 исследователей — учеников Людвига. Но и эти данные, по-видимому, далеко не полные, во всяком случае, в отношении учеников Людвига из России.

Немецкие и иностранные ученые у К. Людвига

К старшему поколению учеников Людвиг принадлежал Адольф Фик (1829—1901). Он работал в Цюрихе под руководством Карла Людвига, а затем Молешотта, которого и сменил в руководстве кафедрой физиологии. С 70-х годов и до самой смерти он заведовал кафедрой физиологии в Бюрцбурге.

За свою многолетнюю деятельность Фик, имеющий особую склонность к физике и математике, занимался физиологией возбудимых тканей, в частности, выполнил много исследований по физиологии мышц и энергетике мышечных сокращений. Он усовершенствовал целый ряд физиологических методик. Кроме того, Фик занимался физиологией органов чувств. Много труда он отдал преподаванию физиологии, в частности, написал учебник*. На склоне лет Фик печатал популярные статьи на медицинские темы.

Вилли Кюне (1837—1900) учился и работал под руководством Людвига в конце 50-х годов. Он получил блестящее образование в университетах Германии и Франции и большую часть своей творческой жизни провел в Гейдельберге, руководя кафедрой физиологии.

Кюне занимался вопросами пищеварения, физиологией возбудимых тканей, физиологией зрения. Ему принадлежит экспериментальное доказательство двухстороннего проведения возбуждения по нерву лягушки. Он впервые описал миозин, а также переваривающее действие трипсина на белки. Ему принадлежит заслуга получения первой оптограммы сетчатки. В 1868 г. в лаборатории Кюне работал некоторое время В. В. Пашутин.

Макс Фрей (1852—1932) начал свою деятельность у Людвига еще будучи студентом. На протяжении 17 лет он работал с Людвигом в Лейпцигском институте. В ходе работы он занимался самыми разнообразными вопросами

* М. Г. Ярошевский подчеркивает разницу во взглядах на механизм восприятия внешних раздражений, изложенных в учебнике Фика и во введении к его переводу, написанному Сеченовым. При этом Сеченов отстаивал последовательную материалистическую позицию в этом вопросе, а Фик придерживался агностических взглядов, близких представлениям Гельмгольца [10, стр. 174].



Адольф Фик

физиологии. Так, в 1881 г. вышли его статьи об эмульгировании жира желчью и о физиологическом эффекте смещения цветов спектра [11]. В 1889 г. он занимался физиологией мышечных сокращений [12]. 1885 год ознаменовался для него выходом статей, касающихся обмена веществ [13, 14]. В конце 80-х годов его внимание было вновь привлечено к функциям мышц. В 90-х годах он переключился на вопросы гемодинамики [15, 16] и т. д.

В 1897 г. Фрей переехал в Цюрих и после кратковременного пребывания там в должности профессора был приглашен в Вюрцбург. Здесь он работал над проблемой физиологии мышц, в частности, он пришел к выводу о том, что мышцы поглощают кислород, главным образом не в процессе, а по окончании сократительной деятельности. Особое его внимание привлекали рецепторы кожи и кожная чувствительность. В этой области он предложил целый ряд методик и получил много ценных фактов.

Известный физиолог Иоганнес Крис (1853—1928) также учился в Лейпциге и приобрел у Людвига основные навыки экспериментальной работы. Крис плодотворно ра-



Вилли Кюне

ботал под его руководством и близко сошелся с Людвигом. Он писал о своем учителе: «Всегда, в ходе каждого исследования, он не только принимал в нем доброжелательное участие, но также исходил из желаний и идей своих учеников, обсуждая все по-товарищески...» [см. 9, стр. 9]. Крис работал под руководством Людвига над вопросами, связанными с физиологией органов чувств [17, 18], а также с физиологией мышц [19, 20]. После защиты диссертации он был приглашен в университет во Фрейбурге, где своим многолетним трудом, приобрел большой авторитет как физиолог. У Криса было много учеников, в том числе и из России (А. Ф. Самойлов, М. Н. Шатерников, В. Я. Данилевский). Самойлов и Крис выполнили совместно несколько исследований. Начав с исследований сердечной деятельности, Крис вскоре переключился на физиологию органов чувств. Он изучил роль сетчатки в восприятии света и цвета предметов, сформулировал двойственную теорию зрения. На склоне лет Крис стал все больше заниматься вопросами философии. Он писал о философии Канта, опубликовал несколько исследований о мышлении, сознании и т. д.



Иоганнес Крис

Одним из любимых учеников и ближайших помощников Людвиг был Гуго Кронекер (1839—1914). Кронекер был не только способным физиологом, но и талантливым организатором. Будучи у Людвиг, он сплачивал весь интернациональный коллектив молодых исследователей. Эта сложная задача облегчалась тем, что Кронекер знал несколько европейских языков. В Лейпцигском университете физиологии ученый занимался исследованием возбудимости мышц [21, 22]. Самостоятельная деятельность Кронекера развернулась в Берне, где он создал большой институт, называемый «Галлерианум» в честь Альбрехта фон Галлера — великого физиолога, работавшего в Берне. Кронекер и его ученики (среди них по традиции, унаследованной от Людвиг, было много иностранцев) успешно разрабатывали различные вопросы физиологии кровообращения, вопросы деятельности мышц и нервов и т. д. В 1906 г. он был избран президентом института Маррея в Париже. Кронекер принимал участие в организации высокогорной биологической станции в Швейцарии «Монте Роза». Он явился также одним из организаторов пер-



Гуго Кронекер

вого конгресса физиологов, который собрался в Базеле в 1889 г. (присутствовало 124 делегата). Под руководством Кронекера работали в разное время и русские ученые (В. Я. Данилевский, О. Д. Отт, Н. Е. Введенский).

В настоящей книге невозможно остановиться подробно на деятельности всех учеников Карла Людвига. Мы назвали лишь некоторых из них. Кроме перечисленных немецких ученых, в лабораториях Людвига начинали деятельность впоследствии прославившиеся иностранцы.

Итальянскими учениками Людвига, которые приобрели широкую известность, были Лючиани и Моссо. Луиджи Лючиани (1840—1919) получил медицинское образование в Болонье. Привлеченный авторитетом немецких физиологов, он приехал в Германию в Лейпцигский институт Людвига и работал у него очень плодотворно, показав себя талантливым экспериментатором. Как уже говорилось, Лючиани работал с сердцем лягушки, исследуя свойства сердечной мышцы [23]. Самостоятельная деятельность ученого протекала во Флоренции и Риме с 1893 по 1917 г. Впоследствии Лючиани занимался физиологией сердца, а также вопросами питания и влияния голода

на организм человека. Особый его интерес привлекала физиология центральной нервной системы. Он исследовал функцию коры больших полушарий, проводил экстирпации различных ее полей. Наиболее детально были им исследованы функции мозжечка.

Основные работы Лючиани вышли в первом издании на немецком языке. Его перу принадлежит четырехтомный учебник физиологии, который был очень популярен в странах Западной Европы [24].

Анджело Моссо (1846—1910), будучи у Людвига, энергично занимался физиологией кровообращения [25]. Он увлекался конструированием новых физиологических приборов. Им созданы плетизмограф, эргограф, сфигмоманометр. Моссо был талантливым экспериментатором. Естественно, что он особенно ценил экспериментаторское мастерство других, в частности своего учителя.

О том, как Людвиг ставил эксперименты, как отпрепаровывал нужный орган, Моссо писал следующее: «Однажды он учил меня препаровать *ductus thoracicus* — самая трудная операция, которую можно выполнить на живом животном... Он вложил в эту работу всю свою внимательность, аккуратность, искусство — не было пролито ни капли крови в то время, как он орудовал своими тоненькими ножичками, касаясь нежнейших вен. Он отпрепаровывал их с такой осторожностью, что даже те, кто лишь являлся свидетелями, покрывались потом» [см. 9, стр. 18].

После возвращения на родину, с 1877 г. Моссо работал в Турине, возглавляя кафедру физиологии Туринского университета. Его имя связано с фундаментальными работами по кровообращению, физиологии эмоций, механизмов утомления и т. д. Моссо организовал в Туринском университете специальный музей, где хранится первая кривая записи кровяного давления, выполненная с помощью самого Людвига.

Скандинавские физиологи также побывали в лаборатории Людвига. Среди них был талантливый физиолог Роберт Адольф Тигерштедт (1853—1923). Он приобрел известность работами по физиологии кровообращения. Под его руководством в Гельсингфоргском университете исследовались также вопросы обмена веществ и вопросы физиологии органов чувств [26]. Кроме того, он написал учебник физиологии человека [27].

Касаясь личности Людвига, его человеческих качеств, Тигершtedт вспоминал: «Это был не только крупный исследователь, уникальный человек, с которым мы работали, но мы также были в контакте в его лице с человеком — с одаренной личностью...

Когда Людвиг освобождался от работы, мы собирались вокруг него более или менее тесным кружком. Он начинал излагать нам свои взгляды по тому или иному вопросу. Они были всегда глубоки, одухотворенны, содержательны и будили в нас зачатки лучших чувств и идей. Ведь Людвиг был высокохудожественной натурой с огромным противостоянием ко всему низкому и с пылкой увлеченностью всем хорошим и благородным; в то же время он был необыкновенно многосторонним человеком с обширным образованием и большими знаниями в разных областях. Если кто-либо не являлся свидетелем того, с какой легкостью и уверенностью он выделял в каждой работе самое существенное, то тому было непонятно, как хватало у него времени, чтобы успеть все охватить» [см. 9, стр. 10].

Е. Шуберт в своей статье о Людвиге упоминает еще об одном шведском физиологе — Иоганнсоне, который работал в Лейпциге под руководством Людвига, а затем, вернувшись в Стокгольм, был тесно связан со знаменитым Альфредом Нобелем. «Не исключено, — пишет Шуберт, — что этому сотрудничеству (Иоганнсон — Людвиг, Иоганнсон — Нобель. — С. Ч.) мы обязаны учреждением Нобелевской премии за достижения «в физиологии и медицине» [см. 7, стр. 3].

Влияние Людвига и его научной школы простиралось за пределы Европы. Физиология стран американского континента не обошлась без методик физиологического эксперимента, введенных Людвигом, без его научной методологии, пропагандистами которой были приезжающие от Людвига молодые исследователи. О значении Людвига для развития физиологии в Мексике пишет замечательный мексиканский физиолог, перу которого принадлежит немало книг по истории физиологии, — И. Искьердо [28].

Единственным источником, в котором проанализировано влияние школы Людвига на физиологию Англии и США, является статья профессора нью-йоркского медицинского колледжа М. Г. Франка [см. 6]. Франк показал, что у Людвига работало в разное время 11 человек

из США и 16 — из Великобритании. Ни в Англии, ни в Америке в середине XIX в. не существовало серьезно организованных физиологических лабораторий. Физиология преподавалась вместе с анатомией, занятия не были оснащены какими бы то ни было экспериментами. Первые ученики Людвиг из Англии и Америки прибыли почти одновременно. Они приезжали как частные лица за свой счет, привлеченные слухами о высоком уровне немецкой физиологии. Позже, когда в этих странах сформировались кафедры физиологии с настоящими физиологическими лабораториями, создатели этих лабораторий стали командировать в Германию, в частности к Людвигу, своих учеников. Американский физиолог Уелч, которому также посчастливилось побывать у Людвигу, писал, что «то огромное влияние, которое оказал Людвиг на формирование молодого поколения физиологов разных стран, связано ... с прекрасной организацией дела, ценным и богатым оборудованием его лабораторий, точными экспериментальными методиками и гениальностью самой личности директора (Людвигу. — С. Ч.), а также тем, что здесь экспериментировали ученые из многих стран мира».

В Англии физиология встала на самостоятельную основу несколько раньше, чем в США. Одним из основоположников науки был Уильям Шарпей (1802—1880) с учениками — Майклом Фостером, Джоном Бардон-Сандерсоном и Эдуардом Шеффером. Шарпей занимал кафедру физиологии в Эдинбургском университете, пользовавшемся большой популярностью в Европе. Он сам посещал Людвигу и был сторонником его научной методологии. Его ученик Майкл Фостер (1836—1907) в более поздний период также посещал Людвигу. Но в отличие от большинства своих соотечественников, будучи большим приверженцем К. Бернара, Фостер критически воспринял методологию Людвигу, считая, что решение вопросов физиологии с позиций физики и химии — односторонне и вносит в физиологию элементы механицизма. Однако такая критическая позиция не помешала ученому послать своих учеников У. Гаскелла и Г. Н. Мартина учиться у Людвигу его методикам и перенимать его опыт. Фостер преподавал в университетском колледже в Лондоне. Он был известен не только как физиолог, но также как блестящий организатор науки. Им написана книга, отражающая ранние периоды истории развития физиологии [29].

После Фостера кафедру физиологии Лондонского университетского колледжа возглавил Джон Бардон-Сандерсон (1828—1905), большой почитатель Людвиг, имеющий с ним постоянный контакт. Он также направлял своих учеников в Германию к Людвигу (Г. Мартина, Э. Шефера, В. Хорсли, А. Уоллера и др.).

Наиболее успешно работали у Людвиг Гаскелл, Вулдридж, Шарпей Шеффер. Уолтер Холбрук Гаскелл (1847—1914) по окончании университета в Кембридже в 1876 г. направился в Германию, где под руководством Людвиг исследовал строение лимфатических [30] капилляров и изменение кровотока в мышце при раздражении нервов, иннервирующих данную мышцу [31]. С 1882 г. он приступил к самостоятельной работе в качестве профессора Кембриджского университета. Гаскелл с большим рвением занялся исследованием механизма автоматии сердца и установил закон «градиента» — зависимости степени автоматии от локализации участка сердечной мышцы по отношению к синусному узлу. Гаскелл экспериментально воспроизводил сердечный блок и предложил применять этот термин в том случае, когда связь между синусным узлом и нижележащими отделами сердца нарушена и отмечается диссоциация сердечного ритма: предсердия сокращаются с нормальной, а желудочки — с пониженной частотой. Помимо физиологии сердца, он работал над строением и функцией вегетативной нервной системы.

Леонард Вулдридж (1857—1889) за свою недолгую жизнь выполнил ряд талантливых исследований. Только за три года пребывания в лаборатории Людвиг он опубликовал четыре большие работы. Три из них касались биологических свойств крови в связи с ее свертыванием, четвертая была посвящена изучению нервных влияний на активность разных отделов сердца [32, 33, 34, 35].

Эдуард Шарпей Шеффер (1850—1935) являлся выдающимся физиологом своего времени на Британских островах. Он был почти ровесником И. П. Павлова. Одновременно с Павловым он находился у Людвиг в Лейпциге между 1884—1886 гг. По этому поводу, будучи уже стариком, он писал И. П. Павлову: «Все те, которые, как Вы, работали когда-то со мною в лаборатории Людвиг, кажется уже умерли, осталось только нас двое...» [36, стр. 320].

Шарпей Шеффер был бессменным профессором Эдин-

бургского университета с 1899 до 1933 г. Он поставил научную работу и преподавание физиологии на современный лад. По научному профилю Шарпей был многогранным ученым: он занимался исследованием вопросов гемодинамики, пищеварения, изучал структуру и функции центров спинного и головного мозга.

Говоря об англичанах, учениках Людвиге, нельзя не упомянуть об известном английском гистологе и физиологе Уильяме Стирлинге. Стирлинг выполнил под руководством Людвиге несколько талантливых работ, в частности, исследовал микроскопическое строение кожи [37]. Впоследствии Стирлинг жил и работал в Манчестере. Наряду с морфологическими работами ему принадлежит книга «Корифеи физиологии» («Some Apostles of Physiology») [38]. Книга, вышедшая в частном издании в Лондоне, содержит биографии виднейших физиологов XIX в. с уникальными художественными портретами многих из них.

Говоря с восхищением о Людвиге как непревзойденном учителе, Стирлинг писал, что «каждый из его многочисленных учеников, которых было более 300 всех национальностей, подпадал под влияние его очаровательной личности».

В Америке — «стране прагматизма» — по выражению Франка, физиология как наука, не имеющая непосредственного выхода в практику, не дающая прямой прибыли, развивалась еще более медленно, чем в Англии. Настоящие физиологические исследования развернулись здесь лишь на грани XX в. Самым известным основоположником физиологической науки в Америке был ученик Людвиге — Г. Боудич.

Генри Пиккеринг Боудич (1840—1911) по окончании Гарвардского университета, поехал совершенствоваться к Людвигу и Кронекеру в Лейпциг. К этому времени относятся его известные открытия — законы «все или ничего» и «феномен лестницы» [39, 40]. По возвращении из Германии Боудич организовал в Гарвардском университете первую настоящую лабораторию физиологии. Здесь собирались интересующиеся наукой студенты, среди которых были У. Кеннон, А. Кушинг, М. Портер, Н. Пратт. Боудич занимался физиологией кровообращения, физиологией нервов и мышц. Следуя примеру своего учителя Людвиге, он много работал по совершенствованию физио-

логических методик. В 1901 г. с помощью Портера он основал компанию по конструированию и выпуску специальной экспериментальной аппаратуры, что далеко продвинуло физиологические исследования в стране.

До самой смерти Людвиг Боудич продолжал поддерживать связь со своим учителем. Его ученики С. Минот, У. Ломбард, Г. Холл были направлены им в Лейпцигский институт физиологии. Уолтер Кеннон, ученик и последователь Боудича, занявший его кафедру в 1906 г., когда Боудич вышел в отставку, писал, что американцев привлекала «тщательность и превосходное качество экспериментальной работы немецких физиологов, в частности Людвига». Подчеркивая интернациональный характер школы Людвиг и считая себя последователем Людвиг в этом плане, Кеннон писал: «Я в определенном смысле являюсь сыном Боудича, Боудич в свою очередь — сын Карла Людвиг, в чьей лаборатории в Лейпциге в конце прошлого столетия он работал с другими молодыми людьми из разных стран. Таким образом, через моего деда Людвиг я связан со многими его учениками, среди них с итальянским физиологом Моссо, с английским фармакологом Бриттоном и русским физиологом Павловым. На моем собственном поприще как физиолога я тоже имею в силу этих родственных связей сыновей и внуков, молодых докторов, которые приехали работать в Гарвардскую физиологическую лабораторию, а затем вернулись в свои родные страны» [41, стр. 40].

К началу XX в. физиология в США стала самостоятельной дисциплиной, успешно развиваемой плеядой крупных ученых.

Таким образом, по мнению Франка, и для Америки Лейпцигский институт физиологии во главе с его руководителем явился тем оплодотворяющим началом, которое легло в основу развития современной физиологии и способствовало становлению некоторых других смежных дисциплин.

Учеба русской молодежи за границей. Первые посланцы России у К. Людвига. К. Людвиг и И. М. Сеченов

Традиция посылать выпускников русских университетов за границу зародилась еще при Петре I. В дальнейшем она укрепилась, и молодые специалисты едва ли могли считаться достаточно образованными и квалифицированными, если не побывали в университетах каких-либо стран, не поработали два или три года под руководством видных иностранных ученых.

Для того чтобы судить, насколько необходимы и оправданны были поездки подобного рода, достаточно представить обстановку в университетах России на протяжении XIX в.

В первой половине XIX столетия в городах России не насчитывалось и десяти университетов. Старейший из них, Московский, был открыт в 1755 г. В начале XIX в. стали один за другим открываться университеты: в Тарту — 1802 г., в Вильно — в 1803 г., в Казани — 1804 г., в Харькове — 1805 г., затем в Петербурге — в 1819 г., в Киеве — в 1834 г., в Одессе — 1862 г., в Варшаве — 1869 г. и в Томске — в 1888 г.

Во всех этих университетах на медицинских факультетах проводилась подготовка врачей. Врачей готовили также военно-медицинские (они же медико-хирургические) академии. Московская медико-хирургическая академия просуществовала с 1803 по 1845 г. Петербургская медико-хирургическая академия была открыта в один год с Московской, но, в отличие от последней, развивалась и расширялась, превращаясь в солидное учебное заведение.

Царское правительство, преклонявшееся перед зарубежными учеными, соответственно подбирало и преподавательские университетские кадры — среди профессоров и

преподавателей было много иностранцев. Особенно много в России работало немцев. Естественно, в Россию приезжали «звезды» далеко не первой величины, так как наиболее крупные зарубежные ученые высоко ценились у себя на родине. Это, разумеется, влияло на качество преподавания. В университетах часто создавались «немецкие группировки», которые в свою очередь определяли стиль жизни университета и от которых во многом зависел дальнейший подбор преподавательских кадров. Русские ученые нередко тяжело ощущали на себе этот произвол.

В основе подбора преподавателей порой лежали и политические соображения. Реакционный режим царской России пытался препятствовать проникновению материалистических идей в студенческую среду. Прогрессивно мыслящие профессора подвергались гонениям.

В книге А. Б. Перельмана «Московская медико-хирургическая академия» [1] приводится высказывание одного из попечителей университета: «Профессора сего факультета (медицинского.— С. Ч.) должны принять все меры, дабы отворотить то ослепление, которому многие из знатнейших медиков подверглись от удивления превосходству органов и законов живого тела нашего, впадая в гибельный материализм именно от того, что наиболее премудрость открывает».

Общественный статус университета определялся его уставом. Так, в начале XIX в. уставом университета в 1804 г. была зафиксирована автономность университета. В дальнейшем введении различных временных правил автономность все больше и больше ограничивалась. Университеты оказывались зависимыми от правительственных чиновников. Такое постепенное закабаление усугубилось и зафиксировалось уставом 1835 г.

В 1863 г. был принят новый устав, по которому несколько расширились права ректора. Допускалось существование некоторых студенческих организаций. Но в 70-х годах правительство пошло в решительное наступление на университеты в страхе перед политической активизацией студенчества. В бытность министром просвещения (1866—1880) граф Д. А. Толстой* и сменивший

* С деятельностью Д. А. Толстого связан целый ряд неблагоприятных акций в отношении передовых русских профессоров. В начале 80-х годов он запретил выдвижение И. М. Сеченова в действительные члены Российской Академии наук. В 1887 г. при

его Делянов приложили все силы, чтобы парализовать политическую жизнь университетов. Несмотря на активный протест и многочисленные выступления профессоров и студентов, они добились введения в 1884 г. нового устава, который учредил полную зависимость ректората и профессоров от министра и полностью ограничил права студентов, отдавая фактически университеты под надзор полиции.

«Не удовлетвовавшись обещанием университетов, российский деспот со своей продажной сворой открыто ругается над самой наукой, изгоняя из библиотек как развращающий элемент наряду с порнографией Милля... Маркса!» [12, стр. 102], — гласила одна из прокламаций, выпущенных студентами тех лет и отражающая разгул царской реакции.

Несмотря на тяжелейшие условия, в которых находились русские университеты, они все же продолжали оставаться не только центрами культурной жизни, но и потенциальными очагами революционных настроений.

Все перечисленные особенности режима университетской жизни и формирования преподавательского состава университетов не способствовали первоклассной постановке преподавания. Особенно это отражалось на преподавании естественных наук. Вот как высказывались по этому поводу современники.

Русский физиолог И. П. Щелков вспоминал: «...в последние годы царствования Николая I положение университетов было очень незавидным: на занятия науками смотрели не особенно благосклонно. В них усматривали источник разных волнений, проявляющихся в то время в разных местах Европы...» [3].

В письме декану Казанского университета от 31 октября 1858 г. И. М. Сеченов оценивал постановку преподавания физиологии так: «Отсутствие физиологических институтов в наших университетах не дает возможности нашему врачу знать физиологию опытно — он знает в науке лишь результаты... Отсутствие знаний по матема-

участия Толстого его ставленник Делянов отказал в утверждении Сеченова в звании заслуженного профессора. Гонения, которым подвергался русский хирург Н. И. Пирогов, провал на выборах в члены Академии наук Д. И. Менделеева, преследования И. И. Мечникова — все это инспирировалось Толстым и его приспешниками.

