

Министерство образования и науки Российской Федерации

---

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

---

*В. Г. Кнорринг*

**ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ  
НАУКИ И ТЕХНИКИ  
ИНФОРМАЦИОННАЯ СФЕРА  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА  
XVIII ВЕКА ДО ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОНИКИ**

**Учебное пособие**



**Санкт-Петербург**

**2017**

Министерство образования и науки Российской Федерации

---

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

---

*В. Г. Кнорринг*

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ  
НАУКИ И ТЕХНИКИ  
ИНФОРМАЦИОННАЯ СФЕРА  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА  
XVIII ВЕКА ДО ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОНИКИ

Учебное пособие



Санкт-Петербург

2017

УДК 001:940(075.8)  
ББК 72.3:63.3(0)я73  
К53

**Р е ц е н з е н т ы:**

Доктор технических наук, профессор кафедры технологий интроскопии  
Университета ИТМО, председатель УМК по специальности  
«Приборостроение» УМО ВУЗов РФ по образованию в области  
приборостроения и оптоэлектроники *М. Я. Марусина*  
Доктор исторических наук, профессор Гуманитарного института  
СПбПУ *С. Б. Ульянова*

**Кнорринг В. Г. История и методология науки и техники. Информационная сфера человеческой деятельности от промышленного переворота XVIII века до возникновения электроники : учеб. пособие / В. Г. Кнорринг. – СПб. : Изд-во СПбПУ, 2017. – 318 с.**

Учебное пособие является продолжением двух ранее изданных (в 2013 и 2015 гг.) пособий для магистрантов. Так же, как предыдущие пособия, оно является междисциплинарным и может быть использовано магистрантами (и аспирантами) различных образовательных направлений, связанных с информационной техникой, в частности, магистрантами направления 12.04.01 – Приборостроение.

Пособие рассчитано на формирование у магистрантов общенаучных и профессиональных компетенций, связанных со способностью повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, приобретать новые знания и умения, осознавать основные проблемы своей предметной области и смежных областей.

Пособие может представить интерес также для специалистов информационной сферы, желающих расширить свой научный кругозор.

Ил. 93.

Печатается по решению  
Совета по издательской деятельности Ученого совета  
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

**ISBN 978-5-7422-6033-2**

© Кнорринг В. Г., 2017

© Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого, 2017

## Предисловие

Настоящее издание является продолжением пособий для магистрантов:

*Кнорринг В. Г. История и методология науки и техники. Информационная сфера человеческой деятельности с древнейших времён до начала XVI века: Учебное пособие. – СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2013. – 352 с.*

*Кнорринг В. Г. История и методология науки и техники. Информационная сфера человеческой деятельности в эпоху научной революции XVI – начала XVIII веков: Учебное пособие. – СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2015. – 412 с.*

В дальнейшем, при необходимости ссылки на эти пособия, они будут обозначаться соответственно [П1] и [П2].

Оба эти пособия, как и настоящее издание, посвящены развитию *информационной сферы человеческой деятельности* – обширнейшей области, включающей все практические и теоретические занятия, связанные с получением, обработкой, передачей, хранением и использованием информации, какими бы средствами эти операции ни выполнялись. Информационная сфера в широком смысле простирается от таких прикладных областей, как связь, измерительная и вычислительная техника, до таких высот интеллектуально-духовного производства как философия, наука и искусство. Разумеется, многие компоненты широко понимаемой информационной сферы упомянуты вскользь или вообще оставлены без внимания как в предыдущих пособиях, так и в настоящем издании.

Пособие [П1] охватывало громадный период времени, начиная от глубочайшей древности, когда возникли основные элементы информационной сферы человеческой деятельности (речь, письмо, счёт, измерение, связь) и кончая 1519 годом – годом смерти Леонардо да Винчи. В нём было три главы:

1. Зарождение информационной сферы.
2. От древней Греции до раннесредневековой Европы.
3. Средневековье – от Алкуина до Леонардо да Винчи.

По различным поводам в ходе изложения материала этого пособия возникала необходимость в *методологических прерываниях*, которые открывали возможность переключки с современной информационной проблематикой.