тике препятствует серьезному занятию физиологией. Эти преимущества дает только образование за границей» [4, стр. 109].

Завершить образование за границей стремились особенно молодые врачи и биологи.

Устав университета официально предоставлял для этого возможности — лучшие выпускники получали командировку за границу и работали три года по своему выбору и рекомендации университета в одной или нескольких специальных лабораториях. Если молодые ученые не были удостоены официальной командировки, они прилагали все силы, чтобы поехать за свой счет.

Разумеется, ошибочно было считать, что в России ко второй половине XIX в. вовсе не существовало физиологии как науки и полностью отсутствовали отечественные специалисты-физиологи.

В разных городах России на медицинских факультетах университетов проводились отдельные физиологические исследования, вошедшие в историю развития отечественной физиологии. Нельзя не отметить одного из первых русских физиологов-экспериментаторов, талантливого профессора Московского университета А. М. Филомафитского (1807—1849). Он был автором популярного учебника физиологии, одним из основоположников и горячих пропагандистов метода переливания крови. Известны его многочисленные опыты с кровопусканием и заменой крови у собак.

Становлению экспериментальной физиологии способствовал также современник и друг Филомафитского хирург В. А. Басов (1812—1879). Он уже в 1842 г. проделал на собаках операцию наложения фистулы.

Предшественнику Филомафитского по Московскому университету Е. О. Мухину также принадлежали экспериментальные работы физиологического характера, в которых проводилось раздражение электрическим током отдельных мышц и мышечных групп. Мухин высказывал идеи о единстве физиологического и психического.

Учитель И. М. Сеченова — И. Т. Глебов (1806—1884), поклонник французской физиологии — в течение ряда лет занимался исследованием центральной нервной системы, разрушая у голубей различные части мозга*.

* Заслуги И. Т. Глебова в физиологии значительнее, чем это принято считать, как указывает М. Г. Ярошевский [5, стр. 26].

В Киевском университете А. П. Вольтер, экспериментируя в 40-х годах с нервами, доказал влияние на просвет сосудов волокон, проходящих в седалищном нерве лягушки. А. А. Соколовский описал специфику действия лекарств на различные структуры нервной системы.

Таким образом, на кафедрах физиологии в разных университетах (физиология большей частью объединялась с анатомией или сравнительной анатомией) проводилась экспериментальная работа, особенно быстро начавшая развиваться в 60-х годах. Однако ее масштабы сильно уступали масштабам той работы, которая велась физиологами в университетах Европы, особенно во Франции.

В вопросах научной методологии в России начала XIX в. отчасти находили отражение зарубежные идеи и теории, но в основном русские ученые шли своими самобытными путями.

Натурфилософия, всецело владеющая в первой трети XIX в. умами естествоиспытателей в Германии, не нашла в России достаточно благоприятной почвы для своего развития. Отдельные ученые, пропагандирующие идеи натурфилософии, как, например, Д. И. Велланский, М. Г. Павлов, отчасти М. А. Максимович и некоторые другие, не определяли «общего климата» русской науки.

М. Я. Мудров, известный русский терапевт, писал: «Ослепившись блеском высокопарных умствований, рожденных в недрах идеальной философии, молодые врачи ищут ныне причины болезней в строении Вселенной и не хотят сойти с эмпирических высот безвещественного мира, не видят того, что под их глазами и что подвержено прямому здравому смыслу. Так и в патологии, вместо того, чтобы из поврежденного строения объяснить болезнь, что не совсем легко, им кажется удобнее искать умственных причин, отвлеченных от материи и формы» [6, стр. 102].

В умах многих естествоиспытателей укоренялись идеи М. В. Ломоносова о сочетании опытных исследований с теоретическими обобщениями.

С. Р. Микулинский [7], анализируя общую обстановку для развития естествознания в России первой половины XIX в., также обращает внимание на незначительность влияния натурфилософии и на тенденцию к развитию эмпиризма в творчестве русских биологов, медиков и других ученых. Так, известный биолог И. Е. Дядь-

ковский, еще в 1826 г. опровергая основные положения философии Шеллинга, писал, что «опыт должен являться единственным источником познаний естествоиспытателя».

Русские биологи-эволюционисты, вступающие в смелую борьбу с витализмом и религиозными догмами, были известны далеко за пределами России (К. Ф. Рулье, Н. А. Северцов и др.). Несмотря на усиленный импорт зарубежной идеалистической философии, многие русские ученые находили в себе силы преодолеть идеалистические представления, противопоставляя им материалистические идеи.

Из всего сказанного отнюдь не следует понимать, что в России не велась идеологическая борьба. Напротив, борьба философских направлений была очень острой и глубоко захватывала не только специалистов-ученых, но и широкие круги интеллигенции. Вспомним хотя бы романы И. С. Тургенева, отражающие споры и дискуссии о философии в помещичьих гостиных. Кстати, и сам И. С. Тургенев учился в Берлинском университете, будучи привлечен гегелевской философией. Характерно, что русские исследователи нередко своеобразно, творчески подходили к философским идеям Гегеля. Т. А. Михайловская пишет: «Попытка материалистической интерпретации диалектики Гегеля была предпринята в России еще в середине XIX в. в трудах революционных демократов. В осуществлении этой задачи большую роль сыграли философские обобщения передовых представителей русской науки, в частности, биологии и медицины (И. Е. Дядьковский, К. Ф. Рулье, К. В. Лебедев, А. М. Филомафитский и др.)» [8, стр. 26].

Все эти естествоиспытатели подготовили почву для деятельности пришедших им на смену русских философов-материалистов 60-х годов — В. Г. Белинского, А. И. Герцена, Н. Г. Чернышевского и Н. А. Добролюбова, которые в свою очередь оказали огромное влияние на формирование философских взглядов как своих современников, так и последующих поколений.

Замечательные естественнонаучные и философские труды А. И. Герцена [9], вышедшие уже в 40-х годах XIX в., несомненно, помогли многим современникам разобраться в хаосе «привозных мировоззрений», критически осмыслить преподносимое и выйти на верный путь.

Таким образом, как в Германии, так и в России, в каж-

дой стране по-своему, естественные науки развивались на фоне противоречивых философских и методологических воззрений.

Физиология в России в первой половине XIX в. еще не сформировалась как самостоятельная дисциплина, она преподавалась вместе с анатомией или сравнительной анатомией. Программа ограничивалась лекционным курсом, изредка сопровождаемым демонстрациями отдельных экспериментов.

Кафедры были крайне бедны оборудованием. Даже та сравнительно несложная аппаратура, которая использовалась в физиологических экспериментах в лабораториях западных стран, в России почти отсутствовала.

Страной, куда особенно стремились попасть молодые врачи из России, чтобы улучшить свою подготовку, являлась Германия.

Для иностранцев города Германии середины XIX в. были овеяны романтикой. Страна ученых, философов, музыкантов, как называли тогда Германию, не привлекала блестящую аристократическую молодежь, выезжавшую за границу «себя показать», промотать накопленные родителями деньги. Эти молодые люди ехали во Францию и Италию. Сюда же устремлялись потоки художественно одаренных людей (а порой и бездарных, но возомнивших о себе, юношей и девушек) заниматься живописью или музыкой.

Германия притягивала к себе наиболее пытливых и серьезных молодых людей, в основном выходцев средних классов. Среди них не так уж много было «толстосумов». Необходимость в будущем зарабатывать себе на пропитание нередко являлась движущей силой, развивающей в молодых людях инициативу, интерес к наукам. Попав в тот или иной университетский город, молодой человек легко находил приют в пансионе или доме какой-либо скромной немецкой семьи.

Химик и композитор А. П. Бородин, проведенный молодые годы в Германии, так описывал в письме к своей матери облик немецких студентов того времени: «Студенты разных партий отличаются костюмами и их цветами. У одних — фуражки желтые, у других — красные, у третьих — белые. Кроме того, у каждого студента шелковая перевязь через плечо. Фасоны фуражек самые курьезные! Прибавьте к этому огромные ботфорты престранной

формы — и вы будете иметь понятие о костюме немецкого студента» [10, стр. 138].

Научная молодежь занималась днем учебой, а вечерами обычно собиралась группами, чтобы поделиться впечатлениями, поспорить, а то и просто потанцевать на организованной «на скорую руку» вечеринке. Местные власти не обращали ни малейшего внимания на сходки студентов и политические споры за кружкой пива или за рюмкой вина в кабачках.

Это отсутствие постоянного надзора, свобода высказывания самых различных мнений была непривычно привлекательной для русской молодежи, вырвавшейся из-под опеки жандармерии, из атмосферы подозрительности и слежки.

Среди немецких физиологов наибольшей популярностью как педагог пользовался Карл Людвиг. Его известность стала расти еще в 50-х годах, в период пребывания в Вене. К концу 50-х годов в его лаборатории появились первые русские ученики.

Немецкие историки-физиологи называют различное число русских, работавших у Людвига. Так, К. Ротшу [11] пишет о семи учениках Людвига, к числу которых относит И. П. Павлова, И. М. Сеченова, В. В. Пашутина, И. Ф. Циона, П. П. Эйнбротта, И. М. Догеля. Наиболее полные сведения приводит Г. Шроер [12]. Им собраны данные о 38 русских исследователях. Однако и Шроером упущены многие имена.

Нами установлено [13, 14], что под руководством Людвига на протяжении всей его деятельности трудились более 50 человек. На основании многочисленных литературных источников, собранных в Берлине, Лейпциге и Москве, нам удалось узнать, чем именно занимались наши соотечественники в лабораториях Людвига, каковы были результаты их деятельности, что унаследовали они от своего немецкого учителя и какой вклад внесли собственными трудами в развитие физиологии как в Германии, так, и в России, где они продолжали свою научную деятельность.

Многоплановость научных интересов Людвига позволяла каждому из широкого круга его учеников избирать тему «по вкусу».

Двери лабораторий Людвига всегда были гостеприимно распахнуты для ученых, приезжающих из России. Пер-

выми исследователями, которые переступили порог руководимой Людвигом лаборатории физиологии в Вене в 1858 г., были почти одновременно приехавшие из России молодые физиологи П. П. Эйбродт и И. М. Сеченов.

Карл Людвиг и Иван Михайлович Сеченов

Осенью 1856 г. И. М. Сеченов — молодой выпускник Московского университета, — получив небольшое количество денег от Опекунского совета, отправился продолжать учебу в Берлин. Здесь он посещал лекции И. Мюллера, Э. Дюбуа Реймона, работал в лаборатории Гоппезейлера с целью освоить некоторые биохимические методики*. Биохимические исследования были необходимы молодому ученому для выполнения задуманной им экспериментальной темы — изучение влияния на организм алкоголя. Впоследствии Сеченов вспоминал: «Не знаю — надоумил ли меня какой-нибудь добрый человек или я сам, собственным умом, дошел до решения ехать отсюда (из Берлина. — С. Ч.) в Вену к Людвигу, но весной 1858 г. я уже был у этого несравненного учителя, славившегося тогда вивисекторским искусством равно как важными работами по кровообращению и отделениям и сделавшегося впоследствии интернациональным учителем чуть ли не для всех частей света» [15, стр. 138].

Оказалось, что Сеченов был первым москвичом, прибывшим к Людвигу. Ученый внимательно выслушал его научные планы и предложил работать в лаборатории, предварительно задав молодому человеку несколько вопросов из разных разделов физиологии.

Начиная с весны 1858 г.**, двух замечательных физиологов Карла Людвига и Ивана Михайловича Сеченова связывала тесная дружба. Об этом свидетельствуют письма Людвигу к Сеченову, опубликованные на русском языке М. Н. Шатерниковым [16], а на немецком Г. Шрое-

* В книге А. В. Лебединского, У. И. Франкфурта и А. М. Френка «Гельмгольц» (М., «Наука», 1966) на стр. 107 ошибочно говорится, что Сеченов «слушал гистологию у Гоппезейлера».

** В статье Д. Г. Квасова «Памяти Ильи Фаддеевича Циона» ошибочно упоминается, что Сеченов работал в лейпцигской лаборатории Людвигу (Физиологический журнал СССР, т. XVIII, № 12, 1962, стр. 1527).



Иван Михайлович Сеченов

ром. (К сожалению, письма И. М. Сеченова к К. Людвигу не сохранились.) В связи с этим отпадает необходимость приводить письма полностью. Представляется более целесообразным проследить на основании их содержания некоторые вехи жизни И. М. Сеченова, связывающие его с Людвигом и некоторыми другими немецкими учеными, лишь подтверждая сказанное цитатами из писем.

Итак, начав работать под руководством К. Людвига в Вене, Сеченов погрузился в эксперименты. В маленькой лаборатории первое время он был единственным русским.

Для помощи в опытах к Сеченову был приставлен помощник по фамилии Зальфенмозер (по транскрипции самого Сеченова), работавший с Людвигом много лет. Он прекрасно владел техникой пользования различными приборами, неохотно подпускал к ним молодых исследователей. Став совершенно необходимым звеном в научной работе Людвига и его учеников, Зальфенмозер усвоил по отношению ко всем несколько покровительственный тон. Ученики Людвига вспоминали, как в одном из опытов Зальфенмозер, помогая Людвигу, стал спорить с ним по

поводу какого-то экспериментального приема. Раздосадованный Людвиг воскликнул: «В конце концов, кто здесь профессор — вы или я!» Упорный Зальфенмозер, несколько не смутившись, столь же запальчиво возразил: «Профессор-то вы, а прав-то все-таки я!» Разумеется, вся сцена привела в восторг молодых ученых, как всегда присутствовавших на опыте. Примечательно, когда Зальфенмозер после смерти Людвиг покинул институт и ушел на пенсию, бывшие ученики и сотрудники Людвиг стали по подписке ежемесячно выплачивать ему дополнительную «приватную» пенсию!

Сеченов начал работу по исследованию газов крови, используя свои навыки в постановке биохимических реакций, полученные им в лаборатории Гоппе-Зейлера.

Однако вопрос упирался в выделение газов из крови. Для этой цели молодой экспериментатор стал использовать разные приборы, не находя удовлетворительного метода. Наконец, он натолкнулся на абсорбциометр, предложенный Мейером.

Используя основу конструкции этого прибора и модифицировав его для своих целей, Сеченов получил впервые газы крови, выделив их с помощью вакуума. Он продолжал совершенствовать методику. Вскоре с помощью прибора, в котором за счет перемещения ртути оказалось возможным создавать вакуум и приводить в соприкосновение с вакуумом определенную порцию крови, он добился того, что практически выделял из крови ее растворенные в ней газы.

Людвиг, которому была показана методика, проявил к ней живейший интерес, тут же заказал своему опытному стеклодуву усовершенствованную им самим модель предложенного Сеченовым прибора, и с этого момента ученые впервые получили возможность детально исследовать содержание газов в крови.

Вот как описывал сам Сеченов историю изобретения газового насоса: «Опыты (по извлечению из крови газов.— С. Ч.) дали мне в прошлом семестре неудовлетворительные результаты... В конце концов мне пришла в голову мысль воспользоваться имевшимся у меня в руках абсорбциометром Мейера и превратить его с необходимыми изменениями в кровяной насос с возобновляющейся пустотой... Людвиг, конечно, видел эти пробные опыты, и они послужили моделью для заказанного им

тотчас же кровеносного насоса, который был отдан в мое распоряжение и был описан мною в последовавшей затем работе с газами артериальной крови нормального и задушенного животного» [см. 15, стр. 146, 147; 16].

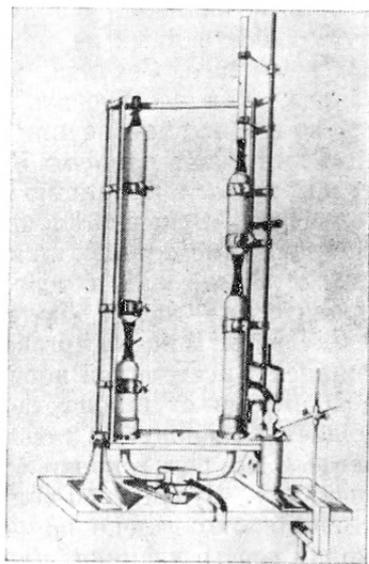
С. И. Чирьев в некрологе, который он написал в год смерти Людвига, упоминал: «...В лаборатории К. Людвига Сеченов впервые устроил свой знаменитый аппарат для добывания газов крови, основанный на применении принципа торричеллевой пустоты» [17, стр. 20].

Принцип сеченовского прибора нашел впоследствии широкое распространение в приборах подобного назначения (например, в приборе Ван Слайка и др.).

Бросается в глаза, что в монографиях и учебниках, в которых по тому или иному поводу авторы упоминают прибор Сеченова, встречаются неточности. Поскольку сам Сеченов называл свой прибор иногда абсорбциометром, а иногда газовым насосом, некоторые авторы считают, что Сеченов предложил два прибора различного назначения, насос и абсорбциометр. Так, например, написано в учебнике биохимии Б. И. Збарского [18, стр. 504]. Следует иметь в виду, что речь идет об одном приборе, назначением которого являлось только выделение газов из крови. Методы для качественного и количественного их анализа были разработаны раньше в физических лабораториях.

Успешная работа молодого исследователя сблизила его с учителем. Сеченов стал бывать у Людвига дома и в дальнейшем тепло вспоминал его семью и весь простой уклад жизни ученого.

Разумеется, Сеченов, не оставался в стороне от культурной жизни австрийской столицы. Охотно посещали с ним театры и танцевальные



*Насос для выделения газов
из крови
(из работы И. М. Сеченова)*

вечера его русские земляки, которых в Вене собралось немало.

В лаборатории Людвига часто бывал С. П. Боткин, который очень понравился ученому. Эта симпатия сохранилась надолго, и в своих многочисленных письмах Сеченову Людвиг нередко просил передать привет С. П. Боткину.

Как уже говорилось, Людвиг всегда интересовался жизнью своих учеников, особенно тех, к которым питал симпатию. Случайная размолвка между Сеченовым и Боткиным, чуть не приведшая к разрыву их дружеских отношений, очень огорчила Людвига. В письме Сеченову он уговаривал его помириться с Боткиным: «Мне бы так хотелось водворить согласие между двумя людьми, каждый из которых на свой лад может сделать много хорошего».

Весной 1859 г. Сеченов с согласия Людвига направился в Гейдельберг. Целью поездки было ознакомиться с лабораториями Г. Гельмгольца и Р. Бунзена. Сеченов запасся рекомендательными письмами Людвига.

Г. Гельмголец принял Сеченова приветливо и дал ему возможность работать в лаборатории над одной из предложенных самим Сеченовым тем — исследовать состав газов, растворенных в молоке. К самой работе Гельмголец отнесся с полным равнодушием, так как она была далека от его собственных научных интересов.

Кроме того, Сеченов, уже по предложению Г. Гельмгольца, стал исследовать флюоресценцию глаза и вскоре выявил феномен свечения хрусталика.

«Гельмголец написал Брюкке, что Вы открыли значительную флюоресценцию хрусталика... Общение с Гельмгольцем в высшей степени поучительно, может быть ближайшей зимой умножатся точки соприкосновения между ним и Вами, уже и теперь он пишет мне, что Вы ему нравитесь», — писал Людвиг Сеченову [см. 12, стр. 250].

За время гейдельбергского периода жизни Сеченов находился в постоянной переписке с Людвигом.

В письме от 8 августа 1859 г. Людвиг заботливо сообщает Сеченову: «Статья Ваша опубликована, и полученный за нее гонорар будет выслан Вам вместе с отписками». Будучи, по-видимому, хорошо осведомленным относительно далеко не блестящего материального положения своего ученика, Людвиг приводит перечень точных

расчетов — сколько из суммы гонорара заплачено им чертежнику, сколько ушло на другие мелкие затраты. «Куда я должен прислать деньги?» — спрашивает он. — «Нужно ли их обменять на бумаги?» «Не попридержат ли мне их на тот случай, если Вы опять приедете?».

После чисто деловой части в письме Людвиг, как обычно, делится с учеником своими творческими заботами и затруднениями. «Я все еще топчусь в своем учебнике на разделе о физиологии почек». Тут же К. Людвиг сообщает, что жена его друга Э. Брюкке поправляется после перенесенного тифа и просит передать эту радостную весть Гельмгольцу вместе «с тысячью приветов».

Письмо Людвиг Сеченову от 3 января 1860 г. носит тревожный характер. Оно написано после получения известия о смерти жены Гельмгольца. Вероятно, в конверт было вложено послание к Гельмгольцу со словами сочувствия по поводу его утраты. Людвиг просит Сеченова доставить это послание Гельмгольцу домой. «Я был бы благодарен, — пишет К. Людвиг, — если бы Вы мне сообщили — как он (Гельмголец. — С. Ч.) переносит свое горе». Из дальнейших строк становится понятно, что между Сеченовым и его соотечественником А. А. Шеффером, оставшимся в лаборатории Людвиг, установлена переписка по поводу использования Шеффером сеченовского насоса. По-видимому, у Шеффера дело не клеилось, и Сеченов дал ему совет, как устранить неполадки. Людвиг пишет, что Шеффер собирается воспользоваться советами Сеченова. Письмо заканчивается советами Людвиг по поводу того, куда можно направить его любимому ученику научную статью с тем, чтобы она попала в достаточно популярный журнал и была напечатана возможно быстрее.

В Гейдельберге Сеченов нашел большой круг своих соотечественников — здесь работали Д. И. Менделеев, И. И. Горшенин, А. П. Бородин, Э. А. Юнге и др. Молодежь часто собиралась на квартире у Бородина, где он охотно играл свои небольшие сочинения и различные фортепьянные пьесы других композиторов, впрочем не подчеркивая свою склонность к серьезной музыке. Вообще А. П. Бородин всегда считал себя больше ученым, чем композитором.

Сеченов старался как можно эффективней использовать время своей командировки. Наряду с работой на кафедре Гельмгольца, он продолжал занятия химией. В сво-

бодные часы подолгу засиживался в лаборатории Бунзена. О доброте и простодушии «папаши Бунзена» он потом тепло вспоминал.

В осенние каникулы Сеченов и Менделеев, которых к тому времени связала крепкая дружба, направились в далекую пешую прогулку по Швейцарии. Друзья преодолевали перевалы и горные цепи, ночуя в гостиницах и хижинах гостеприимных крестьян.

Вторая поездка из Гейдельберга привела Сеченова, Менделеева и Бородина в Париж. Здесь молодые люди отдохнули и побывали во многих примечательных местах французской столицы. По возвращении из Парижа Сеченов должен был покинуть Германию.

Заграничная командировка И. М. Сеченова окончилась в 1860 г. Впоследствии он вспоминал: «Возвращаться на родину мне смертельно не хотелось потому, что за три с половиной года я привык к жизни на свободе, без обязательств, и занятиям с большим интересом. Притом нельзя же было не полюбить тогдашней Германии с ее (в огромном большинстве) простыми, добрыми и чисто-сердечными обитателями. Тогдашняя Германия представляется мне и теперь в виде исполненного мира и тишины пейзажа, в ту пору, когда цветут сирень, яблоня и вишня, белея пятнами на зеленом фоне полей, изрезанных аллеями топей» [см. 15, стр. 153].

После приезда Сеченова на родину связь его с Людвигом не прервалась. Переписка велась довольно регулярно. В своих «Автобиографических записках», ретроспективно оценивая свою жизнь, Сеченов писал, что расположение к нему его любимого учителя неизменно проявлялось при всех превратностях его судьбы, которых, как известно, выпало на его долю немало.

Примерно в начале 60-х годов внимание Сеченова привлекло исследование свойств нервных центров головного мозга лягушек. К этому времени относится начало его опытов по внутрицентральному торможению. Как известно, в ходе опыта обнаженные зрительные бугры мозга лягушки подвергались раздражению накладыванием кристаллика поваренной соли. При этом наблюдалось торможение периферического рефлекса отдергивания задней лапки лягушки при погружении ее в раствор серной кислоты.

Эти опыты Сеченов начал в Петербурге, затем, с 1862 г.

продолжал их во Франции в лаборатории Бернара. Об одной из серий экспериментов Сеченов, по-видимому, написал Людвигу. В ответ он получил письмо от 25 ноября 1862 г., в котором говорилось, что Людвиг совместно со своим учеником В. Б. Томса занимался опытами, весьма сходными по форме с сеченовскими. Полученные результаты также оказались довольно близкими. «В. Томса и я настолько углубились в тему,— писал Людвиг,— что не можем от нее отказаться... но я не собираюсь ничего опубликовать... Когда Вы встретите Кюне, он, быть может, расскажет Вам, что я ему уже два года назад предлагал исследовать торможение в спинном мозгу и давал частичный план исследования». Дальнейшее показало, однако, что Людвиг и его ученики не пришли в своей работе над указанной темой к тем фундаментальным выводам, которые обеспечили работе Сеченова столь широкую известность.

Находясь в Париже у Бернара, Сеченов не порывал связь с Людвигом. Касаясь своей работы в Париже, он вспоминал: «Клод Бернар не был таким учителем, как немцы, и разрабатывал зарождавшиеся в его голове темы всегда собственными руками». Сеченов подчеркивает разобщенность французской и немецкой физиологии. Так, в своих «Автобиографических записках» [см. 15, стр. 179] он писал: «...нужно заметить, что он (Клод Бернар.— С. Ч.) не знал немецкого языка и был очень мало знаком с физиологической литературой Германии: на его лекциях я слышал только два немецких имени Валентина и Вирхова».

На обратном пути из Франции, будучи проездом у Людвигу, Сеченов демонстрировал ему и Брюкке опыт по центральному торможению. Людвиг и Брюкке с большим интересом отнеслись к этому эксперименту, доказывающему, что структуры головного мозга могут тормозить спинномозговые рефлексy.

Материалы, опубликованные Людвигом и его сотрудниками в те же годы, позволяют сделать заключение, что, раздражая структуры ствола мозга у лягушки, немецкие исследователи получали в большинстве случаев эффект повышения возбудимости спинальных рефлекторных дуг. Что касается четкого описания торможения рефлексов спинного мозга при раздражении некоторых точек ствола (зрительных бугров), то приоритет в этом вопросе при-

грало большую роль не только потому, что проливало свет на неизвестный до того механизм действия вышележащих отделов центральной нервной системы на нижележащие. На базе вновь открытого явления Сеченов пересмотрел механизм рефлекторной деятельности вообще. Результатом логического продолжения его теоретических представлений о процессах в головном мозге стала его знаменитая работа: «Рефлексы головного мозга». Он посвятил ей лето 1863 г., а осенью 1863 г. она уже была опубликована в «Медицинском вестнике» *.

События, связанные с выходом статьи, всколыхнувшей в России всю прогрессивно мыслящую интеллигенцию, дошли и до К. Людвига. 15 ноября 1863 г. он писал Сеченову:

«Что это о Вас писали в газетах? Мне говорили (сам я не читал), что Ваши работы находятся под особым надзором. Такой патриот как вы не должен подвергаться подобным действиям...» [см. 11, стр. 258].

О том огромном значении, какое имели работы Сеченова в деле пропаганды материализма, не только для естествоиспытателей в России, но также для всей русской интеллигенции, писал К. А. Тимирязев: «... конечно, будущая история признает, что ни один русский ученый не имел такого широкого и благотворного влияния на русскую науку и развитие научного духа в нашем обществе, не исключая и его (Сеченова.— С. Ч.) друга Менделеева, о научных заслугах которого Иван Михайлович всегда отзывался с таким искренним неподдельным восхищением» [см. 16, стр. 33].

В 60-х годах в России впервые встал вопрос о высшем образовании для женщин. В стенах Петербургской medico-хирургической академии появились две первые слушательницы — Надежда Прокопьевна Сулова и Мария Александровна Бокова (впоследствии жена И. М. Сече-

* И. М. Сеченов затем решил издать статью отдельной книгой. Вот как развивались события, связанные с ее выходом. 9 июля 1866 г. петербургский комитет по цензуре сообщил прокурору окружного суда о необходимости возбудить судебное дело против Сеченова за его книгу. На все 3000 экземпляров был наложен арест. Однако 8 июня 1867 г. министр подписал снятие ареста на книгу Сеченова, считая не без оснований, что преследование опасней, чем сама книга, так как оно только привлечет внимание широких слоев населения к ее материалистическим идеям.

нова). Вскоре, однако, вышел запрет посещать занятий женщинам. Бокова и Сулова вынуждены были прекратить учение. Суловой удалось выехать в Цюрих, где она и получила медицинское образование, а Бокова некоторое время оставалась в России.

Сеченов, горячий сторонник женского равноправия, прилагал все силы, чтобы узаконить учебу женщин в университетах. Но ни ему, ни его единомышленникам в этом вопросе (Энгельгардт, Бекетов и др.) не удалось добиться сколько-нибудь заметных результатов.

Эти события нашли отражение в переписке Сеченова и Людвиг. В цитированном выше письме от 15 ноября 1863 г. Людвиг писал: «... меня особенно восхищает ваше стремление к духовному развитию женщин, поскольку вы теперь не одиноки в этом вопросе, то, по-видимому, во всех случаях скоро будет достигнут результат...»

Следует отметить, что одобрительное отношение Людвиг к стремлению Сеченова бороться за высшее образование для женщин, было не совсем обычным для немецких ученых того времени. Э. Дюбуа Реймон, как вспоминает сам Сеченов, в беседе с ним выразил по этому поводу сомнение: «Мне что-то не приходилось замечать, что немецкие женщины тяготеют своим положением и стремятся получать образование наряду с мужчинами», — сказал он.

В. Оствальд в одной из своих статей, посвященных великим людям науки [21], высказывался о бесперспективности женщин в научной деятельности и о конституциональной и характерологической непригодности их к самостоятельному интеллектуальному труду. Такая точка зрения была очень популярной среди представителей интеллигенции в Германии второй половины XIX в.

Именно протестуя по поводу таких воззрений, облакаемых в «научную форму», Л. Бюхнер написал в 50-х годах книгу «Мозг женщины» [22], где путем логических научных построений, а также используя антропометрические данные (промер черепов и мозга мужчин и женщин в статистической обработке) доказывал полную «пригодность мозга женщины» к интеллектуальной деятельности любого вида. Подобную точку зрения разделял и Людвиг.

В 1864 г. Сеченов просил Людвиг узнать, возможно ли М. А. Боковой продолжить образование в Вене. Люд-

виг в ответ писал: «В Вене могут получить образование акушерки только лица, поступающие в институт, руководимый профессором Шпесом. Те, кто намерен поступать, принимаются от 1 до 8 октября или от 1 до 8 марта. В иные сроки приема нет. Курс обучения длится 5 месяцев, после чего по прохождении соответствующих экзаменов, выдается диплом, стоящий 35 флоринов. Учащиеся живут на частных квартирах. Каждая должна дважды в неделю нести дежурства в клинике, проводя там день и ночь. Шпес сказал мне, что из России чаще всего приезжают женщины, живущие в Одессе...

Мне бесконечно жаль, что ваши занятия физиологией с дамами оказались прерванными... Но я надеюсь, что в этот раз воля образованного мира окажется сильнее власти полиции, и когда первый предпринимает что-либо серьезное, то немногочисленные чиновники (по крайней мере у нас) оказываются недостаточно сильными, чтобы им помешать».

В заключение Людвиг предостерегал Сеченова от ухода из академии*, говоря, что его истинное место в науке, а жизненные неприятности следует переносить ставя себя выше мелочности окружающих людей. «Еще меня огорчает, что вы принимаете это так близко к сердцу и даже думаете покинуть академию. Вы там делаете полезное дело и должны держаться за свое место со всей энергией!» — заключил Людвиг это письмо, датированное 2 ноября 1864 г.

В 1867—1868 гг. Сеченов выезжал в Грац (Австрия), где работал у своего друга А. Роллета. В былые времена в Вене Сеченов и Роллет сблизились, посещая лекции Брюкке, учеником которого являлся и Роллет. В этот период Сеченов провел ряд исследований по физиологии центральной нервной системы. Кроме того, здесь были выполнены совместные работы с Н. П. Сусловой [23] и И. И. Мечниковым [24].

Работа Сеченова с Мечниковым сдружила ученых. Когда в 1869 г. реакционная профессура Медико-хирургической академии забаллотировала кандидатуру Мечникова на должность профессора, Сеченов в знак протеста

* Здесь, по-видимому, имеется в виду отказ Сеченова от участия в конкурсе на вакантное место адъюнкта физиологии Петербургской Академии наук.

ушел из академии. В 1871 г. он принял приглашение заведовать кафедрой физиологии Новороссийского университета и переехал в Одессу. Здесь ему пришлось заново организовывать кафедру, приобретать физиологические приборы и аппараты.

В неопубликованных документах Сеченова сохранилось любопытное письмо, на основании которого можно судить о состоянии физиологических лабораторий того времени. Для закупки необходимых приборов Сеченов выехал в Вену и оттуда обратился к администрации университета с просьбой «заказать в Берлине электрофизиологические снаряды» (речь шла об индукционных катушках, гальванометрах и некоторых других приборах.— С. Ч.) у механика Зауервальда, на сумму 300 талеров. У фабриканта Грейнера и Фридрихса — стеклянную посуду для химических опытов — на сумму 300 талеров. У механика Шортмана в Лейпциге предстояло заказать «снаряды по части гемодинамики (подразумевалась аппаратура для регистрации кровяного давления — манометр, плетизмограф и т. д.,— применяемая в лабораториях Людвига.— С. Ч.)».

Некоторые приборы, связанные с вивисекцией, на сумму 65 талеров, предстояло закупить у Рюнрехта в Вене. Кроме того, И. М. Сеченов планировал приобретение двух химических весов на сумму 725 гульденов в Австрии [см. 4, стр. 109]. В Австрии и Германии в то время производилось необходимое для физиологических исследований лабораторное оборудование.

Переписка, которая, несомненно, велась в эти годы между Сеченовым и Людвигом, к сожалению, не сохранилась. Известно более позднее письмо, написанное Людвигом 23 сентября 1876 г. и приуроченное к возвращению Сеченова из Одессы в Петербург. Людвиг выражал большое удовлетворение по поводу того, что Сеченов вернулся в столицу. «Несмотря на то, что Ваш вклад в науку одинаково велик, независимо от места, где вы трудитесь, я должен сказать, что для организации физиологии в России имеет большое значение, чтобы Вы занимали центральное место»,— писал Людвиг.

Говоря о том, что в Петербурге за время отсутствия Сеченова, по-видимому, изменились и обстановка, и люди, Людвиг рекомендует Сеченову установить связь с молодым физиологом Н. И. Бакстом, работавшим под ру-

ководством Г. Гельмгольца и вернувшимся в Петербург из Германии [см. 12, стр. 261]. «В его лице вы найдете человека с надежными и честными принципами», — писал Людвиг. — С ним вы легко установите «модус вивенди». Эти заключения я делаю не только исходя из его (Бакста. — С. Ч.) отношения ко мне, но и на основании тех отношений, которые складывались у него с самыми разными людьми в процессе совместной с ними работы. При том совпадении в оценке людей как личностей, которое у нас с вами всегда проявлялось, я считаю, что вам будет легко пойти навстречу этому молодому человеку с проявлениями доброй воли. Если так произойдет — это доставит мне большую радость...».

На протяжении 1877 или 1878 г. Сеченов вновь побывал в Лейпциге. В его «Автобиографических записках» говорится по этому поводу, что, увлекшись вновь исследованием газов крови, он оказался с кратковременным визитом у Людвига и обратился к К. Людвигу и В. Оствальду с просьбой опубликовать рукопись химического исследования свойств и соединений в крови углекислого газа. Оствальд принял рукопись и опубликовал ее в одном из химических журналов.

Жизнь Сеченова в Петербурге совпала с периодом ожесточенных политических преследований, которым подвергались и профессора и студенты. В трудных условиях читал ученый лекции.

Верный своим идеям об эмансипации женщин, Сеченов в эти годы читал лекции по физиологии на Бестужевских женских курсах. Лекции его пользовались большой популярностью. Сам же физиолог был вполне удовлетворен знаниями своих слушательниц, признавая, что экзаменующиеся курсистки ни в чем не уступали студентам университета.

К 1887—1888 гг. в Петербургском университете создалась нетерпимая для Сеченова обстановка. Правительство отказало ему в присвоении звания заслуженного профессора. Несмотря на то что этот выпад против ученого лишь венчал собой вереницу предшествующих*, Сеченов реагировал на этот отказ крайне болезненно. Он решил уйти из Петербургского университета и перебраться

* Кандидатуру Сеченова несколько раз отводили при выдвижении в академики из-за его материалистических взглядов.

ся в Москву. В этот период ему пришлось довольствоваться должностью приват-доцента.

В это время Сеченов снова на короткое время выехал за границу. «На возвратном пути в Россию заехал в Лейпциг к моему дорогому учителю К. Людвигу. Ввиду неопределенности моего тогдашнего положения, он без всякого вызова с моей стороны сказал мне, чтобы я имел в виду, что пока он жив, в его лаборатории всегда будет комната для меня. Вернувшись в Россию, я узнал с большим огорчением, что обещанного мне помещения (для экспериментальной работы.— С. Ч.) нет, и почти решил в уме работать у К. Людвига за границей, а в Москве лишь читать лекции»,— писал Сеченов [см. 15, стр. 181, 182].

Будучи все в том же неопределенном положении и дальше, Сеченов писал Мечникову 29 сентября 1891 г. «Имея от Людвига и Оствальда приглашение работать в их лабораториях, я уже решил уехать по уплате долга в Лейпциг, как вдруг умирает Шереметевский (здесьшний профессор физиологии), и я получаю приглашение от факультета и попечителя занять его место» [25, стр. 134].

Людвиг немедленно откликнулся на эти события письмом от 16 ноября 1891 г., которое мы приводим полностью.

«Дорогой Сеченов,

Прочитав месяц тому назад в Венской прессе сообщение о смерти Шереметевского, я был весьма озабочен Вашим будущим. Я опасался, что над Вами поставят кого-нибудь другого, более неудобного. Ваше письмо освободило меня от этой заботы...

Мне нет надобности писать Вам, что я рад Вашему вступлению на путь, достойный Ваших сил; а степень моей радости выразить пером невозможно. Довольно того, что Вы снова там, где нам хочется Вас видеть.

Живя и преподавая в Москве среди любимого Вами народа и имея прекрасных коллег, Вы вступаете в новую эру — более богатую и более счастливую, чем предшествовавшие.

Ваше новое открытие, когда я получу статью о нем, поможет мне во многом*; до сих пор мы очень мало

* Речь идет о работе И. М. Сеченова, посвященной теории растворов и получившей высокую оценку химиков [26].

знали о том, что такое раствор. Вчера я виделся с нашим общим другом Оствальдом и говорил ему о ваших успехах — и внешних и внутренних. Он шлет Вам привет и поздравления; то же самое просит меня передать Вам моя жена; она с давних пор к Вам привязана. Ведь еще в Вене Вы так мило проводили время с нашими детьми; увы, в то время их было еще двое.

По-прежнему преданный Вам
Ваш К. Людвиг»

Это письмо, написанное за четыре года до смерти Карла Людвига, является последним из известных нам писем.

Дружба ученых, каждому из которых так многим обязана физиология, навсегда останется в памяти физиологов той и другой страны как пример бескорыстного научного сотрудничества, скрепленного простыми и ясными человеческими отношениями.

Работа отечественных ученых под руководством К. Людвига

Почти одновременно с И. М. Сеченовым к К. Людвигу в Вену приехал бывший сокурсник И. М. Сеченова Павел Петрович Эйnbrодт. Окончив в 1857 г. Московский университет и защитив диссертацию, он в 1858 г. выехал за границу, чтобы специализироваться в физиологии.

Он работал в Вене под руководством Людвига, а позже — в Берлине — в лаборатории Дюбуа Реймона.

Будучи у Людвига, Эйnbrодт исследовал влияние дыхательных движений на кровяное давление. Он опубликовал данные, посвященные этому вопросу в совместной статье с Людвигом [1].

Вернувшись из Германии Эйnbrодт продолжал заниматься исследованием кровообращения и дыхания на кафедре физиологии в Московском университете, где получил должность ординарного профессора. На кафедре были налажены некоторые физиологические методики, как например, методика регистрации кровяного давления и дыхательных движений. Сотрудники выполняли под его руководством работы по исследованию гемодинамики.

В венской лаборатории Людвига свою научную деятельность начинал И. П. Щелков. Иван Петрович Щелков родился в 1833 г. в Харькове. Окончив медицинский факультет Харьковского университета и защитив диссертацию, молодой ученый отправился в Вену, где работал у Людвига, а также слушал лекции Э. Брюкке и патолога К. Рокитанского. Позже в Берлине Щелков занялся биохимией у Гоппе-Зейлера и физиологией мышц — у Дюбуа Реймона.

В лаборатории Людвига, Щелков исследовал газообмен в мышцах (впоследствии физиология мышц всегда стояла в центре его внимания).

Вернувшись в Харьков, Щелков создал и возглавил (1863) кафедру физиологии при университете и оснастил лабораторию. Примечательно, что наряду с физиологией он вел курс общей патологии.

Щелков был выдающимся физиологом. Он впервые ввел лабораторные занятия в курс физиологии. Вот, что о нем писал его ученик И. И. Мечников [2, стр. 11]: «Говоря о русских физиологах, не могу не сказать несколько слов о моем учителе — профессоре Щелкове в Харькове. До него преподавание физиологии велось по-старинному... положение дел изменилось сразу с возвращением из-за границы Щелкова, побывавшего в нескольких лучших немецких лабораториях. Преподавание его носило вполне научный характер и сопровождалось искусно поставленными опытами. Щелков устроил лабораторию и поместил в ней сначала двух учеников, в том числе и автора этих строк. Там я сделал свою первую ученическую работу по физиологии инфузорий».

Щелков пользовался большим авторитетом. Он был деканом и проректором университета и остался почетным членом университета. Его перу принадлежало немало работ, в том числе учебник физиологии [3, 4].

На протяжении многих лет работал с Людвигом физиолог Томса. Владимир Богумилович Томса — выходец из России, чех по национальности, учился в Германии. В лаборатории Людвига в Вене он провел несколько исследований, касавшихся лимфы и лимфообращения, сочетавших в себе морфологические и физиологические методики [5, 6].

Томса много помогал учителю в экспериментах — проводил демонстрации опытов на лекциях. В начале 60-х годов под руководством Людвига он стал изучать влияние на рефлексы спинного мозга лягушки раздражения различных участков ствола мозга и по данным своих экспериментов, как уже говорилось, подошел довольно близко к результатам, полученным Сеченовым.

В 1866 г. В. Б. Томса был приглашен заведовать кафедрой физиологии в Киевский университет. После нескольких лет работы на кафедре он уехал в Прагу.

В 1860 г. состоялась встреча Людвига с замечательным русским физиологом и морфологом Филиппом Васильевичем Овсянниковым. Жизнь и деятельность этого крупного исследователя в области физиологии, микроско-

пической анатомии, одного из основоположников сравнительной физиологии, хорошо описана в книге М. К. Кузьмина [7].

В 1853 г. Филипп Васильевич Овсянников, окончив Дерптский университет, работал в Петербурге. Затем он был приглашен в Казань, где в 1858 г. стал профессором кафедры физиологии и анатомии.

Отправившись за рубеж в 1860 г., Овсянников побывал в лабораториях Людвиг, Ремака, Станниуса, Бернара.

По возвращении Овсянников продолжал работать в Казани, где реорганизовал кафедру и поставил по-новому преподавание физиологии, морфологии и сравнительной анатомии. Он впервые организовал специальные отдельные лаборатории по этим отраслям науки.

В 1863 г. состоялось избрание Овсянникова академиком, после чего он переехал в Петербург руководить кафедрой физиологии и анатомии Петербургского университета. Одновременно он возглавил физиологическую лабораторию Академии наук. С 1886 г. он переключился на преподавание эмбриологии, передав чтение лекций по физиологии И. М. Сеченову. Ф. В. Овсянников пользовался большим авторитетом на родине и за рубежом. Его исследования носили, главным образом, морфологический характер. Высокую оценку получили его работы по изучению микроскопического строения спинного мозга. Эти работы нашли отражение в учебнике физиологии О. Функе [8], а также в учебнике гистологии А. Келликера.

Исследуя периферические нервные стволы, он показал наличие чувствительных волокон во многих двигательных черепно-мозговых нервах. Он установил также наличие тормозящих и стимулирующих секрецию волокон в нервах, иннервирующих слюнные железы.

Лабораторию Людвиг Овсянников посещал неоднократно. Интересы Овсянникова и Людвиг во многом совпадали. Исследование структур мозга оказалось вопросом, в равной степени занимающим обоих ученых. Результатом блестяще проведенных в 1870—1871 гг. сложных экспериментов явилась общая работа Овсянникова и Людвиг, вышедшая из лейпцигской лаборатории, в которой впервые было доказано путем перерезок разных уровней продолговатого мозга наличие и локализация в нем главного сосудодвигательного центра. Работа эта получи-

ла всеобщее признание. Она появилась в 1871 г. [9] на страницах специального журнала, издаваемого Людвигом в Лейпциге и включавшего в себя труды его института.

Вот как описывали авторы в своей статье локализацию обнаруженного ими сосудодвигательного центра: «... область, от которой зависит возбуждение нервов, тонизирующих сосуды кролика, расположена в пространстве, верхняя граница которого лежит на 2 мм ниже четверохолмия, а нижняя на 4—5 мм выше *calamus scriptorius* (писчего пера). В направлении сверху вниз эта область занимает около 4 мм. Опыты убедили нас в том, что названная область не находится непосредственно на средней линии продолговатого мозга, а лежит несколько в стороне. В области средней линии можно сделать перерезку без заметного изменения кровяного давления».

Для Людвига эта тема явилась продолжением и развитием его идей по физиологии кровообращения, для Овсянникова она представляла собой логическое продолжение его исследований, касающихся функциональной организации и центральной нервной системы. Работа вошла в историю исследований школы Людвига как одна из наиболее важных и значительных.

Другим физиологом, с именем которого связано становление кафедры физиологии Казанского университета и чья учеба также шла под руководством Людвига, был Н. О. Ковалевский.

Николай Осипович Ковалевский, уроженец Казани, окончил Казанский университет, получив за научную работу, проводимую под руководством Овсянникова, золотую медаль.

В 1862 г. он был командирован за границу, где занимался в Марбурге аналитической химией, затем направился в Вену слушать лекции Э. Брюкке и работать у К. Людвига. Здесь Н. О. Ковалевский занялся исследованием лимфатических сосудов, а затем переключился на изучение дыхания. Работа в венской лаборатории Людвига дала ему возможность освоить газоанализ и все необходимые методики, с помощью которых можно получить четкие характеристики функции легких.

В частности, по заданию Людвига, Ковалевский реконструировал прибор, служащий для измерения выделения углекислого газа в процессе дыхания. Этот прибор

в дальнейшем широко использовался в лаборатории Людвиг другими учеными. От этих работ Ковалевского берет свое начало целое направление, разрабатываемое на кафедре физиологии Казанского университета,— физиологии дыхания. (Ученик Ковалевского — Н. А. Миславский, как бы приняв эстафету, впервые описал точную локализацию дыхательного центра в продолговатом мозгу.)

Ковалевский был многогранным и высокообразованным исследователем. Помимо дыхания, он занимался изучением слюноотделения, зрачковой реакции; посвятил целый ряд работ деятельности органов чувств и психической деятельности [10]. В анализе психических явлений Ковалевский выступал как последовательный материалист. «Границы между нервным и психическим — искусственны... Первым источником всякой психической деятельности являются данные из области органов чувств,— говорил он.— Психическая деятельность без материального субстрата невозможна». Подобные высказывания, иллюстрирующие мировоззрение автора, мы находим на страницах его статьи «Как смотрят физиологи на жизнь вообще и психику в особенности» [11, стр. 15—20].

После опубликования указанной статьи, Ковалевский подвергся нападкам реакционных кругов в Казани. «Церковный вестник» назвал идеи Ковалевского «печальным знаменем нашего времени». Его упрекали в кощунственных материалистических идеях, разрушающих «устой церкви» [12, стр. 77].

Характерно, что будучи назначенным в 1880 г. ректором университета, Ковалевский два года спустя был отстранен «в связи с политической неблагонадежностью».

Научная биография этого талантливого ученого, к сожалению, не написана, но его научные труды и общесоциально-политические взгляды, несомненно, оставили яркий след в истории Казанского университета.

Неоднократно посещал Людвиг и сотрудничал с ним известный дерптский физиолог А. А. Шмидт. Александр Александрович Шмидт, родился на острове Мооп, учился в Дерптском университете, причем первоначально избрал исторический факультет, а затем, увлекшись естественными науками, перешел на медицинский. В 1858 г. он уехал в Вену, затем в Берлин, продолжая по-

полнять свое образование в лабораториях видных ученых, в частности, длительно занимался медицинской химией под руководством Гоппе-Зейлера. Работал у Брюкке и у Людвига. Приехав в родной город Дерпт после защиты диссертации, последовавшей в 1862 г., Шмидт был избран профессором физиологии. До самой смерти руководил он кафедрой физиологии. Пользуясь большим авторитетом, был выдвинут на должность декана медицинского факультета (1876—1879), а затем был несколько лет ректором университета (1885—1890).

Шмидта и Людвига связывали дружеские отношения. Шмидт много раз приезжал к Людвигу и выполнил в его лабораториях в Вене и Лейпциге свои основные исследования по физиологии крови. Шмидт являлся физиологом «одной проблемы» — его интересовали вопросы, связанные с газовым составом крови, функцией эритроцитов, белки и ферменты плазмы [13]. О значении работ по проблеме свертывания крови говорилось выше.

Тесный контакт имел с Людвигом петербургский физиолог К. Н. Устимович. Константин Николаевич Устимович часто выезжал за границу, периодически работал у Людвига (1863, 1868, 1872). Его диссертация под названием «Экспериментальные исследования теории мочеотделения» [14], защищенная в 1873 г., выполнялась под непосредственным руководством Людвига.

По этому поводу в начале работы мы находим такие строки: «Изложенные в этом труде опыты, произведены мною в физиологической лаборатории Людвига, которому приношу мою искреннюю признательность как за доставленные мне средства, так в особенности за личное его содействие при производстве опытов» [14, стр. 2].

Диссертация Устимовича явилась ценным для того времени вкладом в науку о деятельности почек. Устимович, в частности, обратил внимание на то, что высокое осмотическое давление мочи в канальцах почки препятствует реабсорбции воды и увеличивает диурез (так, например, бывает при введении в кровь мочевины).

В Петербурге Устимович возглавил кафедру физиологии на ветеринарном факультете Медико-хирургической академии. Устимович организовал первую, хорошо оснащенную физиологическую лабораторию. Его работы, большей частью биохимического характера, выполненные с особой тщательностью, являлись выдающимися для того

времени *. Деятельности Устимовича по организации преподавания физиологии в России и его роли в развитии физиологической науки придавал большое значение историк физиологии Мексики профессор И. Искьердо [15].

Одновременно с Устимовичем исследованием почек занимался под руководством Людвиг Ф. Н. Заварыкин. Федор Николаевич Заварыкин окончил медицинский факультет Петербургского университета. С 1862 по 1869 г. он провел в заграничной командировке. Его пребывание у Людвиг совпало с пребыванием там И. М. Сеченова. Сеченов знал Заварыкина по работе в Медико-хирургической академии. Он считал его способным, но неусидчивым и непостоянным в научных интересах исследователем.

В одном из писем Сеченову Людвиг писал, что Заварыкин, работавший у него над темой «Анатомия и деятельность почек», неожиданно уехал. На основании полученного материала Людвиг написал статью и шутливо заметил, что «Заварыкин вряд ли узнает материал, над которым работал вместе со своим руководителем».

Вернувшись на родину, Заварыкин почти исключительно занялся гистологией. На протяжении 35 лет он возглавлял кафедру гистологии Военно-медицинской академии. Он являлся автором учебника гистологии [16], в котором широко использовал данные о морфологии различных органов, полученные в лабораториях Людвиг.

Кроме перечисленных молодых исследователей, избравших своей специальностью физиологию, под руководством Людвиг работали также врачи. Среди них был известный русский терапевт Сергей Петрович Боткин, которого привлекала возможность ознакомиться с передовой школой патологов. Боткин прилежно осваивал методы биохимического анализа у Гоппе-Зейлера, слушал лекции знаменитого патолога Рокитанского, занимался лечебной практикой в клинике Траубе. Будучи разносторонним и глубоким ученым, что проявлялось даже в молодые годы, он не мог оставить без внимания лекции выдающихся

* Нам неизвестен А. О. Устимович, о котором упоминается в книге Х. С. Кошгоянца «Очерки по истории физиологии в России» (стр. 424) в связи с описанием деятельности И. П. Павлова. По-видимому, инициалы перепутаны, так как Павлов работал именно под руководством Константина Николаевича Устимовича.

физиологов Брюкке и Людвиг. Познакомившись через своего друга Сеченова с Людвигом ближе, чем это было обусловлено рамками формальных отношений, Боткин вскоре проникся уважением к немецкому физиологу. Людвиг в свою очередь отнесся к молодому врачу с большой симпатией, и между ними сложились теплые отношения, в которых со стороны Боткина преобладал тон почтительного уважения, а со стороны Людвиг — тон теплого участия.

После отъезда Боткина на родину Людвиг не переставал интересоваться его работой и личной жизнью. В свою очередь Боткин, несколько критически относившийся к медицинским школам Германии, писал о Людвиге: «До сих пор я был вполне удовлетворен только лекциями Людвиг, превосходящими всякое ожидание, ясностью и полнотой изложения — лучшего физиолога мне еще не приходилось слышать, личность Людвиг, самая милейшая простота и любезность в обхождении — поразительные» [17].

В 1858—1859 гг. частым гостем в лаборатории Людвиг стал сокурсник Сеченова хирург Леонид Андреевич Беккерс, принимавший участие в некоторых экспериментах Людвиг.

Биохимик Александр Александрович Шеффер начинал свою научную деятельность с физиологической работы, выполненной у Людвиг. Он исследовал содержание углекислоты в крови и механизмы выведения углекислого газа через легкие.

С работы в венской лаборатории началась научная деятельность А. И. Бабухина [18]. Александр Иванович Бабухин окончил Московский университет в 1859 г. и за последующие три года написал и защитил диссертацию на тему об иннервации сердца, в которой углубил и детализировал представления братьев Вебер о тормозящем влиянии блуждающего нерва.

В 1863 г. Бабухин выехал в командировку в Германию, побывал в Гейдельберге, Вюрцбурге, Лейпциге, Вене. Молодой ученый был прилежным слушателем лекций Людвиг и Брюкке, которые очень высоко ценил.

Бабухин начал заниматься у Людвиг физиологией и гистологией сердца. Вскоре он перебрался к Дюбуа Реймону, по предложению которого занялся изучением проведения возбуждения по нервам. Основную часть этой работы он выполнил на биологической станции в Неаполе

и Триесте, где работал с электрическим органом морских скатов. Бабухин показал способность нервных стволов проводить возбуждение в обе стороны — факт, сыгравший большую роль в формировании представлений о механизмах проведения возбуждения.

На родине интересы Бабухина изменились. После кратковременного заведования кафедрой физиологии в Московском университете, он полностью переключился на занятия гистологией (с 1869 г.). Возглавив кафедру гистологии, ученый внес большой вклад в развитие и этой науки в России.

Киевский анатом и невропатолог Владимир Алексеевич Бец [19] под руководством Людвига выполнил экспериментальную часть своей диссертации, касающейся кровообращения в печени. Вернувшись в Россию, Бец получил должность профессора кафедры анатомии Киевского университета. Он приобрел широкую известность своими гистологическими исследованиями печени, надпочечников и структур головного мозга. Бецу принадлежит приоритет в описании архитектоники коры больших полушарий. В 80-х годах он подготовил к изданию уникальный атлас мозга. Людвиг, с которым ученый продолжал сохранять контакт и переписку, восторженно отзывался об этом атласе и узнав, что у Беца возникли временные затруднения с изданием атласа, предлагал издать его в Лейпциге.

В целом на протяжении венского периода жизни Людвиг, между ним и учеными из России установился надежный деловой контакт, который продолжался и в годы его работы в Лейпциге.

В Лейпцигском институте физиологии

После переезда в 1865 г. Карла Людвиг в Лейпциг его возможности для работы с учениками значительно расширились. Когда же в 1869 г. за короткий срок был выстроен обширный институт физиологии с целым рядом лабораторий, заново оборудованных Людвигом, он оказался лучшим в Европе. Как говорил Г. Дришель, он явился «физиологической Меккой», куда устремились ученые Америки, Италии, Скандинавии, стран Восточной Европы. Ученые из России продолжали приезжать к Людвигу. В начале 70-х годов в институт Людвиг приехали

брatья Н. И. и В. И. Бакст. Николай Игнатъевич Бакст, питомец Петербургскаго университета, был известен своими работами в лаборатории Г. Гельмгольца, где он занимался изучением скорости проведения возбуждения по нерву.

В Лейпциге Бакст близко сошелся с Людвигом и завоевал его горячую симпатю. О том, как тепло отзывался Людвиг о Н. И. Баксте, говорит его письмо Семенову, приводимое выше.

Н. И. Бакст много и плодотворно работал под руководством Людвига. В 1875 г. он исследовал соотношения влияний ускоряющих нервов сердца и блуждающего нерва [20].

Годом позже в ряде тонко проведенных экспериментов Н. И. Бакст доказал, что «ускоряющие нервы сердца» дают учащение сердечных сокращений за счет укорочения времени систолы [21, 22].

В России Н. И. Бакст длительное время был профессором Петербургскаго университета. За период своей профессорской деятельности он много внимания уделял преподаванию, написал учебник «Курс физиологии органов чувств» (СПб., 1886), который был широко распространен в России.

Брат Николая Игнатъевича — Владимир Игнатъевич Бакст, врач по образованию, находился в Лейпциге более двух лет и под руководством Людвига выполнил экспериментальную работу, касающуюся возбудимости кожных нервов. Данных о его деятельности на родине не сохранилось, к тому же он умер в молодом возрасте.

Плодотворный научный контакт был установлен между Карлом Людвигом и известным русским физиологом И. Ф. Ционом. Илья Фаддеевич Цион родился в зажиточной помещичьей семье в Литве. После окончания гимназии он учился в Медицинской академии в Варшаве, затем на медицинском факультете Киевскаго университета, но вскоре переехал в Берлин и в 1864 г. окончил Берлинский университет.

Сначала молодого врача увлекала невропатология. Его диссертация была посвящена хорее. Она была блестяще защищена в Петербургской медико-хирургической академии, после чего Цион получил заграничную командировку и провел три года в Германии, Франции и Швейцарии.

В Германии он особенно интенсивно сотрудничал с Людвигом. В венской и лейпцигской лабораториях Людвига Цион нашел благоприятные условия для экспериментальных работ, увлекся вивисекцией и решил посвятить себя физиологии; как говорилось выше, совместно с Людвигом Цион открыл п. depressor [23].

В связи с особым значением, которое имела работа Циона и Людвига для последующего развития физиологии кровообращения, приводим отрывки из статьи Циона, опубликованной на русском языке в виде отдельного оттиска, под названием: «Рефлексы одного из чувствительных нервов сердца на двигательные нервы сосудов» [24]. «... Прежде всего следовало доказать, что раздражение периферического конца, перерезанного п. depressor, при наших средствах наблюдения не имело никакого влияния. Сколько раз мы не делали раздражение, число сердцебиений и давления крови оставались неизменными... Но как только раздражающие удары индукционного тока проходили через центральный конец перерезанного нерва, давление крови начинало падать... п. depressor в состоянии рефлексивным путем уменьшить тон (тонус.— С. Ч.) сосудистых нервов... В этом нерве мы имеем один из главнейших механизмов, посредством которого органы кровообращения взаимно влияют друг на друга. Главный двигатель кровообращения имеет в этом нерве средство регулировать сопротивление, которое он сам же должен преодолевать. Основываясь на знании отправления этого нерва, можно положительно сказать, что сердце, переполненное кровью... таким образом раздражаемое, может само уменьшить сопротивления, находящиеся в кровообращении и мешающие его опорожнению» *.

Работа Циона свидетельствует о его высоком экспериментальном мастерстве и тщательном, логически построенном, анализе установленных фактов. В ходе работы проводились выключения из циркуляции различных сосудистых областей, денервация сердца и области иннервируемой чревным нервом. В результате Цион установил, что падение кровяного давления, наблюдаемое при раздражении центрального конца перерезанного п. depressor, представляет собой результат рефлекторного расши-

* Автор первоначально считал, что чувствительные окончания заложены в самом сердце.



Илья Фаддеевич Цион

рения периферических сосудов, главным образом в спланхической области. Расширение сосудов в свою очередь вызывается понижением тонуса иннервирующих их нервов.

Людвиг высоко ценил Циона как экспериментатора и ученого, и последний имел возможность посещать Лейпцигский институт неоднократно, когда выезжал за границу.

Однако, несмотря на теснейший научный контакт Циона и Людвига, нам не удалось найти материалов, говорящих о дружеских отношениях между учеными. Их связи имели, по-видимому, чисто деловой характер. Экспериментальные исследования во время зарубежной командировки выдвинули Циона в ряды передовых физиологов своего времени. Он получил прекрасные рекомендации от Людвига, Бернара, Дюбуа Реймона. У Дюбуа Реймона в Берлине Цион вместе со своим братом-врачом М. Ф. Ционом провел работу по исследованию нервов сердца. Ювелирно отпрепарировав нервы сердечного сплетения и раздражая отдельные веточки, он описал действие ускоряющих нервов сердца (*nn. accelerantes*).

В 1868 г. Цион начал работать в Петербургском университете под руководством Овсянникова.

С 1870 г. Цион стал профессором Петербургского университета. Двумя годами позже он одновременно стал читать лекции в Медико-хирургической академии. Лекции ученый читал блестяще, сопровождая их прекрасно выполненными опытами на крупных животных. В те же годы Цион написал два тома учебника физиологии [25]. Большое впечатление Цион как ученый и преподаватель производил на И. П. Павлова, который был тогда еще студентом. Однако многие слушатели возмущались проводимой им в лекциях пропагандой идеалистических и религиозных воззрений. Кроме того, Цион, несмотря на весь свой талант преподавателя и экспериментатора, не пользовался поддержкой администрации. После целого ряда конфликтов как со студентами, так и с профессорами, он прекратил чтение лекций и вскоре эмигрировал за границу, обосновавшись в Париже.

В памяти современников Цион остался противоречивой фигурой. Талантливый ученый и лектор, блестящий экспериментатор, автор многочисленных работ по регуляции кровообращения, дыхания, физиологии нервных центров и других вопросов физиологии [26], он имел большие заслуги в науке. Однако в отношениях с людьми он был резок, нетерпим, обладал, по выражению Мечникова, «злым характером». Циону было свойственно тщеславие, высокомерие, а с другой стороны — угодливость перед сильными мира сего. По-видимому, эти черты характера ученого наряду с изложенными выше обстоятельствами сыграли не последнюю роль в ситуации, предшествующей уходу Циона из академии. Цион с ожесточением обрушивался на эволюционную теорию Дарвина, противопоставляя ей «божественное начало — человека»*. На лекциях резко критиковал И. М. Сеченова, обвиняя его в материализме и упрощенчестве и всячески пытаясь приуменьшить заслуги ученого. Все эти каче-

* Д. Г. Квасов [27] указывает на то, что мировоззрение ученого формировалось в основном под влиянием западных философских идеалистических систем. Цион оставался материалистом в объяснении механизмов низших функций организма. Однако при оценке деятельности и психики человека он становился на позиции идеалиста.

ства Циона вызывали протест прогрессивно настроенного студенчества.

Будучи за рубежом, Цион продолжал печатать и обобщать свои прошлые работы по физиологии. В частности, в Берлине в 1888 г. вышел том его избранных сочинений, богато изданный и прекрасно иллюстрированный [см. 26]. В последующие годы, наряду с работами по физиологии, Цион писал статьи по политическим и коммерческим вопросам [28, 29].

Странное впечатление производит выбор тематики, которую затрагивал Цион в своих «Научных беседах», вышедших в 1877—1878 гг. и первоначально напечатанных в «Московских ведомостях» в Париже [30]. Небольшой перечень заглавий говорит сам за себя: «Спутники Марса», «Работы Пастера», «Превращение части Сахары в море», «Телефон Белла», «Доказательства против родства человека с обезьяной», «32 битвы с людоедами в непроходимых лесах», «Система Вестингауза», «Средства предупреждения столкновения поездов» и т. д.

Как писал И. И. Мечников, Цион окончил жизнь в Париже всеми забытый и заброшенный.

В 1868 г. в Лейпциг приехал выпускник Московского университета Ф. П. Шереметевский. Федор Петрович Шереметевский относился к молодому поколению физиологов. По окончании Московского университета он начал заниматься физиологией у Эйнбродта, по совету и при участии которого в 1865 г. Шереметевский получил командировку в Германию. На протяжении трех лет он знакомился с лабораториями ученых Германии. В Лейпциге Шереметевский работал над вопросами регуляции кровообращения и дыхания. Он перенес эту проблему в Московский университет, где заведовал кафедрой физиологии с 1870 по 1891 г.

Сергей Иванович Чирьев, окончив Петербургский университет, был направлен в Германию, где очень плодотворно работал в лаборатории Дюбуа Реймона и в Лейпцигском институте Людвига.

За сравнительно короткий срок пребывания в Лейпциге способный молодой физиолог сумел провести два исследования: одно касалось белкового обмена [31], другое — изменения газового состава крови и лимфы животного в состоянии асфиксии.

Кроме того, будучи в Лейпциге, Чирьев уделял особое

внимание немецкой системе преподавания физиологий, которую успешно затем использовал в Петербурге и позже в Киеве, где ученый получил должность профессора физиологии.

В научной деятельности основными проблемами для разработки Чирьев избрал физиологию нервов и мышц, центральной нервной системы и органов чувств.

Он создал оригинальную гипотезу о механизмах цветного зрения, изложив ее в специальной работе, которая вышла отдельной брошюрой и даже переводилась на иностранные языки [32].

Труды этого эрудированного и творческого физиолога не издавались в виде избранных сочинений, однако для того времени представляли значительный интерес и сейчас нуждаются в детальном анализе.

Чирьев был хорошим лектором. Читаемые им лекции в Киевском университете неоднократно переиздавались [33]. Кроме того, его перу принадлежит немало работ по нервно-мышечной физиологии [34, 35, 36]. На научное творчество Чирьева оказало значительное влияние его пребывание в лаборатории Э. Дюбуа Реймона, от которого он унаследовал склонность к изучению электрофизиологических свойств возбудимых тканей.

О теплом отношении Чирьева к Карлу Людвигу свидетельствует некролог, написанный Чирьевым в 1895 г. и опубликованный в Известиях университета [37]. Наряду с освещением фактов из биографии и творческого пути ученого в нем говорится, что каждый кому доводилось работать под руководством Людвига «...к самому учителю питал какое-то восторженное чувство, с которым потом и оставлял институт, научивший его уважать науку и ценить ее бескорыстных деятелей».

Ученик Сеченова по Медико-хирургической академии Петербурга, физиолог и анатом Константин Васильевич Ворошилов работал в морфологической лаборатории Лейпцигского института физиологии. Основной темой его работы являлись проводящие пути спинного мозга кроликов [38]. Ворошилов проводил перерезки различных пучков спинного мозга и наблюдал нарушения функций, являвшиеся следствием этих перерезок, контролируя полученные данные с помощью гистологических препаратов. Ему удалось выделить восходящие чувствительные пучки, расположенные в боковых столбах. Один из этих пучков

позже был назван именем Флексига, который одновременно с Ворошиловым под руководством Людвиг начал исследования проводящих путей спинного мозга. В 1895 г. на заседании Казанского неврологического общества Ворошилов выступил с речью, посвященной памяти Людвиг. В речи говорилось: «С первых лет студентства мы привыкли с благоговением слышать и чтить это имя (Людвиг.— С. Ч.). Каждый студент-медик или естественник теперь знает бесчисленные открытия Людвиг в области физиологии. В каждом руководстве физиологии на всех языках образованных наций реферированы работы его и учеников его...» Особенно чувствительна потеря профессора Людвиг для нас, русских. В лице его мы лишились редкого и несравненного учителя-друга, каким его знали русские ученики всех поколений. Чуждый пристрастия к национальностям, одушевляемый безграничной любовью к науке и ставящий выше всего прогресс ее, проф. Людвиг охотно принимал в свою лабораторию всех ищущих знания и света без различия национальностей их. В его лаборатории рядом с немцами работали англичане, американцы, русские, поляки, бельгийцы, шведы, итальянцы, испанцы».

В заключении своей речи, Ворошилов процитировал строки неизвестного письма Людвиг, адресованного казанским физиологам. Речь идет об ответном письме ученого на поздравления его бывших учеников, посланные ему в 1874 г. по случаю 25-летнего юбилея. Вот эти строки: «Общность интересов, обмен мыслей и совместная работа, к которой нас воодушевила любовь к одной и той же науке, связала нас такими узами, разорвать которые не может время и которые просуществуют несравненно дольше, чем длилась наша совместная работа. Образы молодых ученых, с таким доверием искавших сближения со мною, и по настоящее время живо представляются моей душе все в той же красоте молодости. Ваш прекрасный подарок и дружественный привет доставили мне высокое наслаждение. Благодарю вас от всего сердца за добрую память» [39, стр. 2, 3].

Все последующие годы Ворошилов трудился в Казани, руководя кафедрой анатомии и физиологии. Он много занимался административной работой. В 1889—1899 гг. он был ректором университета в Казани. Известный варшавский физиолог Феликс Феликсович Навроцкий начи-



Василий Яковлевич Данилевский

нал свою деятельность у Людвига работой о проводниковой функции спинного мозга для чувствительных импульсов различного характера. Последующие годы он посвятил развитию физиологических исследований в Варшавском университете [40].

Казанский физиолог Иван Григорьевич Навалихин знакомился в институте Людвига с методиками изучения газообмена. В дальнейшем он работал в Казанском университете, вместе с Н. О. Ковалевским занимаясь физиологией дыхания.

Киевский физиолог Николай Иванович Афанасьев, будучи командирован к Людвигу, занимался вопросами проницаемости сосудов, а также исследованиями свойств крови животных, подвергаемых асфиксии; по возвращении на родину Афанасьев стал заниматься лечебной работой.

Одним из учеников Людвига, приехавших в Лейпциг в конце 70-х годов, был выдающийся русский советский ученый В. Я. Данилевский. Василий Яковлевич Данилевский, получив медицинское образование в универси-

татах Харькова и Казани, в дальнейшем жил и работал на Украине. Он стал одним из основателей современной экспериментальной физиологии в Харькове и Киеве. В лабораториях зарубежных ученых Данилевский был в 1878—1879, в 1883 гг., а также после 1900 г.

Научные интересы Данилевского были многообразны. Помимо физиологии, он занимался биологией, микробиологией, паразитологией. Писал много популярных статей для нужд народного просвещения. Исчерпывающий перечень работ Данилевского и их анализ приводится в книге Е. А. Финкельштейна [41]. В физиологии он начал работать над вопросами физиологии крови, занимался исследованием функций мышц. Кульминацией его научного творчества явилось изучение функции коры больших полушарий.

Наряду с Р. Каттоном Данилевскому принадлежит приоритет в регистрации биотоков мозга. Данилевскому удалось констатировать наличие спонтанных колебаний потенциалов коры. Кроме того, на курарезированных собаках он соединял две точки коры с гальванометром и раздражал различные рецептивные поля кожи, а также давал звуковые или световые раздражения. При этом гальванометр регистрировал колебания в строго определенных участках коры. Таким путем ученый по существу получал вызванные потенциалы. Данилевский явился одним из основоположников электрофизиологии мозга [42].

В книге М. Брезье [43], в которой увлекательно описана история исследования электрических явлений в мозге, Данилевскому отводится значительное место и подчеркивается значение его вклада в электрофизиологию. Имея склонность к физике и математике, Данилевский умело и оригинально модифицировал и совершенствовал физиологические приборы.

Будучи создателем и директором известного в стране Всеукраинского института эндокринологии, Данилевский, естественно, уделял внимание и этой отрасли медицины.

Профессорско-педагогическая деятельность ученого была также плодотворна. Им написан трехтомный учебник физиологии [44]. В 1910 г. при активном участии Данилевского был организован первый женский медицинский институт на Украине. Данилевский вырастил плеяду талантливых учеников — физиологов и биологов.

Связи Данилевского с немецкими физиологами были достаточно обширны и прочны. В 1878 г. в Вюрцбурге в лаборатории Фика он проводил исследования, касающиеся физиологии мышц. Одновременно он занимался физикой в лаборатории Кольрауша. В 1879 г. в Лейпциге Данилевский под руководством Людвиг исследовал суммацию раздражений блуждающего нерва. (Работа на эту тему была опубликована позже [45].) Одновременно у К. Штомана и И. Гауле Данилевский проводил и гистологические исследования. В 1883 г. в Женеве у Фогта Данилевский занимался сравнительной анатомией беспозвоночных.

В институт Людвиг неоднократно приезжал Л. З. Мороховец. Лев Захарович Мороховец особенно легко установил контакты с немецкими физиологами, так как, начав учиться в Петербургской медико-хирургической академии, он переехал для продолжения учебы в Германию и в 1876 г. окончил Гейдельбергский университет. Работая позже на кафедре физиологии Московского университета, Мороховец ездил в Германию знакомиться с методами преподавания физиологии (1881). Будучи с 1891 г. профессором кафедры и помощником Сеченова он неустанно совершенствовал преподавание, приобретал аппаратуру и приборы. Научные интересы Мороховца касались биохимии и физиологии крови.

Петр Антонович Спиро — сотрудник и ученик Сеченова — начал свою деятельность в Медико-хирургической академии, затем был приглашен на кафедру физиологии Новороссийского университета. Как и его учитель, Спиро занимался физиологией нервных центров, нервно-мышечной физиологией, физиологией дыхания и некоторыми другими вопросами. Будучи у Людвиг, Спиро изучал механизмы образования желчи и процессы, которыми сопровождается депонирование желчи в желчном пузыре [46].

Незадолго до Спиро у Людвиг работал Натан Осипович Бернштейн из Одессы. Ему принадлежала работа о механизмах газообмена в артериальной и венозной крови. Продолжая свою деятельность на кафедре физиологии в Одессе, Бернштейн написал учебник физиологии. О дальнейшей его работе сведений найти не удалось. В Лейпциге у Людвиг побывали и другие физиологи, однако об их деятельности в лабораториях Людвиг сведений

не сохранилось. Так, например, неизвестно, каковы результаты пребывания у Людвига И. А. Чуевского, приезжавшего в Лейпциг в конце 70-х годов. По возвращении на родину Иван Афанасьевич Чуевский работал в Харькове и Саратове, где он по-новому организовал работу на кафедре физиологии. В годовщину смерти Людвига Чуевский выступил в печати с некрологом, в котором писал: «В истории науки едва ли найдется пример подобной массы учеников у одного учителя... Несомненно, что лейпцигская физиологическая школа оставит блестящий след в истории не только германской, но и русской медицинской науки... Основной чертой его (Людвига.— С. Ч.) научной деятельности, проходящей красной нитью через все работы его и его учеников, является борьба с витализмом... Выдающийся успех его научной деятельности всецело обязан был богатству его личной инициативы, его индивидуальной особенности привязывать к себе и воодушевлять учеников и его умению разделять труд исследователя между руководимым и руководителем» [47, стр. 3, 4].

Великий русский физиолог Иван Петрович Павлов был в институте Людвиг в 1884—1886 гг. Как ни странно, сведения о пребывании Павлова у Людвиг почти не сохранились. Из замечаний ученого, содержащихся в его научных работах вытекает, что в указанный период в Лейпциге он проводил часть экспериментов, исследуя влияние усиливающего нерва на сердце. «...Я продолжал исследование, частью в лаборатории профессора Боткина, частью в лаборатории профессора Людвиг в Лейпциге»,— пишет он в статье «Усиливающий нерв сердца». Павлов указывает далее, что в лейпцигской лаборатории он имел возможность пользоваться более совершенным способом оценки функциональной способности сердца с помощью предоставленного ему Людвиг прибором, который был сконструирован в его лаборатории при участии Догеля и Стольников.

О пребывании в немецких лабораториях Павлов в своей автобиографии говорит следующее: «Заграничное путешествие дорого было для меня, главным образом тем, что ознакомило меня с типом ученых работников, каковые Гейденгайн и Людвиг, всю жизнь, все радости и горе ее положивших в науку и ни в чем другом... Я сделал свою диссертацию о сердечных нервах: тут же, главным

образом по возвращении из-за границы, я начал работы по пищеварению, давшие мне впоследствии порядочную известность за границей. И то и другое было задумано мною совершенно самостоятельно» [48, стр. 2]. В статье «Усиливающий нерв сердца» [48, стр. 123] Павлов пишет по поводу полученных им результатов, сравнивая их с данными других исследователей, работавших в той же лаборатории: «Я получил таким образом случай воочию убедить профессора Людвигу, что ранняя работа Вулриджа из его лаборатории, пришедшая скорее к отрицательному результату относительно существования усиливающего нерва, была просто неудачной по постановке». Эти небольшие цитаты показывают нам прежде всего, с каким уважением относился Павлов к Людвигу и Гейденгайну. С другой стороны, мы видим научную самостоятельность великого физиолога, который, как и Сеченов, обладал самобытным талантом и разрабатывал свои собственные творческие идеи.

Труды Сеченова, Павлова и их последователей в итоге вылились в самостоятельное новое оригинальное направление в отечественной физиологии и медицине, получившее название «нервизм» и поднявшее отечественную науку на новую ступень развития.

Помимо физиологов, деятельность которых была связана с институтом Людвигу в Лейпциге, из России к Людвигу приезжали ученые других специальностей. Интересно отметить, что они также выполняли экспериментальные работы физиологического или морфологического характера.

Так, ветеринар Яков Маркович Шмулевич занимался физиологией желчеотделения.

Известный патолог Виктор Васильевич Пашутин, профессор Казанского университета, а позже профессор и начальник Петербургской медико-хирургической академии, начинал свою деятельность у Людвигу двумя экспериментальными работами. Одна из них касалась механизма лимфообращения, другая — физиологии центральной нервной системы и, по-видимому, была подсказана И. М. Сеченовым, учителем Пашутина [49, 50].

Врач-акушер Александр Иванович Лебедев начал свою деятельность с изучения у Людвигу экспериментальных методик. Другой известный акушер-гинеколог Дмитрий Оскарович Отт [51], основоположник научного акушерства в России, выполнил свою диссертацию на тему, пред-



Иван Петрович Павлов

ложенную Людвигом. Он занимался экспериментальным исследованием на животных результатов кровопускания и последующего введения различных кровозаменяющих растворов. Свою диссертацию «О влиянии на обескровленный организм различных жидкостей, употребляемых для трансфузии» он заканчивал в Петербурге под руководством И. Р. Тарханова.

Экспериментальной работой у Людвига занимался еще один известный впоследствии акушер-гинеколог Кронид Федорович Славянский, являвшийся организатором акушерской службы в России. Славянский, будучи молодым врачом, не специализировался в какой-либо одной области. В лаборатории Людвига он присматривался к различным методикам и направлениям. Славянский пробовал свои силы и в гистологии [52], и в физиологии кровообращения [53]. Акушерской практикой он стал заниматься на родине, в Петербурге и Киеве.

Казанский фармаколог Иван Михайлович Догель, по-видимому, работал сначала в Вене, а затем в Лейпцигском институте Карла Людвига.

После окончания Медико-хирургической академии в 1854 г. Догель совершенствовался в лабораториях иностранных ученых.

В 1866—1867 гг. он работал под руководством Людвига в Лейпциге. Пытливого молодого ученого привлекали вопросы физиологии кровообращения. Как уже упоминалось ранее, Догель вместе с Людвигом сконструировал новый прибор — «кровяные часы». Этот прибор давал возможность определять объем крови, протекающий за единицу времени через какой-либо сосуд. Догель, экспериментируя с кровяными часами, исследовал кровоснабжение различных органов. Кроме того, совместно с Людвигом он занимался изучением механизмов возникновения сердечных тонов [54, 55]. С 1869 г. Догель возглавил кафедру фармакологии Казанского университета. Используя опыт работы в лабораториях Людвига, Догель основал первую лабораторию экспериментальной фармакологии. Эксперимент стал неотъемлемой частью педагогической и научной деятельности его сотрудников, что оказалось весьма эффективным при изучении действия лекарственных веществ. Догель был энергичным просветителем и популяризатором науки. На всю жизнь он сохранил теплые воспоминания о своем учителе Людвиге. В день годовщины его смерти Догель выступил со статьей [56], в которой проводил параллель между достижениями Людвига и французского анатома Биша. Он отдавал должное немецкой физиологии в лице Людвига, Дюбуа Реймона, Брюкке и Гельмгольца, направившей науку по новому пути физики и химии. О самом Людвиге Догель писал с большой симпатией, обращая внимание на «свежесть и энергию», «пытливый взгляд» учителя. Говоря о методе работы Людвига, Догель подчеркивал, что ученый часто возвращался к законченным темам, если с помощью новых методик оказывалось возможным внести что-то новое или пересмотреть и улучшить полученные ранее результаты.

«Людвиг в своей деятельности добивался лишь истины, к которой он без устали стремился в продолжение 50 лет своей деятельности» [56, стр. 14].

Непосредственным продолжателем работы Догеля по совершенствованию «кровяных часов» (stromuhr) стал Яков Яковлевич Стольников. Получив диплом врача, Стольников в начале своей деятельности совершенство-

вался за границей. Он увлекался физиологией, затем занялся лечебной практикой и стал известным терапевтом. Последние годы жизни Стольников работал в Варшаве.

Кроме Я. Я. Стольникова, работами в области физиологии в Германии начали свою деятельность и другие русские терапевты: Станислав Казимирович Кликович, практиковавший затем в Вильно, известный московский профессор Алексей Александрович Остроумов. Остроумов во время своей заграничной командировки работал в лабораториях Ф. Гольца, Ю. Конгейма, исследуя реакции периферических сосудов. Лаборатория Людвиг привлекла его хорошей постановкой методик по изучению кровообращения. Ряд этих методик он заимствовал для последующей работы на родине. Второй крупный профессор терапии Владимир Николаевич Сиротинин также начинал под руководством Людвиг свою экспериментальную работу. Он исследовал результаты раздражения различных отделов спинного мозга [57]. Лев Евгеньевич Бразоль — врач, занимавшийся сначала лечебной работой, в лаборатории Людвиг ставил эксперименты по изучению механизмов поддержания постоянного количества сахара в крови [58]. Вернувшись на родину, Бразоль переключился на гомеопатию и стал известным специалистом в этой области.

Владимир Константинович Высокович по окончании харьковского университета был командирован в Германию и проводил у Людвиг биохимические эксперименты, исследуя содержание в крови молочной кислоты [59, 60]. Львовский фармаколог Вацлав Собьеранский в конце 80-х годов работал в лаборатории Людвиг над вопросом о температурных влияниях на свойства двигательных нервов, по-видимому, уже будучи самостоятельным ученым.

Следует особо отметить деятельность у Людвиг выдающегося русского патолога Сергея Михайловича Лукьянова. Лукьянов работал под руководством Людвиг в 70-х годах. В последующие годы он поддерживал переписку с Людвигом, на основании которой можно сделать вывод о многолетней дружбе ученых *, о большой заинтересованности Людвиг в научном творчестве его ученика.

* В. Л. Меркуловым недавно обнаружены неизвестные ранее письма Людвиг к Лукьянову, охватывающие период с 1886 по 1895 г.

Таким образом, по собранным нами данным, которые, вероятно, все же являются не совсем полными, можно сделать вывод, что начало научной деятельности более чем 53 русских ученых связано с работой у Карла Людвига. При этом не менее 35 исследователей завершили свои работы публикацией одной или нескольких статей. О результативности работы выходцев из России в его лабораториях мы можем судить хотя бы по такому показателю, как число научных статей, напечатанных в периодическом журнале Лейпцигского института физиологии. Чуть ли не половина всех напечатанных с 1866 по 1875 г. работ принадлежит ученым России. Эти данные подчеркивают, что интернациональная школа Людвига, обогащая знаниями и опытом учеников, сама обогащалась результатами их исследований. Интересно отметить, что один из выпусков работ Лейпцигского института состоял исключительно из статей русских ученых [61].

Динамика контактов отечественных ученых с немецкими коллегами была очень своеобразной. Если это изобразить графически, то мы увидим, что «пик» кривой придется на 60—70-е годы. После 70-х годов, на которые падает наибольшее число приезжавших в Германию, наблюдается довольно резкое сокращение командировок русских исследователей в немецкие университеты. Это обусловлено становлением и развитием отечественной науки. Многие талантливые русские физиологи по возвращении из Германии и других стран стали создавать свои лаборатории (например, Щелков в Харькове, Овсянников, а затем Ковалевский — в Казани и т. д.), где молодые физиологи получали физиологическое образование. Отечественные профессора оснащали иностранной аппаратурой свои лаборатории, нередко заимствовали и затем совершенствовали экспериментальные методики, используемые у Людвига, но при этом, как правило, разрабатывали свои собственные научные идеи.

Таким образом, жизненная необходимость для молодых ученых совершенствоваться за границей, постепенно отпадала.

Лучше всего иллюстрирует сказанное, статья И. И. Сеченова под названием «Беглый очерк научной деятельности русских университетов по естествознанию за последнее двадцатилетие» [62]. Сеченов пишет, что до 50-х годов русские университеты мало что дали мировой

и даже отечественной науке. Условия в них были для развития науки неподходящие, и русские стремились в Германию, «...откуда заимствована наша ученость» (стр. 424). Основной причиной отсталости явилось полное отсутствие лабораторий и лабораторной практики студентов. «...Огромную услугу русскому естествознанию оказала реформа наших университетов в 60-х годах, учредив при естественных и медицинских факультетах лаборатории, снабдив их материальными средствами и усилив соответствующим образом преподавательский персонал. Другой благодатной мерой было облегчение выезда частным лицам за границу и усиленная посылка туда молодежи с образовательной целью на казенный счет... Самостоятельная научная жизнь наших лабораторий начинает проявляться несомненными признаками гораздо позднее времени их возникновения, но она уже проявляется почти во всех лабораториях нашего отечества... В прежние времена русскому развиваться в самостоятельного работника без обучения на Западе было почти невозможно, а теперь они развиваются на месте». Дальше Сеченов указывает: «...До 1863 года мне неизвестно ни одного специального труда с чисто русским мнением, который принадлежал бы университетскому ученому. В период же с 1863 по 1882 год включительно, т. е. за 20 лет, обнародовано в иностранных журналах по этим специальностям больше 650 работ с чисто русским мнением» [62, стр. 425—429].

Характеризуя 80-е годы, Сеченов писал: «Обучение на западе молодежи большими массами давно уже миновало, а между тем среднее число обнародуемых ежегодно в иностранных журналах работ по гистологии и физиологии держится все около 30» [стр. 433].

Таким образом, физиология в России в конце XIX в. развивалась быстрыми темпами, и отечественные ученые за сравнительно короткое время приобрели международный авторитет — имена их все чаще стали приводиться авторами иностранных учебников и монографий [63]. Успехи в развитии отечественной физиологии были тесно связаны с общим подъемом русской науки на протяжении последней трети XIX столетия. Б. М. Кедров замечает по этому поводу, что у «молодой науки» есть такое преимущество, как «свобода от предрассудков и устаревших традиций, которые порой сковывают творческие иска-

ния... Русская, только что пробудившаяся наука, перенимая все ценное и прогрессивное, что создало к тому времени естествознание на Западе, не торопилась, однако, вместе с тем перенимать и предрассудки... Именно в России находились силы, которые усваивая высшие достижения естествознания Запада, делали бросок далеко вперед, опережая своих старших зарубежных собратьев по науке» [64, стр. 41, 42].

Труды И. П. Павлова, И. М. Сеченова, В. Я. Данилевского, Н. О. Ковалевского, Н. А. Миславского, Б. Ф. Верриго, А. А. Ухтомского, Н. Е. Введенского и других в дальнейшем выдвинули отечественную науку на одно из первых мест в мире.

Однако та поддержка, которая была оказана физиологам России Карлом Людвигом на ранних этапах развития отечественной физиологии, никогда не будет забыта учеными последующих поколений. Советские физиологи, как и физиологи других стран, для которых роль Карла Людвига как учителя была не менее значительна, всегда будут чтить память Карла Людвига — ученого, учителя и доброго друга.

Заключение

Целое столетие отделяет нас от эпохи, в которую жил и творил Карл Людвиг. За это время в физиологии сменилось несколько поколений ученых. Много новых имен было вписано в историю науки. Однако именно сейчас мы имеем все основания обратиться к творчеству Людвигу. Научные труды выдающегося немецкого физиолога, методы его работы являются не только значительным этапом в развитии физиологии, но они, кроме того, глубоко созвучны нашему времени. Весь характер деятельности ученого сегодня нам понятнее и ближе, чем, может быть, казался нашим предшественникам — физиологам начала текущего столетия.

Для обоснования сказанного, прежде всего следует остановиться на научной школе Людвигу. Вопрос о научных школах особенно актуален для науки XX в., когда уже в далекое прошлое отошло творчество ученых-одиночек, а взамен этого все большее значение приобретает творчество научных коллективов.

Людвиг создал научную школу мирового значения*. Причины успешной деятельности его учеников и всего научного коллектива, как представляется, сводились к большому организационному таланту ученого и специфическому чертам его личности. Но дело не только в этом. Успеху школы Людвигу способствовали и некоторые иные факторы.

* Обилие фактического материала, изложение которого явилось задачей настоящей книги, не дало возможности рассмотреть вопрос о научной школе Людвигу в деталях и проанализировать его так, как того требуют современное науковедение. По-видимому, это — большая самостоятельная тема.

Прежде всего следует отметить, что молодые люди стремятся ко всему новому в науке, а этого нового в работах Людвига более чем достаточно. Полностью отойдя от натурфилософии, он пропагандировал и вводил эксперимент как основной путь приобретения знаний о функциях организма. Проводимые Людвигом опыты, в свою очередь были необычными: обладая особыми способностями к «работе руками», без чего не может обойтись ни один физиолог, он с талантливой изобретательностью конструировал физиологические приборы, вводил новые методики с целью «измерять то, что измеримо и делать измеримым то, что еще не измерено», как говорил Галилей. Нововведения, используемые в лабораториях Людвига позволяли получать новые факты, сравнивать между собой показатели деятельности различных органов, устанавливать протяженность во времени физиологических процессов. Все это выражалось в точных параметрах. Лаборатории наполнялись кривыми и графиками. В ход пошла цифровая обработка материала. Физиология становилась из умозрительной дисциплины настоящей наукой, оперирующей цифрами и количественными показателями. Экспериментальная работа, проводимая в такой форме не могла не привлекать энтузиастов.

Тяге молодых специалистов к Людвигу способствовала и его материалистическая позиция в науке. Во второй половине — XIX в. умы передовой интеллигенции были подготовлены к восприятию материалистических идей. Детерминистические взгляды Людвига на механизмы реакции живого организма, активное отрицание им витализма — вот что влекло к нему молодых врачей и биологов и делало его лаборатории многолюдными, а работу в них плодотворной. Эти и многие другие предпосылки успешной деятельности научной школы Людвига, несомненно, могут быть приняты во внимание при организации работы современных больших научных коллективов.

Реформа физиологии на основе достижений физики и химии, осуществленная в Германии Людвигом, Гельмгольцем, Дюбуа Реймоном и другими физиологами, привела к тому, что наука приобрела аналитический характер.

Исследователи, получив возможность проникать в интимные механизмы деятельности отдельных органов и тканей, подчас отводили второстепенную роль изучению целостного организма.

К концу прошлого столетия в недрах аналитического направления зародилась тенденция обращаться к деятельности целостного организма. Выкристаллизовались два основных пути этой тенденции — исследование единства внутренней сферы (К. Бернар и позже У. Кеннон с его гомеостазисом), а также исследование единства и взаимосвязи организма с внешней средой (И. М. Сеченов, И. П. Павлов и др.). «Да, я рад, что вместе с Иваном Михайловичем (Сеченовым.— *С. Ч.*) и полком моих дорогих сотрудников мы приобретаем для могучей власти физиологического исследования вместо половинчатого весь нераздельно живой организм. И это — целиком наша русская неоспоримая заслуга в мировой науке, в общей человеческой мысли», — писал Павлов [1, стр. 9].

Проследив закономерности становления аналитической физиологии прошлого столетия, мы можем найти черты аналогичного направления и в физиологии наших дней. Разумеется, сейчас, когда уровень экспериментальных исследований неизмеримо выше, ученые с помощью достижений электроники, биофизики, биохимии, не только глубже проникают в механизмы деятельности клеток, но объектом их исследований становится сущность молекулярных процессов и реакций.

Аналитическое направление современной физиологии в свою очередь явилось основой для новых аспектов изучения целого организма, о чем убедительно говорит Г. Селье в книге: «На уровне целого организма» [2], а также многие другие ученые.

В общей картине развития физиологии можно видеть иллюстрацию ленинского принципа: «Познание человека не есть... прямая линия, а кривая линия, бесконечно приближающаяся к ряду кругов, к спирали» *).

В заключение хотелось бы отметить, что прошлое физиологической науки составляет неисчерпаемый источник фактов, изучение которых необходимо нам сегодня и станет не менее необходимым завтра. Подтверждением сказанного могут быть вещи слова А. И. Герцена: «Полнее узнавая прошедшее, мы уясняем современное. Глубже опускаясь в смысл былого, раскрываем смысл будущего. Глядя назад — шагаем вперед» [3, стр. 28].

* В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 322.

Литература

От автора

1. *K. Roths Schuh*. Geschichte der Physiologie. Stuttgart, 1953.
2. *H. Schroer*. Carl Ludwig. Stuttgart, 1967.
3. *H. Drischel*. Carl Friedrich Ludwig (1816—1895). «Bedeutende Gelehrte in Leipzig», Bd. 2. Karl — Marx — Univ. Leipzig, 1965.
4. *E. Schubert*. Physiologisches Institut. Wiss. Z. Karl — Marx — Univ., 1965, 14 Jg., H. 1.
5. *S. Chesnokova, M. Lindemann*. Russische Physiologen in den Laboratorien von Carl Ludwig. Karl — Marx — Univ. und Ges. Phys. DDR. Leipzig, September 1969.
6. *S. Chesnokova, M. Lindemann*. Wissenschaftliche Kontakte zwischen Physiologen aus Russland und Deutschland in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Schriftenreihe für Ges. Naturwiss. Techn. u. Med. Akad. Verl. Leipzig, H. 1, 1970.
7. *S. Chesnokova, M. Lindemann*. Russische Physiologen in den Laboratorien von Carl Ludwig. Wiss. Z. Karl — Marx — Univ. Math. Naturwiss. Reihe, 19, Jg. 1970, H. 2.
8. *С. А. Чеснокова*. Карл Людвиг и его научная школа. Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова, т. LVI. 1970, № 6.
9. *С. А. Чеснокова, М. Линдемманн*. О научных связях русских и немецких физиологов.— Сб. «Из истории биологии», вып. 3. М., «Наука», 1971.

Глава первая

1. *Б. М. Кедров*. Микроанатомия великого открытия. М., «Наука», 1970.
2. *М. П. Мультиановский*. История медицины. М., Медгиз, 1961.
3. *С. Р. Микулинский, Л. А. Маркова*. Основные методологические направления в зарубежной истории науки. М., «Наука», 1971.
4. *К. Фогт*. Физиологические письма. СПб., 1863—1864.
5. *Я. Молешотт*. Круговорот жизни. Харьков, 1866.
6. *Г. Я. Царегородцев, С. А. Чеснокова*. Философские проблемы медицины. М., «Знание», 1962.
7. *Л. Бюхнер*. Бог и наука. СПб., 1907.
8. *А. И. Герцен*. Дилетанты — романтики. Сочинения, т. 2. М., 1955.
9. *Новалис*. Ученики в Саисе. Йена, 1840; М., 1919.

10. *И. И. Канаев*. Иоганн Вольфганг Гёте. М., «Наука», 1964.
11. *Б. Кремнев*. Шуберт. М., «Молодая гвардия», 1964.
12. *К. Rothschuh*. Die Geschichte der Physiologie. Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1953.
13. *A. Mette, I. Winter*. Geschichte der Medizin. Berlin, 1968.

Глава вторая

1. *К. Rothschuh*. Die Geschichte der Physiologie. Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1953.
2. *И. И. Канаев*. Иоганн Вольфганг Гёте. М., «Наука», 1964.
3. *Н. А. Фигуровский, Ю. И. Соловьев*. Н. Н. Зинин. М., Изд-во АН СССР, 1957.
4. *К. Rothschuh*. I. Görres und die romantische Physiologie. Med. Wochenschr., 1951, N. 5, S. 128.
5. *Г. Глазер*. О мышлении в медицине. М., «Медицина», 1969.
6. *Johannes Müller*. Das Leben des rheinischen Naturforschers Leipzig, 1924.
7. *E. Du Bois Reymond*. Gedächtnissrede auf Johannes Müller. Abhandl. Königl. Akad. Wiss. Berlin, 1860.
8. *G. Köller*. Das Leben des Biologen J. Müller (1801—1858). Stuttgart, Wiss. Verlag, 1958.
9. *J. Müller*. Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes der Menschen und der Tiere. Leipzig, 1826.
10. *J. Müller*. Über die phantastischen Gesichterscheinungen. Coblenz, 1826.
11. *J. Müller*. Handbuch der Physiologie des Menschen, Coblenz, Bd. 2, 1840.
12. *J. Müller*. Handbuch der Physiologie des Menschen. Vierte verbess. Auflage. Coblenz, 1844.
13. *J. Müller*. Bestätigung des Bell'schen Lehrsatzes, dass die doppelten Wurzeln der Rückenmarksnerven verschiedene Funktionen haben durch neue und entscheidende Experimente. Frorip's Notizen a. d. Gebiete d. Natur und Heilkunde, 646, 1837, S. 113.
14. *П. К. Анохин*. От Декарта до Павлова. М., Медгиз, 1945.
15. *М. Г. Ярошевский*. Проблемы детерминизма в психологии XIX века. Душанбе, 1961.
16. *С. Р. Микулинский, М. Г. Ярошевский*. Об историческом пути психофизиологии. М., «Знание», 1970.
17. *J. Müller*. Beobachtungen zur Analyse der Lymphe des Blutes und des Chylus. Poggendorff's Ann. Physic u. Chem., 1832, Bd. XXV, S. 513.
18. *Н. И. Пирогов*. Вопросы жизни. Дневник старого врача, т. II. Киев, 1910.
19. *И. М. Сеченов*. Автобиографические записки. М., Изд-во АМН СССР, 1952.

Глава третья

1. *Estelle du Bois Reymond*. Zwei grosse Naturforscher des 19. Jahrhunderts. Ein Briefwechsel zwischen Emil du Bois Reymond und Karl Ludwig, 1927.
2. *А. В. Лебединский, У. И. Франкфурт, А. М. Френк*. Гельмгольд (1821—1894). М. «Наука», 1966.

3. *И. М. Сеченов*. О деятельности Гальвани и Дюбуа Реймона в области животного электричества. М., 1899.
4. *E. Du Bois Reymond*. Vorläufiger Abriss einer Untersuchung über den sogenannten Froschstrom und über die elektromotorischen Fische. Poggendorff's Ann. Phys. und Chem., 1843, Bd. 58, S. 1.
5. *H. Boruttau*. Emil du Bois Reymond. München, 1922.
6. *E. du Bois Reymond*. Untersuchungen über tierische Elektrizität. Berlin, 1848—4.
7. *P. Ruff, H. Choinowski*. Eine Festgabe für Emil du Bois Reymond. Wiss. Z. Humboldt — Univ. Berlin, Math.—Naturwiss. Reihe, 1967, Jg. XVI, H. 5.
8. *E. Du Bois Reymond*. Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel und Nervenphysik, Bd. 1—2. Leipzig, 1875—1877.
9. *E. Du Bois Reymond*. Über die Lebenskraft. Berlin, 1906.
10. *E. Du Bois Reymond*. Reden von Emil du Bois Reymond, Bd. 1—2. Leipzig, 1912.
11. *E. Du Bois Reymond*. Über die Grenzen des Naturerkennens. Die sieben welträtsel. Zwei Vorträge von du Bois Reymond. L., 1882
12. *Х. Кекчеве*. И. М. Сеченов. М., 1933.
13. *Э. Брюкке*. Учебник физиологии, т. 1—2. СПб., 1876.
14. *E. Brücke*. Die Interzellularräume der Gelenkwulster der *Mimosa pudica*. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. 50, 1864, S. 203.
15. *E. Brücke*. Über eine neue Art die Böttgersche Zuckerprobe anzustellen. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. LXXII, III, Abt. 1875, S. 20.
16. *E. Brücke*. Über die Peptontheorien und die Aufsaugung der eiweissartigen Substanzen. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. LIX, 1869, S. 612.
17. *E. Brücke*. Über die Reaktion, welche Guanin. mit Salpetersäure und Kali gibt. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. XCIV, III, Abt., 1886, S. 277.
18. *E. Brücke*. Über die Zunge der Chamäleonen. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. VIII, 1852, S. 65.
19. *E. Brücke*. Über den Einfluss der Stromdauer auf die elektrische Erregung der Muskeln. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. LVI, II, Abt., 1867, S. 594.
20. *L. Lapicque*. L'excitabilité on function du temps. Paris, 1926, p. 536.
21. *E. Brücke*. Über den Musculus Cramptonianus und den Spannungsmuskel der Chorioidea. Berlin 1846, S. 370.
22. *E. Brücke*. Die Physiologie der Farben für die Zwecke der Kunstgewerbe. Wien, 1887.
23. *E. Brücke*. Bruchstücke aus der Theorie der bildenden Künste. Brockhaus, Bd. 28. Leipzig, 1877.
24. *E. Brücke*. Principes scientifiques des blaux arts. Paris, 1878.
25. *E. Brücke*. Über eine neue Methode der phonetischen Transkription. Sb. d. K. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. XLI, 1863, S. 223.
26. *E. Brücke*. Beiträge zur Lautlehre der arabischen Sprache. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. XXXIV, 1860, S. 307.
27. *Е. М. Вермель*. История учения о клетке. М., «Наука», 1970.
28. *Э. Брюкке*. Как охранять жизнь и здоровье своих детей. СПб., 1892.
29. *E. Brücke*. Über die Ursache der Gerinnung des Blutes. Virchows Arch., Bd. XII, 1857, S. 193.

30. *E. Brücke*. Physiologische Bemerkungen über die Arteriae coronariae cordis. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. XIV, 1854, S. 345.
31. *E. Brücke*. Über ein in dem Darm aufgefundenes Muskelsystem. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. VI, 1851, S. 214.
32. *E. Brücke*. Über Gravitation und Erhaltung der Kraft. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. XXV, 1857, S. 19.
33. *E. Brücke*. Ist im Harn des Menschen freie Säure enthalten? Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. XCV, III. Abt., 1887, S. 102.
34. *E. Brücke*. Über die physiologische Bedeutung der teilweisen Zerlegung der Fette im Dünndarm. Sb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. LIX, 1869, S. 612.
35. *E. Brücke*. Über den Bau der Muskelfasern. Sb. d. K. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. XXV, 1857, S. 579.
36. *E. Brücke*. Über die Contractilität der Gallenblase. Sb. d. K. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. VI, 1851, S. 421.
37. *E. Brücke*. Die physiologischen Grundlagen der neuhochdeutschen Verskunst. Wien, 1871.
38. *E. Brücke*. Die Beckenlinie männlicher antiker Statuen. Anat. Anz. Bd. III, 1888, S. 281.
39. *E. Brücke*. Nacht und Morgen des Michelangelo. Deutsche Rundschau, 1890, S. 260.
40. *E. Brücke*. Phonetische Bemerkungen. Z. f. d. österr. Gymnasien, 1857, S. 757.
41. *E. Brücke*. Ernst Brücke. Wien, 1928.
42. *H. Helmholtz*. De Fabrica Systematis nervosi Evertibratorum. Inaug. Diss. Berlin, 1842.
43. *H. Helmholtz*. Über die Erhaltung der Kraft. Vortr. in d. Phys. Ges. zu Berlin. Wiss. Abhandl., Bd. 1, 1847, S. 12—75.
44. *Д. Реймон*. Герман фон Гельмгольц. СПб., 1900.
45. *В. Оствальд*. Герман Гельмгольц. СПб., 1900.
46. *Ф. Г. Шережетевский*. Гельмгольц как физиолог и значение его для психологии. «Герман фон Гельмгольц». М., 1892.
47. *М. Г. Ярошевский*. Иван Михайлович Сеченов. Л.—М., «Наука», 1968.
48. *И. М. Сеченов*. Собрание сочинений. М., 1908.
49. *К. А. Тимирязев*. Витализм и наука. Сочинения, т. V. 1938.
50. *H. Helmholtz*. Versuche über das Muskelgeräusch. Berl. Monatsber., 1864, S. 307—310.
51. *H. Helmholtz*. Die Resultate der neueren Forschungen über tierische Elektrizität. Kiel. Allgem. Monatsschr. Wiss. und Literatur, Bd. II, 1852, S. 294—304.
52. *H. Helmholtz*. Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenreizung. Berl. Monatsber., 1850, S. 14—15.
53. *H. Helmholtz*. Bericht über die Theorie der Akustik und «akustische Phänomene». Betreffende Arbeiten vom Jahre, 1848. Fortschr. Phys., 4 J., 1852, S. 101—118.
54. *H. Helmholtz*. Über die Vokale. Wiss. Abhandl., Bd. 1, 1857, S. 393—396.
55. *H. Helmholtz*. Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, 4. umgearb. Aufl. Braunschweig, 1971.
56. *И. М. Сеченов*. Герман Гельмгольц как физиолог.—Сб. «Избранные философские и психологические произведения». М., 1947, стр. 28.

57. *H. Helmholtz*. Handbuch der physiologischen Optik, 1. Lief. Leipzig, 1856, S. 1—192.
58. *H. Helmholtz*. Über die Augenbewegungen. Heidelberg, 1865, S. 255—259.
59. *H. Helmholtz*. Über die Accomodation des Auges. Gräfe's Arch. Ophthalmol., 1, Abt. 1855, S. 21—74.
60. *H. Helmholtz*. Über die Theorie der zusammengesetzten Farben. Poggend. Ann., 87, 1852, S. 45—66.
61. *Г. Гельмгольц*. Популярныe научные статьи. СПб., 1866.
62. *Г. Гельмгольц*. Популярныe речи. СПб., 1899.
63. *С. Р. Микулинский, М. Г. Ярошевский*. Сб. «Об историческом пути психофизиологии». М., «Знание», 1970.

Глава четвертая

1. *H. Schröer*. Carl Ludwig. Stuttgart, 1967.
2. *H. Drischel*. Carl Friedrich Ludwig (1816—1895). «Bedeutende Gelehrte in Leipzig», Bd. 2. Zur 800-jähr. Feier der St. Leipzig. Karl — Marx — Universität zu Leipzig, 1965.
3. *E. Schubert*. Physiologisches Institut. Sonderdr. Wiss. Z. d. Karl — Marx — Univ., 14, Jg., H. 1, 1965.
4. *K. Rothschild*. Geschichte der Physiologie. Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1953.
5. *C. Ludwig*. Beiträge zur Kenntnis des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den Blutlauf im Aortensysteme. Joh. Müllers Arch. f. Anat. Physiol. Wiss. Med., 1847, S. 242.
6. *E. Lesky*. Zu Carl Ludwigs Wiener Zeit 1855—1865. Sudnoffs Arch., 1962, Bd. 46, S. 178.
7. *C. Ludwig*. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1. Aufl. Bd. I. Heidelberg, 1852.
8. *C. Ludwig*. Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 1. Aufl. Bd. II. Heidelberg, 1856.
9. *К. Людвиг*. Руководство к физиологии человека, т. I, т. 2. Киев, 1861—1864.
10. *W. His*. Carl Ludwig und Karl Thiersch. Akademische Gedächtnissrede. Leipzig, 1895.
11. *И. П. Павлов*. Избранные произведения. М., Изд-во АН СССР, 1949.
12. Bedeutende Gelehrte in Leipzig, Bd. 2. Zur 800-jähr. Feier der St. Leipzig, Karl Marx — Universität zu Leipzig, 1965.

Глава пятая

1. *E. Cyon*. Über den Einfluss der Temperaturveränderungen auf Zahl, Dauer und Stärke der Herzschläge. Arb. aus d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1866, S. 77.
2. *C. Ludwig, A. Schmidt*. Das Verhalten der Gase, welche mit dem Blut durch den reizbaren Säugetiermuskel strömen. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1868, S. 1.
3. *J. Sczelkow*. Zur Lehre vom Gasaustausch in den verschiedenen Organen. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1862, S. 171.

4. *J. Schmulewitsch*. Neue Versuche über Gallenabsonderung. Arb. a. d. Phys. zu Leipzig, 1868, S. 113.
5. *A. Schmidt*. Die Athmung innerhalb des Blutes. Arb. a. d. Phys. Anst zu Leipzig, 1867, S. 99.
6. *M. Frey*. Die Emulsion des Fettes im Chylus. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1881, S. 382.
7. *G. Salvioli*. Eine neue Methode für die Untersuchung der Funktionen des Dünndarms. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1880, S. 95.
8. *A. Mosso*. Von einigen neuen Eigenschaften der Gefässwand. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1874, S. 156.
9. *C. Ludwig, Th. Zawarykin*. Zur Anatomie der Niere. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1863, S. 691.
10. *W. Tomsa*. Die Lymphwege der Milz. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 48 B, 652 (1863).
11. *W. Beetz*. Über den Blutstrom in der Leber — insbesondere den in der Leberarterie. Sitzungber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1863, S. 238.
12. *F. Schweigger-Seidel*. Die Behandlung der tierischen Gewebe mit Argent. nitric. Über Epithelien sowie über v. Recklinghausen'schen Saftkanälchen als die vermeintlichen Wurzeln der Lymphgefäße. Arb. a. d. Phys., Anst. zu Leipzig 1866, S. 150.
13. *A. Prussak*. Zur Physiologie und Anatomie des Blutstroms in der Trommelhöhle. Arb. a. d. Phys. Anst zu Leipzig, 1868, S. 86.
14. *G. Genersich*. Die Aufnahme der Lymphe durch die Sehnen und Fascien der Skelettmuskeln. Arbeiten 1870, S. 53.
15. *A. Heller*. Über die Blutgefäße des Dünndarmes. Arb. a. d. Phys. Anst zu Leipzig, 1872, S. 3.
16. *J. Michel*. Zur näheren Kenntnis der Blut — und Lymphbahnen der Dura mater cerebialis. Arb. a. d. Phys. Anst zu Leipzig, 1872, S. 81.
17. *V. Paschutin*. Über die Absonderung der Lymphe im Arme des Hundes. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, S. 197.
18. *G. Asp*. Zur Anatomie und Physiologie der Leber. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1873, S. 124.
19. *E. Fleischl*. Von der Lymphe und den Lymphgefäßen der Leber. Arb. a. d. Phys. Anst zu Leipzig, 1874, S. 24.
20. *A. Budge*. Neue Mitteilungen über die Lymphgefäße der Leber. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1875, S. 81.
21. *W. Stirling*. Über die Summation elektrischer Hautreize. Arb. a. d. Phys. Anst zu Leipzig, 1874, S. 223.
22. *C. Ludwig*. Beiträge zur Kenntnis der Extractivstoffe der Säugetiere. Ann. der Chem. u. Pharm., 1845, S. 95.
23. *C. Ludwig*. Über das Vorkommen und die Bedeutung des Proteinbioxyds im tierischen Organismus. Joh. Müllers Arch. f. Anat. Physiol. u. wiss. Med., 1846, S. 171.
24. *C. Ludwig*. Über die endosmotischen Aequivalente und die endosmotische Theorie. Henle u. Pfeuffers. Z. f. rat. Med., 8, 1849, S. 1.
25. *A. Cloetta*. Diffusionsversuche durch Membranen mit zwei Salzen. Inaug. Diss. Med. Fak. Zürich, 1851.
26. *C. Ludwig*. Diffusion zwischen ungleich erwärmten Orten gleichzusammengesetzter Lösungen. Sitzungber. d. K. Ak. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Cl., 1856, S. 539.

27. *C. Ludwig, J. Stefan.* Über den Druck, den das fließende Wasser senkrecht zu seiner Stromrichtung ausübt. Sitzungber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1858, S. 25.
28. *J. Shzelkow.* Zur Lehre vom Gasaustausch in den verschiedenen Organen. Sitzungber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1862, S. 171.
29. *J. Setschenow.* Beiträge zur Pneumatologie des Blutes. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1859, Cl. 293.
30. *F. Schweiger-Seidel.* Über die Grundsubstanz und die Zellen der Hornhaut des Auges. Arb. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1869, S. 121.
31. *L. Brasol.* Wie entledigt sich das Blut von einem Überschuss an Traubenzucker? Du Bois Reymonds Arch. Phys., 1884, S. 211.
32. *M. Hermann.* Über den Einfluss des Blutdruckes auf die Sekretion des Harnes. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1862, H. 45, S. 317.
33. *R. Overbeck.* Über den Eiweißsharn nach Unterbrechung des Blutstromes. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1863, 47 B, S. 189.
34. *T. Kjerulf.* Einige Versuche über die Harnsekretion. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., N. F., 1852, H. 2, S. 279.
35. *C. Ustimowitch.* Experimentelle Beiträge zur Theorie der Harnabsonderung. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1870, S. 199.
36. *C. Ludwig, Th. Zawarykin.* Zur Anatomie der Niere. Sitzungber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1863, S. 691.
37. *W. Schröder.* Über die Bildungsstätte der Harnsäure im Organismus. Du Bois.—Reymonds Arch. Physiol., 1880, S. 113.
38. *G. Gryjns.* Die Temperatur des in die Niere einströmenden Blutes und des aus ihr abfließenden Harnes. Du Bois — Reymonds Arch. Physiol., 1893, S. 78.
39. *W. H. Thompson.* Verlangsamten Atropin und Morphin die Absonderung des Harns? Du Bois Reymonds. Arch. Physiol., 1894, S. 117.
40. *H. Schröder.* Carl Ludwig. Stuttgart, 1967.

Г л а в а ш е с т я я

1. *W. Harvey.* Exercitatio Anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus, 1628.
2. *J. Fulton.* Selected lectures on Physiology. Springfield — Illinois, 1956.
3. *K. Rothsohuh.* Geschichte der Physiologie. Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1953.
4. *C. Ludwig.* Über die Herznerven des Frosches. Joh. Müllers Arch. f. Anat. Physiol. u. Wiss. Med., 1848, S. 139.
5. *C. Ludwig.* Über den Herzspitzenstoss. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1848, 191.
6. *J. Dogiel, C. Ludwig.* Ein neuer Versuch über den ersten Herzton. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1868, S. 78.
7. *L. Krehl.* Über den Herzmuskelton. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1889, S. 253.
8. *H. P. Bowditch.* Über die Eigentümlichkeiten der Reizbarkeit, welche die Muskelfasern des Herzens zeigen. Arbeiten 1871, S. 139.
9. *L. Luciani.* Eine periodische Funktion des isolirten Froschherzens. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, 113.

10. *A. Waller*. Die Spannung in den Vorhöfen des Herzens. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1878, S. 525.
11. *R. Tigerstedt*. Über die Bedeutung der Vorhöfe für die Rhythmik der Ventrikel des Säugetierherzens. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1884, S. 497.
12. *L. Krehl*. Die Mechanik der Tricuspidalklappe. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1889, S. 289.
13. *E. Cyon, M. Cyon*. Müller Archiv, 1867, S. 389.
14. *И. П. Павлов*. Избранные произведения. Изд. АН СССР, 1948.
15. *L. Krehl*. Über die Folgen der Vagusdurchschneidung. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1892, S. 278.
16. *I. P. Pawlow*. Über den Einfluss des Vagus auf die Arbeit der linken Herzkammer. Du Bois Reymonds Arch. Phys., 1887, S. 452.
17. *N. Baxt*. Über die Stellung der nervus vagus zum nervus accelerans cordis. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1875, S. 179.
18. *N. Baxt*. Die Verkürzung der Systolenzeit durch den N. Accelerans cordis. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1878, S. 122.
19. *N. Baxt*. Die Folgen maximaler Reize von ungleicher Dauer auf den Nervus accelerans cordis. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1877, S. 521.
20. *J. Coats*. Wie ändern sich durch die Erregung des n. vagus die Arbeit und die innern Reize des Herzens? Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1869, S. 176.
21. *E. Cyon*. Über den Einfluss der Temperaturveränderungen auf Zahl, Dauer u. Stärke der Herzschläge. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1866, S. 77.
22. *I. Merunowicz*. Über die chemischen Bedingungen für die Entstehung des Herzschlages Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1875, S. 132.
23. *Е. А. Финкельштейн*. В. Я. Данилевский. Выдающийся русский ученый. М., «Медгиз», 1955.
24. *J. Gaule*. Die Kohlensäurespannung im Blut im Serum und in der Lymphe. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1878, S. 469.
25. *C. Ludwig, J. Stefan*. Über den Druck den das fließende Wasser senkrecht zu seiner Stromrichtung ausübt. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1858, S. 25.
26. *W. Tomsa*. Beiträge zur Anatomie des Lymphgefässursprungs. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1863, S. 324.
27. *F. Zawarikin*. Zur Anatomie der Niere. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1868.
28. *W. Beetz*. Über den Blutstrom in der Leber insbesondere den in der Leberarterie. Sitzungsber d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1863, S. 238.
29. *A. Prussak*. Zur Physiologie und Anatomie des Blutstromes in der Trommelhöhle. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1868, S. 86.
30. *Chr. Lovén*. Über die Erweiterung von Arterien in Folge einer Nervenregung. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1866, S. 1.
31. *C. Ludwig, L. Thiry*. Über den Einfluss des Halsmarkes auf den Blutstrom. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., H. 49B, 1864, S. 421.
32. *Basch*. Über den Einfluss des gereizten nervus splanchnicus auf den Blutstrom innerhalb und ausserhalb seines Verbreitungsbezirkes. Arb. a. d. Phys Anst. zu Leipzig, 1875, S. 229.

33. *H. Tappeiner*. Über die Zersetzung des Eiweisses unter der Einwirkung des Übermangansäuren Kalis. Arbeiten, 1871, S. 57.
34. *I. Worm-Müller*. Die Abhängigkeit des arteriellen Druckes von der Blutmenge. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1873, S. 159.
35. *F. P. Mall*. Die motorischen Nerven der Portalvene. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1890, S. 57.
36. *H. Ch. Geelmuyden*. Von einigen Folgen übergrosser Blutfülle. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1892, s. 480.
37. *C. Mogk*. Über die Stromkraft des venösen Blutes im dem Hohladernsysteme. Henle u. Pfeuffers Zschr. f. rat. Med., 1845, S. 33.
38. *J. E. Johansson*. Die Reizung der Vasomotoren nach der Lähmung der cerebrospinalen Herznerven. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1891.
39. *R. Nicolaidis*. Über den Verlauf der Vasomotoren im Rückenmark. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1882, S. 164.
40. *K. Slavjansky*. Über die Abhängigkeit der mittleren Strömung des Blutes von dem Erregungsgrade der sympathischen Gefässnerven. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1873, S. 251.
41. *Ph. Owsjannikow*. Die tonischen und reflektorischen Centren der Gefässnerven. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1871, S. 21.
42. *E. Cyon, C. Ludwig*. Die Reflexe einer der sensiblen Nerven des Herzens auf die motorischen der Blutgefässe. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1866, S. 128.
43. *I. Worm-Müller*. Die Abhängigkeit des arteriellen Druckes von der Blutmenge. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1873, S. 159.
44. *E. Schubert*. Physiologisches Institute. Wiss. Z. der Karl—Marx—Univ. zu Leipzig. Math.—Nat. Reihe. 14 Jg., 1965, H. 1.
45. *C. Eckhard*. Über das Abhängigkeitsverhältnis der Bewegungen der Lymphherzen der Frösche vom Rückenmark. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1849, H. 8, S. 211.
46. *F. Noll*. Über den Lymphstrom in den Lymphgefässen und die wesentlichen anatomischen Bestandtheile der Lymphdrüsen. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1850, 9, S. 52.
47. *W. Krause*. Zur Physiologie der Lymph. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., N. F. VII, 1855, S. 148.
48. *W. Tomsa*. Beiträge zur Anatomie des Lymphgefäss — Ursprungs Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 1863, S. 324.
49. *C. Ludwig, Th. Zawarykin*. Die Lymphwurzeln in der Niere des Säugetieres. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Cl., 1863, S. 242.
50. *F. Schweigger-Seidel*. Über die Peritonealhöhle bei Fröschen und ihren Zusammenhang mit dem Lymphgefässsysteme. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1866, S. 68.
51. *G. Generisch*. Die Aufnahme der Lymphe durch die Sehnen und Fascien der Skelettmuskeln. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1870, S. 53.
52. *J. Michel*. Zur näheren Kenntniss der Blut- und Lymphbahnen der Dura mater cerebri. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, S. 81.
53. *V. Paschutin*. Über die Absonderung der Lymphe im Arme des Hundes. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, S. 197.
54. *H. Buchner*. Die Kohlensäure in der Lymphe des atmenden und des erstickten Tieres. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1876, S. 108.

55. *J. Merunowicz*. Die Strömung der Bauchlymphe nach der Vergiftung mit Muscarin. Nicotin und Veratrin. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1876, S. 117.
56. *H. Koepp*e. Die Bedeutung des Lymphstromes für die Zellenentwicklung in den Lymphdrüsen. Du Bois Reymonds Arch. Physiol. Suppl., 1890, S. 174.
57. *S. Drubin*. Über Blutplättchen des Säugetieres und Blutkörperchen des Frosches. Du Bois Reymonds Arch. Physiol. Suppl., 1893, S. 211.
58. *R. Mosen*. Die Herstellung wägbarer Mengen von Blutplättchen. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1893, S. 352.
59. *A. Schäffer*. Über die Kohlensäure des Blutes und ihre Ausscheidung mittels der Lunge. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss., 1860, s. 580.
60. *W. Preyer*. Über die Bindung und Ausscheidung der Blutkohlen-säure bei der Lungen — und Gewebeatmung. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math. Nat. Kl., 1864, H. 49B, S. 27.
61. *A. Schmidt*. Über die Kohlensäure in Blutkörperchen. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1867.
62. *C. Ludwig*. Zusammenstellung der Untersuchungen über Blutgase, welche aus der physiologischen Anstalt der Josefs — Akademie hervorgegangen sind. Z. d. K. Ges. d. Ärzte in Wien. Mediz. Jahrbücher, 21, Jg, Bd. 1, 1865, S. 146.
63. *A. Schmidt*. Die Atmung innerhalb des Blutes. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1867, S. 99.
64. *L. Wooldridge*. Über die Funktion der Kammernerven des Säugetierherzens. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1883, S. 522.

Глава седьмая

1. *J. J. Müller*. Über die Atmung in der Lunge Arbeiten 1869, S. 37.
2. *P. Einbrodt*. Über den Einfluss der Atembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math.— Nat. Kl., 1860, S. 361.
3. *C. Ludwig*. Einige Bemerkungen zu Valentins Lehren von Atmen und vom Blutkreislauf. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1845, S. 147.
4. *J. Sczelkow*. Zur Lehre vom Gasaustausch in den verschiedenen Organen. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math.— Nat. Cl., 1862, S. 171.
5. *J. Lépine*. Über die Entstehung und Verbreitung des tierischen Zuckerfermentes. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1870, S. 119.
6. *O. Frank*. Zur Lehre von der Fettresorption. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1894, S. 297.
7. *P. Walther*. Zur Lehre von der Fettresorption. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1890, S. 329.
8. *S. Tschiriew*. Der tägliche Umsatz der verfütterten und der transfundierten Eiweißstoffe. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1874, S. 292.
9. *E. Drechsel*. Beiträge zur Kenntnis des Stoffwechsels. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1891, S. 236.
10. *M. Ogata*. Über die Verdauung nach der Ausschaltung des Magens. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1883, S. 405.

11. *A. Heller.* Über die Blutgefäße des Dünndarmes. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, S. 3.
12. *W. Beetz.* Über den Blutstrom in der Leber insbesondere den in der Leberarterie. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math.—Nat. Kl., 1863, S. 238.
13. *L. Gerlach.* Über die Bestimmung der Minerale des Blutserums durch die directe Fällung. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, S. 99.
14. *Th. Casch.* Über den Antheil des Magens und des Pancreas an der Verdauung. des Fettes Du Bois-Reymonds Arch Physiol 1880, S. 323.
15. *A. Schmidt-Mülheim.* Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1879, S. 39.
16. *C. Kupffer, C. Ludwig.* Die Beziehungen der Nervi vagi und splanchnici zur Darmbewegung. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Nat., C., 1857, 25, S. 580.
17. *G. Asp.* Zur Anatomie und Physiologie der Leber. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1873, S. 124.
18. *P. Spiro.* Über die Gallenbildung beim Hunde. Du Bois Reymonds. Arch. Physiol., 1880, S. 50.
19. *Kufferath.* Über die Abwesenheit der Gallensäuren im Blute nach dem Verschluss des Callen und des Milchbrustganges. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1880, S. 92.
20. *J. Schmulewitsch.* Neue Versuche über Gallenabsonderung. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1868, S. 113.
21. *A. Kunkel.* Über das Verhältnis der mit dem Eiweiss verzehrten zu der durch die Galle ausgeschiedenen Schwefelmenge. Arb. a. der. Phys. Anst. zu Leipzig, 1875, S. 112.
22. *C. Rahn.* Einiges über Speihelsekretion. Inaug., Diss. Med. Fak., Zürich. Wiss. 1850.
23. *E. Becher, C. Ludwig.* Mitteilung eines Gesetzes, welches die chemische Zusammensetzung des Unterkiefer speichels beim Hunde. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., F. 1, 1851, S. 278.
24. *N. O. Bernstein.* Zur Physiologie der Bauchspeichelabsonderung. Arb. a. d. Phys. Anst zu Leipzig, 1869, S. 1.
25. *H. Shröer.* Carl Ludwig, Stuttgart, 1967.
26. *E. Cyon.* Über die Nerven des Peritoneum. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1868, S. 104.
27. *G. Asp.* Beobachtungen über Gefässnerven. Arb., a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1867, S. 131.
28. *М. Г. Ярошевский.* Проблема детерминизма в психофизиологии XIX века. Душанбе, 1961.
29. *F. Mischer.* Zur Frage der sensiblen Zeitung im Rückenmark. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1870, S. 172.
30. *F. Nawrocki.* Beitrag zur Frage der sensiblen Leitung im Rückenmarke. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1871, S. 89.
31. *K. Woroschiloff.* Der Verlauf der motorischen und sensiblen Bahnen durch das Lendenmark des Kaninchens. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1874, S. 99.
32. *А. А. Ухтомский.* Собрание сочинений, т. IV. Л., 1945.
33. *W. Sirotnin.* Die punktförmige Reizung des Froschrückenmarkes. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1887, S. 154.
34. *Boeck.* Die Reizung des Kaninchenrückenmarkes mit der Nadel Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1889, S. 238.

35. *V. Paschutin*. Über den Bau der Schleimhaut der regio olfactoria des Frosches. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1873, S. 41.
36. *Е. А. Финкельштейн*. Василий Яковлевич Данилевский. М., Изд-во АН СССР, 1955.
37. *Н. Schröer*. Carl Ludwig und die Neurophysiologie. Jn d. Buch: *K. Rothschuh*. Von Boerhaave bis Berger. Stuttgart, 1964.

Глава восьмая

1. *C. Ludwig*. Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Bd. I, II. Leipzig, 1858, 1861.
2. *J. Müller*. Handbuch der Physiologie des Menschen, 4 verb. Auflage. Conblenz, 1844.
3. *Н. Schröer*. Carl Ludwig. Stuttgart, 1967.
4. *Г. Струве*. Физиология Людвига с психологической точки зрения.— «Русский вестник», 1870.
5. *Г. Струве*. Самостоятельное начало душевных явлений. 1870.
6. *М. Г. Ярошевский*. Иван Михайлович Сеченов. Л., «Наука», 1968.
7. *К. А. Тумирияев*. Сочинения, т. 8. М., Изд-во АН СССР, 1937—1939.
8. *K. Rothschuh*. Johannes Müller und Carl Ludwig. Dtsch. med. Wochenschr., 78, Jg. Stuttgart, 2, Januar, 1953, S. 57.
9. *E. Bauereisen*. Carl Ludwig als Begründer der modernen Physiologie. Wiss. Z. Karl — Marx — Univ. Leipzig, 4S, 400 1956/57.
10. *H. Drischel*. Carl Ludwig — über Leben und Wirken eines grossen deutschen Physiologen. Wiss. Z. Karl — Marx — Univ. Leipzig, 19, J. H. 2, 1970, S. 305.
11. *K. Rothschuh*. Von Boerhaave bis Berger. Stuttgart, 1964.
12. *К. Х. Кекчеев*. И. М. Сеченов. М., 1933.
13. *W. Stirling*. Some Apostles of physiology. London, 1902.
14. *Е. М. Вермель*. История учения о клетке. М., «Наука», 1970.
15. *E. Epstein*. Die Briefe von J. Müller. Dtsch. med. Z., 1960.
16. *Г. Глазер*. Исследователи человеческого тела от Гиппократов до Павлова. М., «Медицина», 1950.

Глава девятая

1. *Дж. Бернал*. Наука в истории общества. М., Изд-во АН СССР, 1956.
2. *В. Оствальд*. Великие люди. СПб., 1910.
3. *Г. Гельмгольц*. Об академической свободе Германских университетов. М., 1879.
4. *Н. Rein*. Dem deutschen Physiologen Carl Ludwig zum Gedächtnis. Hessenland Marburg, 1937.
5. *H. Drischel*. Carl Ludwig — über Leben und Wirken eines grossen deutschen Physiologen (Vortrag im Rahmen der Carl — Ludwig — Ehrung auf dem 2. Internationalen Symposium Biokybernetik. Leipzig, 1969. Wiss. Z. Math.—Naturwiss. Reihe, 19, Jg. 1970. H. 2.
6. *M. H. Frank*. The Physiological Influence Carl Ludwig in the English Speaking Countries. 2. Internationalen Symposium Biokybernetik Leipzig. Naturwiss. Reihe. 1970, H. 2.

7. *E. Schubert*. Physiologisches Institut. Wiss. Z. Karl — Marx — Univ. Leipzig, Math.—Naturwiss. Reihe, 4. Jg., 1965, H. 1.
8. *K. Rothschild*. Die Geschichte der Physiologie. Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1953.
9. *H. Schröer*. Carl Ludwig. Stuttgart, 1967.
10. *М. Г. Ярошевский*. Иван Михайлович Сеченов. М.—Л., «Наука», 1968.
11. *M. Frey, J. Kries*. Über die Mischung von Spectralfarben. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1881, S. 336.
12. *M. Frey*. Über zusammengesetzte Muskelzuckungen. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1888, S. 213.
13. *M. Frey, M. Gruber*. Untersuchungen über den Stoffwechsel isolirter Organe. 1. Ein Respirationsapparat für isolirte Organe. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1885, S. 519.
14. *M. Frey*. Versuche über den Stoffwechsel des Muskels. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1885, S. 533.
15. *M. Frey, L. Krebl*. Untersuchungen über den Puls. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1890, S. 31.
16. *M. Frey*. Das Plateau des Kammerpulses. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1893, S. 1.
17. *J. Kries*. Beitrag zur Physiologie der Gesichtsempfindungen. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1878, S. 503.
18. *J. Kries, Küster*. Über die angeborene Farbenblindheit. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1879, S. 513.
19. *J. Kries*. Untersuchungen zur Mechanik des quergestreiften Muskels. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1880, S. 348.
20. *J. Kries, H. Sewall*. Über die Summierung untermaximaler Reize in Muskeln und Nerven. Du Bois Reymonds Archiv Phys., 1884, S. 66.
21. *H. Kronecker, W. Stirling*. Die Genesis des Tetanus Du Bois Reymonds Arch Physiol., 1878, S. 1.
22. *H. Kronecker, W. Stirling*. Über die sogenannte Anfangszuckung. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1878, S. 394.
23. *L. Luciani*. Eine periodische Funktion des isolirten Froschherzens. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, S. 113.
24. *L. Luciani*. Physiologie des Menschen, Bd. I—IV. Jeno, 1905—1911.
25. *A. Mosso*. Von einigen neuen Eigenschaften der Gefässwand. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig. 1874, S. 156.
26. *R. Tigerstedt*. Untersuchung über die Latenzdauer der Muskelzuckung in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Variablen. Du Bois Reymonds Arch. Physiol. Suppl., 1885, S. 111.
27. *Р. А. Тигерштедт*. Учебник физиологии человека. СПб., 1901.
28. *J. Izquierdo*. Balance cuatricentenario de la Fisiologia en Mexico. Edic. Ciencia Mexico, 1934.
29. *M. Foster*. Lectures on the history of physiology during the XVI, XVII and centuries. Cambridge, 1924.
30. *W. H. Gaskell*. Über die Wand der Lymphcapillaren. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig. 1876, S. 143.
31. *W. H. Gaskell*. Über die Änderungen des Blutstroms in den Muskeln durch die Reizung ihrer Nerven. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1876, S. 45.
32. *L. Wooldridge*. Über einen neuen Stoff des Blutplasmas. Du Bois Reymonds. Arch. Physiol., 1884, S. 313.

33. *L. Wooldridge*. Zur Chemie der Blutkörperchen. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1881, S. 387.
34. *L. Wooldridge*. Zur Gerinnung des Blutes. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1883, S. 389.
35. *L. Wooldridge*. Über die Funktion der Kammernerven des Säugetierherzens. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1883, S. 522.
36. Переписка И. П. Павлова. Л., Изд-во АМН СССР, 1970.
37. *W. Stirling*. Beiträge zur Anatomie der Cutis des Hundes. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1875, S. 101.
38. *W. Stirling*. Some Apostles of Physiology. London, 1902.
39. *H. P. Bowditch*. Über die Interferenz des retardierenden und beschleunigenden Herznerven. Arb. a. d. Phys. An. st. zu Leipzig, 1872, S. 259.
40. *H. P. Bowditch*. Über den Nachweis der Uermüdlichkeit des Säugethiernerven. Du Bois Reimonds Arch. Physiol., 1890, S. 505.
41. *W. Cannon*. The Way of an Investigator. N. Y. 1942.

Глава десятая

1. *А. Б. Перельман*. Московская медико-хирургическая академия. М., Медгиз, 1961.
2. Историк-марксист, 1941, № 6.
3. *В. Я. Данилевский*. Профессор И. П. Щелков. Харьков, 1909.
4. *И. М. Сеченов*. Неопубликованные работы, переписка, доклады. М., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 109.
5. *М. Г. Ярошевский*. Иван Михайлович Сеченов. Л.—М., «Наука», 1968.
6. *Х. С. Коштоянц*. Очерки по истории физиологии в России, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946.
7. *С. Р. Микулинский*. Развитие общих проблем биологии в России. М., Изд-во АН СССР, 1961.
8. *Г. А. Михайловская*. Вопросы медицины в трудах Гегеля.— «Советское здравоохранение». 1962, № 12.
9. *А. И. Герцен*. Дилетантизм в науке. Письма об изучении природы (1842—1846). Сочинения, т. 2. М., ГИХЛ, 1955.
10. *М. Ильин, Е. Сегал*. Бородин. М., «Молодая гвардия», 1953.
11. *K. Rothschild*. Die Geschichte der Physiologie. Berlin, 1953.
12. *H. Schröer*. Karl Ludwig. Stuttgart, 1967.
13. *S. Chesnokova, M. Lindemann*. Russische Physiologen in den Laboratorien von Carl Ludwig. Wiss. Z. Karl — Marx — Univ. Leipzig, Math — Naturwiss. Reihe 19, Jg., 1970, H. 2.
14. *С. А. Чеснокова*. Карл Людвиг и его научная школа (К 100-летию Лейпцигского института физиологии им. К. Людвиг).— «Физиологический журнал СССР», т. LVI. 1970, № 6.
15. *И. М. Сеченов*. Автобиографические записки. М., Изд-во АМН СССР, 1952.
16. *М. Н. Шатерников*. И. М. Сеченов (Биографический очерк). В кн.: И. М. Сеченов. Избранные труды. М., Изд. ВИЭМ, 1935.
17. *С. М. Чирьев*. Карл Людвиг (Некролог). «Изв. унив. Св. Владимира», спец. выпуск. Киев, 1895 г.
18. *Б. И. Збарский* и др. Учебник биохимии. М., Медгиз, 1954.
19. *И. М. Сеченов*. Исследование центров, задерживающих отраженные движения в мозгу лягушки.— «Медицинский вестник». М., 1963, № 1, 2, 3.

20. *И. М. Сеченов*. Прибавление к учению о нервных центрах, задерживающих отраженные движения.— «Медицинский вестник». М., 1963, № 34, 35.
21. *В. Оствальд*. Великие люди. СПб., 1910.
22. *Л. Бюхнер*. Мозг женщины. СПб., 1900.
23. *И. М. Сеченов, Н. П. Суслова*. Лимфатические сердца лягушки.— «Медицинский вестник», 1868, № 64.
24. *J. Setchenoff, I. Metschnikof*. Zur Lehre über die Vaguswirkung auf das Herz. Zbl. f. d. Wiss., Jg. 11, 1868, № 11.
25. *Х. С. Коштоянц*. Сеченов. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1941.

Глава одиннадцатая

1. *P. Einbrodt, C. Ludwig*. Über den Einfluss der Atembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck. Wiener Sitzungbericht, 1860, Bd. XL.
2. *И. И. Мечников*. Страницы воспоминаний. М., 1946.
3. *И. П. Щелков*. Учебник физиологии. Харьков, 1871—1874.
4. *В. П. Скалозуб*. Материалы к истории кафедры нормальной физиологии харьковского государственного университета (канд. дисс.). Харьков, 1957.
5. *W. Tomsa*. Die Lymphwege der Milz. Sitzungber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 48B, 1863, S. 652.
6. *W. Tomsa*. Beiträge zur Lymphbildung. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.—Nat. Kl., 46B, 1863, S. 185.
7. *М. К. Кузьмин*. Академик Ф. В. Овсянников. М., Медгиз, 1963.
8. *O. Funke*. Lehrbuch der Physiologie, 3 a. Aufl. Bd. 1—2. Leipzig, 1860.
9. *F. Owsjannikow*. Die tonischen und reflectorischen Centren der Gefässnerven. Arb. a. der Phys. Anst zu Leipzig, 1871.
10. *Н. О. Ковалевский*. Труды профессора Н. О. Ковалевского (1860—1890). Казань, 1895.
11. *Н. О. Ковалевский*. Как смотрят физиологи на жизнь вообще и психику в особенности. Казань, 1876.
12. *Р. М. Зинанова*. Из истории борьбы за материализм в медицине в Казанском университете во 2-ой половине XIX века. Казанский медицинский журнал, 1880, № 3.
13. *A. Schmidt*. Die Atmung innerhalb des Blutes. Arb. a. d. Phys. Ans. zu Leipzig, 1867, S. 99.
14. *К. Н. Устинович*. Экспериментальные исследования теории мочеотделения (дисс. на степень д-ра медицины). СПб., 1873.
15. *J. Izquierdo*. La Fisiologia en Mexico. Mexico, 1934.
16. *Ф. Н. Заварыкин*. Общая гистология. СПб., 1879.
17. *Е. Нилов*. Боткин. М., «Молодая гвардия», 1966.
18. *А. И. Метелкин, Е. А. Алов, Е. Я. Хесин, А. И. Бабухин* — основатель московской школы гистологов, бактериологов. М., 1955.
19. *Л. А. Кукуев*. В. А. Бец (1834—1894). М., Медгиз, 1950.
20. *N. Baxt*. Über die Stellung des nervus Vagus zum nervus accelerans cordis. Arb. a. d. Phys. Anst zu Leipzig, 1875, S. 179.
21. *N. Baxt*. Die Verkürzung der Systolenzeit durch n. accelerans cordis. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1878, S. 122.
22. *N. Baxt*. Die Folgen maximaler Reize von ungleicher Dauer auf den Nervus accelerans cordis. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1877, S. 521.

23. *E. Cyon, C. Ludwig.* Die Reflexe eines d.sensiblen Nerven d. Herzens auf die motorischen der Blutgefäße. Arb. a. der Phys. Anst. zu Leipzig, 1866.
24. *И. Цион.* Рефлексы одного из чувствительных нервов на двигательные нервы сосудов. СПб., 1872.
25. *И. Цион.* Курс физиологии, т. I. СПб., 1873; т. 2, 1874.
26. *E. Cyon.* Gesammelte physiologische Arbeiten. Berlin, 1888.
27. *Д. Г. Квасов.* Памяти Ильи Фаддеевича Циона (1842—1912) — Физиологический журнал, тт. X, LVIII, 1962, № 12.
28. *R. Cyon.* Les finances russes et l'épargne française. Reponse an Witte. Paris, 1895.
29. *E. Cyon.* La querre à Dieu et le morale laoque. Paris, 1883.
30. *И. Ф. Цион.* Научные беседы. СПб., 1880.
31. *S. Tschirjew.* Der tägliche Umsatz der verfütterten transfundirten Eiweisstoffe. Arb. a. der Phys. Anst. zu Leipzig, 1876.
32. *С. И. Чирьев.* Новая гипотеза цветоощущения. Киев, 1896.
33. *С. И. Чирьев.* Курс лекции по физиологии. Киев, 1897.
34. *С. И. Чирьев.* Общая мышечная и нервная физиология. СПб., 1902.
35. *С. И. Чирьев.* Электрические явления, наблюдаемые на мышечной и нервной тканях. Киев, 1907.
36. *С. И. Чирьев.* Фотограммы электрических кривых сокращающихся мышц и сердца. Киев, 1905.
37. *С. И. Чирьев.* Карл Людвиг (некролог). Киев. 1896.
38. *K. Woroschiloff.* Der Verlauf der motorischen und sensiblen Bahnen in das Lendenmark des Kaninchens. Arb. a. Phys. Anst. zu Leipzig, 1874.
39. *К. В. Ворошилов.* Памяти К. Людвиг.— «Неврологический вестник», т. 4, вып. 1. Казань, 1896.
40. *Ф. Ф. Навроцкий.* Варшавский университет, медицинский факультет. Варшава, 1878.
41. *Е. А. Финкельштейн. В. Я. Данилевский* — выдающийся русский ученый. М., Медгиз, 1955.
42. *В. Я. Данилевский.* Исследования по физиологии головного мозга (дисс.). 1876.
43. *M. Brazier.* A History of the Electrical Activity of the Brain. New York, 1961.
44. *В. Я. Данилевский.* Физиология человека, т. I. М., 1913, т. II, 1914.
45. *В. Я. Данилевский.* О суммировании электрических раздражений блуждающих нервов, XXXV, кн. 2. СПб.
46. *P. Spigo.* Über die Gallenbildung beim Hunde. Du Bois Reimond Arch. Physiol. Suppl., 1880, 50.
47. *И. А. Чувевский.* Профессор Карл Людвиг (некролог). Харьков, 1895.
48. *И. П. Павлов.* Избранные произведения. М., Изд-во АН СССР, 1949.
49. *V. Paschutin.* Über die Absonderung der Lymph in Arme des Hundes. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, S. 197.
50. *V. Paschutin.* Über den Bau des Schleimhaut der Regio olfactoria des Frosches. Arb. a. Phys. Anst. zu Leipzig, 1873.
51. *Л. И. Бубличенко.* Д. О. Отт (1855—1929). Л., Медгиз, 1960.
52. *K. Slavjansky.* Die regressiven Veränderungen der Epithelialzel-

- len in der serösen Hülle des Kaninchenseies. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1872, S. 65.
53. *K. Slavjansky*. Über die Abhängigkeit des Blutes von dem Erregungsgrade der sympathischen Gefässnerven. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1873, S. 251.
54. *J. Dogiel, C. Ludwig*. Ein neuer Versuch über der ersten Herzton. Arb. a. Phys. Anst. zu Leipzig, 1868.
55. *J. Dogiel*. Die Ausmessung der strömenden Blutvolumina. Arb. a. der Phys. Anst. zu Leipzig, 1867.
56. *И. Догель*. Людвиг как ученый и как учитель. Казань, 1896.
57. *W. Sirotinin*. Die punktförmig begrenzte Reizung des Froschrückenmarkes. Du Bois Reymonds Arch. Physiol., 1887, S. 154.
58. *Л. Е. Бразоль*. Каким образом освобождается кровь от избытка сахара. СПб., 1884.
59. *В. Фавр*. Профессор В. К. Высокович. Харьков, 1913.
60. *V. Wisokovitch*. Die Gewinnung der Milchsäure aus der Künstlich durchbluteten Leber. Arch. Anat. u. Phys., 1887.
61. Die Arbeiten aus der Physiologischen Anstalt zu Leipzig, N 3. Leipzig, 1868.
62. *И. М. Сеченов*. Беглый очерк научной деятельности русских университетов по естествознанию за последнее двадцатилетие. Собрание сочинений, т. 2. М., 1908.
63. *Э. Брюкке*. Учебник физиологии, т. 1—2. СПб., М., 1876.
64. *Б. М. Кедров*. Микроанатомия великого открытия. М., «Наука», 1970.

З а к л ю ч е н и е

1. *И. П. Павлов*. Избранные произведения. М., Изд-во АН СССР, 1949.
2. *Г. Селье*. На уровне целого организма. М., «Наука», 1972.
3. *А. И. Герцен*. Письма об изучении природы. Избранные философские произведения, т. 1. М., Госполитиздат, 1948.

**Даты основных событий жизни и деятельности
К. Людвига ***

- 1816, 29 декабря — Родился в Витценхаузене.
- 1821 Поступление в народную школу в Витценхаузене.
- 1825 Окончание народной школы в Витценхаузене. Поступление в гимназию в Ганау.
- 1934 Окончание гимназии. Поступление в Марбургский университет на медицинский факультет.
- 1836 Исключение из университета за участие в политических выступлениях.
- 1836 Продолжение обучения на медицинском факультете в университете в Эрлангене.
- 1838 Посещение хирургической школы в Бамберге.
- 1839 Восстановление в Марбургском университете.
- 1840 Окончание медицинского факультета Марбургского университета и получение звания доктора медицины. Начало работы в лаборатории Бунзена в Марбурге.
- 1841 Начало работы вторым прозектором в Марбургском анатомическом институте под руководством Людвига Фика
- 1842 Защита диссертации на тему о фильтрационном механизме мочеобразования.
- 1843 Назначение первым прозектором.
- 1843—Изучение гемодинамики с применением собственных методик
- 1848 регистрации кровяного давления.
- 1846 Изобретение кимографа.
- 1847 Опубликование методики регистрации на кимографе кровяного давления. Начало применения ауторегистрации органов в физиологии.
- 1847 Знакомство с И. Мюллером, Э. Брюкке, Э. Дюбуа Реймоном и Г. Гельмгольцем
- 1848 Участие в политической жизни Марбурга. Редактирование газеты либерального направления.

* Использованы данные Г. Шроера с сокращениями.

- 1848 Совместная работа с Альфредом Фолькманном в Галле над вопросами физиологии кровообращения. Работа над вопросами диффузии и осмоса. Изучение морфологии сердца. Начало работы над учебником по физиологии.
- 1849 Назначени на должность ординарного профессора кафедры анатомии и физиологии Цюрихского университета. Женитьба на Христине Эндманн.
- 1850 Открытие секреторных нервов.
- 1850—Избрание деканом медицинского факультета Цюрихского университета.
- 1851
- 1852 Выход первого тома учебника физиологии. Изучение секреции. Работа по физиологии кровообращения.
- 1854 Участие в работе съезда естествоиспытателей в Геттингене.
- 1855 Приглашение в военно-медицинскую академию в Вене.
- 1855 Исследование лимфатической системы, проницаемости капилляров. Продолжение экспериментального изучения диффузии и осмоса. Основные работы по изучению газов крови. Формирование интернациональной научной школы.
- 1856 Выход второго тома учебника физиологии.
- 1859 Конструирование «газового насоса».
- 1863—Работы над вопросами нервной регуляции кровообращения.
- 1864 Доказательство наличия сосудистого тонуса и его центральной регуляции с участием центра в продолговатом мозгу.
- 1865 Приглашение возглавить кафедру физиологии в Лейпцигском университете. Первые опыты с изолированными органами.
- 1866 Открытие депрессорного нерва.
- 1867 Конструирование «кровяных часов».
- 1868—Избрание деканом медицинского факультета Лейпцигского университета.
- 1869 Открытие физиологического института в Лейпциге
- 1869—Исследования физиологии сердца, гемодинамики, регуляции кровообращения. Работы по физиологии дыхания, пищеварения и интермедиального обмена. Работы гистологического характера. Организация специализированной гистологической лаборатории.
- 1879 Избрание К. Людвига президентом общества защиты животных.
- 1883 Организация Отделения лаборатории физиологической химии в институте физиологии.
- 1884 Награждение медалью Коплея Королевским обществом Лондона. Принятие в члены иностранных академий. Награждение почетными орденами.
- 1890 Избрание почетным гражданином города Лейпцига.
- 1895, 23 апреля — Смерть К. Людвига.

1. *C. Ludwig*. De olei jecoris aselli partibus efficacibus. Inaug. Diss. Med. Fak. Marburg, 1840.
2. *C. Ludwig*. De viribus physicis secretionem urinae adjuvantibus. Marburge Cattorum, Habilitationsschrift, 1842.
3. *C. Ludwig*. Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsekretion. Marburg, 1843.
4. *C. Ludwig*. Nieren und Harnbereitung. Rudolph Wagners Handwörterbuch der Physiologie, 1844, Bd. II, S. 628.
5. *C. Ludwig*. Einige Bemerkungen zu Valentins Lehren vom Athmen und vom Blutkreislauf. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1845, 3, S. 147.
6. *C. Ludwig*. Beiträge zur Kenntnis des Extraktivstoffe der Säugthiere. Annalen der Chemie und Pharmacie, hrsg. von Fr. Wöhler und J. Liebig, 1845, 56, S. 95.
7. *C. Ludwig*. Über das Vorkommen und die Bedeutung des Proteinbioxyds im thierischen Organismus. Joh. Müllers Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Med., 1846, S. 171.
8. *C. Ludwig*. Erwiderung auf Valentins Kritik der Bemerkungen zu seinen Lehren vom Athmen und vom Blutkreislauf. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1846, 4, S. 183.
9. *C. Ludwig*. Beiträge zur Kenntnis des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den Blutlauf im Aortensysteme. Joh. Müllers Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Med., 1847, S. 242.
10. *C. Ludwig*. Über die Herznerven des Frosches. Joh. Müllers Arch. f. Anat. Physiol. u. wiss. Med., 1848, S. 139.
11. *C. Ludwig*. Über den Herzspitzenstoss. Henle u. Pfeuffers f. rat. Med., 1848, 6, S. 191.
12. *C. Ludwig*. Über den Bau und die Bewegungen der Herzventrikel. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1849, 7, S. 189.
13. *C. Ludwig*. Über die endosmotischen Aequivalente und die endosmotische Theorie. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1848, 8, S. 1. Vom Verf. im Auszug mitgeteilt in Poggendorffs Annalen für Physik und Chemie, 1849, Bd. 78, S. 307—326.
14. *M. Hoffa* und *C. Ludwig*. Einige neue Versuche über Herzbewegung. Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med., 1850, 9, S. 107.
15. *C. Ludwig*. Neue Versuche über die Beihilfe der Nerven zur Speichelabsonderung.— Mittheilungen der Züricher Naturforschenden Gesellschaft, 1850, Nr. 50 (Zusätze).

16. *E. Becher* und *C. Ludwig*. Mittheilung eines Gesetzes, welches die chemische Zusammensetzung des Unterkieferspeichels beim Hunde bestimmt. *Henle u. Pfeuffers. Z. f. rat. Med.* 1851, I, S. 278.
17. *C. Ludwig*. Neue Versuche über die Beihilfe der Nerven zur Speichelabsonderung. *Henle u. Pfeuffers. Z. f. rat. Med.* 1851, I, S. 255.
18. *C. Ludwig*. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. I. Aufl., Bd. I. Akademische Verlagshandlung C. F. Winter. Heidelberg 1852.
19. *C. Ludwig*. Zur Verständigung über die Blutanalyse durch Mischung; eine Antwort auf die Erwiderung des Herrn Zech. *Henle u. Pfeuffers Zschr. f. rat. Med.*, 1854, S. 353.
20. *C. Ludwig*. Zur Ablehnung der Anmuthungen des Herrn R. Wagner in Göttingen. *Henle u. Pfeuffers Z. f. rat. Med.*, 1854, V, s. 269, 1854.
21. *C. Ludwig*. Zusammenstellung der Untersuchungen über Blutgase, welche aus der physiologischen Anstalt der Josefs — Akademie hervorgegangen sind. *Z. d. K. K. Ges. d. Ärzte in Wien. Mediz. Jahrbücher*, 1855, Bd. I, S. 146.
22. *C. Ludwig*. Diffusion zwischen ungleich erwärmten Orten gleich zusammengesetzter Lösungen. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math. Nat. Cl.* 1856, 20, S. 539.
23. *C. Ludwig*. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. I. Aufl., Bd. II, Akademische Verlagshandlung C. F. Winter, Heidelberg 1856.
24. *Kupffer, C. Ludwig*. Die Beziehungen der Nervi vagi und splanchnici zur Darmbewegung. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Nat. Cl.*, 1856, S. 539.
25. *C. Ludwig* und *A. Spiess*. Vergleichung der Wärme des UnterkieferdrüsenSpeichels und des gleichseitigen Carotidenblutes. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Nat. Cl.*, 1857, 25, S. 584.
26. *C. Ludwig*. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2. neubearbeitete Aufl., Bd. I. Leipzig und Heidelberg 1858.
27. *C. Ludwig* und *J. Stefan*. Über den Druck, den das fließende Wasser senkrecht zu seiner Stromrichtung ausübt. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math. Nat. Cl.*, 1858, 32, S. 25.
28. *C. Ludwig*. Neue Versuche über die Temperatur des Speichels. *Wiener med. Wschr.*, 1, Jg. 1860, S. 433 u. 449.
29. *C. Ludwig* und *W. Tomsa*. Die Anfänge der Lymphgefäße im Hoden. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Nat. Cl.*, 1861, 44, S. 155.
30. *C. Ludwig*. Über die Kräfte des Nervenprimitivrohrs. *Wiener med. Wschr.*, 11, Jg. 1861, S. 729.
31. *C. Ludwig*. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2. neubearbeitete Aufl., Bd. II. Leipzig und Heidelberg 1861.
32. *C. Ludwig*. Über das Rückenmark. (Aus meinen Privatvorträgen über Physiologie). *Wiener med. Wschr.*, 12 Jg. 1862, S. 81, 97, 113, 129.
33. *C. Ludwig*. Einige neue Beziehungen zwischen dem Bau und der Funktion der Niere. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math. Nat. Cl.*, 1863, 48 B, S. 725.
34. *C. Ludwig, Th. Zawarykin*. Die Lymphwurzeln in der Niere des

- Säugethieres. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math. Nat. Cl., 1863, S. 242.
35. *C. Ludwig* und *Th. Zawarykin*. Zur Anatomie der Niere. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Nat. Cl., 48B, S. 691, 1863.
 36. *C. Ludwig* und *W. Tomsa*. Die Lymphgefäße des Hodens und ihr Verhältnis zu den Blut und Samengefäßen. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Nat. Cl., 1863, S. 221.
 37. *C. Ludwig* und *L. Thiry*. Über den Einfluss des Halsmarkes auf den Blutstrom. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Math. Nat. Cl., 1864, 49 B, S. 421.
 38. *C. Ludwig*. Zusammenstellung der Untersuchungen über Blutgase, welche aus der physiologischen Anstalt der Josefs — Akademie hervorgegangen sind. Z. d. K. K. Ges. d. Ärzte in Wien. Mediz. Jahrbücher, 1865, I Bd, S. 146.
 39. *E. Gyon*, *C. Ludwig*. Die Reflexe eines der sensiblen Nerven des Herzens auf die motorischen der Blutgefäße. Arb. a. d. Phys. Anst. zu L. 1866, S. 128.
 40. *C. Ludwig* und *F. Schweigger — Seidel*. Über das Centrum tendineum des Zwerchfelles. Arb. a. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1866, S. 174.
 41. *I. Dogiel* und *C. Ludwig*. Ein neuer Versuch über den Ersten Herzton Arb. aus. d. Phys. Anst. zu Leipzig, 1868, 78.
 42. *C. Ludwig* und *A. Schmidt*. Das Verhalten der Gase, welche mit dem Blut durch den reizbaren Säugethiermuskel strömen. Arb. d. d. Phys. Anst. zu L. 1868, S. 1.
 43. *C. Ludwig*. Bemerkungen über den Stoss und den ersten Ton des Herzens. A. Edelman, Leipzig, 1869.
 44. *C. Ludwig*. Von der Niere. In: S. Stricker (Hrsg.): Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. Leipzig, 1871/1872, Bd. I, S. 489.
 45. *C. Ludwig* und *F. Schweigger-Seidel*. Die Lymphgefäße der Fascien und Sehnen, Leipzig, 1872.

Данные о русских ученых, работавших у К. Людвига

Фамилии	Даты жизни	Тема экспериментальной работы
Н. И. Афанасьев	?—1872	Газы крови
А. И. Бабухин	1827—1891	Функции сердца
Н. И. Бакст	1841—1904	Регуляция деятельности сердца
В. И. Бакст	1835—1879	Возбудимость периферических нервов
Н. О. Бернштейн	1836—1891	Газы крови
В. А. Бец	1834—1894	Особенности кровообращения в печени
Л. Е. Бразоль	1854—?	Регуляция содержания сахара в крови
К. В. Ворошилов	1842—1899	Проводящие пути спинного мозга
В. К. Высокович	1854—1912	Содержание молочной кислоты в крови
В. Я. Данилевский	1852—1939	Влияние блуждающих нервов на сердце
И. М. Догель	1830—1916	Физиология сердца, гемодинамика
В. И. Дыбковский	1836—1870	Свойства плевры
Ф. Н. Заварыкин	1835—1905	Строение почек
Н. О. Ковалевский	1840—1891	Газообмен в легких
Ф. Ф. Навроцкий	1837—1902	Проводящие пути спинного мозга
Ф. В. Овсянников	1827—1906	Локализация сосудодвигательного центра
Д. О. Отт	1855—1929	Трансфузия различных кровезаменителей
И. П. Павлов	1849—1936	Влияние на сердце усиливающего нерва
В. В. Пашутин	1845—1901	Лимфообращение; строение зрительных долей мозга лягушки
А. Ф. Пруссак	1839—1897	Кровообращение в барабанной перепонке
И. М. Сеченов	1829—1905	Газы крови
К. Ф. Славянский	1847—1898	Нервная регуляция сосудов; свойства серозных оболочек
В. Собьеранский	?—1902	Физиология мышц
П. А. Спиро	1844—1894	Желчеобразование
Я. Я. Стольников	1830—1899	Вопросы гемодинамики
Б. В. Томса	1831—1895	Влияние раздражения ствола мозга лягушки на спинальные рефлексы
К. Н. Устимович	1838— ок. 1917	Механизмы мочеобразования

Фамилия	Дата жизни	Тема экспериментальной работы
И. Ф. Цион	1842—1912	Иннервация сердца: регуляция кровообращения
С. И. Чирьев	1850—1915	Вопросы лимфообращения
Ф. П. Шереметевский	1840—1891	Координация дыхания и кровообращения
А. А. Шеффер	1831—1922	Газы крови
А. А. Шмидт	1832—1894	Газы крови, свойства эритроцитов
Я. М. Шмулевич	1839—1906	Желчеобразование
И. П. Щелков	1833—1909	Газообмен в органах
П. П. Эйнбродт	1835—?	Координация дыхания и кровообращения

Примечание: В. К. Анреп, Л. А. Беккерс, С. П. Боткин, А. Е. Голубев, А. С. Догель, С. К. Клинович, К. З. Кучин, А. Лебедев, С. В. Левашов, С. М. Лукьянов, Л. З. Мороховец, И. Г. Навалихин, Ф. Ф. Навроцкий, А. А. Остроумов, В. Н. Сиротинин, И. Н. Станкевич, И. А. Чуевский, Э. А. Юнге слушали лекции и изучали методики.

Оглавление

От автора	5
Глава первая	
Обстановка в Германии, предшествовавшая и сопутствовавшая жизни Карла Людвига. Исторический период, философия, культура	11
Исторический период	11
Философия	13
Культура	23
Глава вторая	
Методология физиологической науки во второй половине XIX в. Натурфилософия. И. Мюллер — предшественник К. Людвига	26
Натурфилософия	26
Иоганнес Мюллер	31
Глава третья	
Друзья и единомышленники К. Людвига. Эмиль Дюбуа Реймон, Эрнст Брюкке, Герман Гельмгольц	40
Эмиль Дюбуа Реймон	41
Эрнст Брюкке	49
Герман Гельмгольц	58
Глава четвертая	
Жизненный путь Карла Людвига	68
В Цюрихе	72
В Вене	74
В Лейпциге	77
Глава пятая	
Научное наследие К. Людвига. Новые методики. Исследования изолированных органов. Физико-химические работы.	87
Изучение функций почек	87
Новые методики	88
Исследования изолированных органов	92
Морфологические исследования	95
Физико-химические работы	96
Изучение функций почек	98

Глава шестая	
Работы по физиологии сердца, крово- и лимфообращения.	102
Изучение физико-химических свойств крови	102
Работы по физиологии сердца	102
Работы по физиологии сосудистой системы и кровообращения в целом	107
Лимфа и лимфообращение	114
Исследование физико-химических свойств крови	117
Глава седьмая	
Работы по физиологии дыхания, обмена веществ и пищеварения. Исследования нервной системы	120
Работы по физиологии дыхания	120
Исследования обмена веществ	123
Физиология пищеварения	126
Исследования нервной системы	132
Глава восьмая	
Учебник физиологии. Мировоззрение К. Людвиг. К. Людвиг и И. Мюллер	139
Учебник физиологии Карла Людвиг	139
Мировоззрение Карла Людвиг	142
Карл Людвиг и Иоганнес Мюллер	152
Глава девятая	
Научная школа К. Людвиг. Работа немецких и иностранных ученых у Людвиг	157
Научная школа К. Людвиг	162
Немецкие и иностранные ученые у К. Людвиг	165
Глава десятая	
Учеба русской молодежи за границей. Первые посланцы России у К. Людвиг. К. Людвиг и И. М. Сеченов	176
Карл Людвиг и Иван Михайлович Сеченов	184
Глава одиннадцатая	
Работа отечественных ученых под руководством К. Людвиг	200
В Лейпцигском институте физиологии	208
Заключение	227
Литература	230
Даты основных событий жизни и деятельности К. Людвиг	247
Труды К. Людвиг	249
Данные о русских ученых, работающих у К. Людвиг	252

Софья Александровна Чеснокова

Карл Людвиг
(1816—1895)

Утверждено к печати
редколлегией научно-биографической серии
Академии наук СССР

Редактор *Л. И. Приходько*
Художественный редактор *В. Н. Тихунов*
Художник *С. А. Данилов*
Технический редактор *Л. В. Каскова*

Сдано в набор 4/X 1972 г. Подписано к печати 23/II 1973 г.

Формат 84 × 108¹/₃₂

Усл. печ. л. 13,44. Уч.-изд. л. 13,8.

Тираж 9000 экз. Тип. зак. 1339

Бумага № 2. Т-01249.

Цена 83 коп.

Издательство «Наука», 103717 ГСП,
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука», 121099,
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

Карл Людвиг

С. А. Чеснокова



**Карл
ЛЮДВИГ**



ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ КНИГА:

АСРАТЯН Э. А.

ИВАН ПЕТРОВИЧ ПАВЛОВ

(1849—1936).

19 л. 1 р. 20 к.

Книга посвящена жизни и деятельности Ивана Петровича Павлова, великого русского ученого. Выдающийся физиолог, создатель материалистического учения о высшей нервной деятельности, автор метода условных рефлексов, основатель материалистической психологии — таким предстает И. П. Павлов в книге члена-корреспондента АН СССР Э. А. Асратяна. Она строго научна по содержанию, популярна по форме изложения, хорошо иллюстрирована, рассчитана на широкие круги читателей.

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу:

МОСКВА, В-463, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»;

ЛЕНИНГРАД, П-110, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига» или в ближайшие магазины «Академкнига».

Адреса магазинов «Академкнига»:

Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97; Баку, ул. Джапаридзе, 13; Днепропетровск, проспект Гагарина, 24; Душанбе, проспект Ленина, 95; Иркутск, 33, ул. Лермонтова, 303; Киев, ул. Ленина, 42; Кишинев, ул. Пушкина, 31; Куйбышев, проспект Ленина, 2; Ленинград, Д-120, Литейный проспект, 57; Ленинград, Менделеевская линия, 1; Ленинград, 9 линия, 16; Москва, ул. Горького, 8; Москва, ул. Вавилова, 55/7; Новосибирск, Академгородок, Морской проспект, 22; Новосибирск, 91, Красный проспект, 51; Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137; Ташкент, Л-29, ул. Ленина, 73; Ташкент, ул. Шота Руставели, 43; Томск, наб. реки Ушайки, 18; Уфа, Коммунистическая ул., 49; Уфа, проспект Октября, 129; Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42; Харьков, Уфимский пер., 4/6.