В частности, в методологических прерываниях пособия [П1] затрагивались вопросы об уровневой структуре познавательных и вообще информационных процессов, о нечёткости и осуществимости в научных теориях, о роли концептуальных моделей в познании, о достоинствах и недостатках аксиоматиза-



ции, о вреде односторонности при изучении познавательных процессов, о движении и времени, и др.

В пособии [П2] освещался значительно меньший промежуток времени – от XVI века до первой трети XVIII века. Но эта эпоха чрезвычайно важна для истории информационной сферы – в ней проходил революционный процесс формирования *классической науки*, которая и сейчас является основой многих технических дисциплин, а также в большой степени определяет обыденное сознание. Этот процесс и был рассмотрен в пособии [П2], которое тоже содержало три главы:

1. Предтечи научной революции (XVI век).
2. Первая стадия научной революции (до середины XVII века).
3. Развитие и завершение научной революции.

Методологические прерывания этого пособия были посвящены таким вопросам как понятия *научной парадигмы* и смены парадигм в ходе научной революции, соотношение между информацией и знанием, различные трактовки логики, роль знаковых систем в познании, проблемы *теории величин*, возможность создания *общей теории U-образных уровневых моделей* информационных процессов, и др.

В настоящем издании представлялось целесообразным сохранить принцип отбора материала, принятый и, по-видимому, оправдавший себя в предыдущих пособиях: по возможности сосредоточиваться на основных тенденциях в развитии той или иной ветви информационной сферы, оставляя без внимания те события, которые не оказали на неё прямого влияния. Представлялось разумным также сохранить историческую основу изложения с вкраплением в необходимых местах методологических прерываний.

Автор не решился бы опубликовать эту свою работу без поддержки высококвалифицированных и доброжелательных рецензентов – доктора технических наук Марии Яковлевны Марусиной и доктора исторических наук Светланы Борисовны Ульяновой.

## Введение

В предыдущих пособиях изложение истории информационной сферы было доведено до момента завершения (Ньютоном и Лейбницем) научной революции конца XVI – начала XVIII вв. Настоящее издание посвящено следующему этапу развития информационной сферы, охватывающему эпоху *промышленного переворота* в Европе и его последствий. В пособии [П2] начало промышленного переворота датировалось 1733 годом, однако мы не будем жёстко придерживаться этой даты и во многих случаях будем говорить о XVIII веке как о едином целом, вместе с его первой третью.

При сохранении основной направленности изложения, принятой в пособиях [П1; П2], способ подачи исторического материала в настоящем издании придётся изменить.

В предыдущих пособиях изложение строилось в основном *по выдающимся деятелям* информационной сферы. Их было немного, и по большей части они были универсалами – вносили вклады сразу в несколько областей информационной сферы. Поэтому рассмотрение деятельности немногих лиц позволяло судить о развитии всей этой сферы.

Теперь, после завершения научной революции, положение меняется. Информационная сфера развивается широким фронтом, число её деятелей возрастает, а круг интересов многих из них сужается. Формируются отдельные направления развития информационной сферы, а в их рамках – довольно мелкие подразделения.

В этих условиях *биографические сведения* об отдельных деятелях должны отступить на второй план. Вряд ли возможно положить в основу изложения и рассмотренные в пособиях [П1; П2] *функции элементов информационной сферы*, такие как коммуникационная, моделирующая и другие. Вместо этого предлагается построить изложение материала настоящего издания по *различным сторонам* информационной сферы. При этом каждая из них должна рассматриваться по возможности кратко, без чрезмерной детализации.

Что же это за стороны? Как их можно предварительно, “навскидку” охарактеризовать?

Во-первых, это общественные потребности, обуславливающие развитие информационной сферы.

Во-вторых, это философская теория и методология познания, поскольку принципы получения знаний составляют основу информационной сферы.

В-третьих, это гуманитарные элементы информационной сферы (такие, как естественный язык и различные искусства, в частности, музыка), а также гуманитарные науки, занимающиеся изучением этих элементов.

В-четвёртых, это естественные науки, рассматриваемые с позиций найденных в их рамках способов получения знаний.

В-пятых, это научные предпосылки и практические вопросы создания и применения технических средств получения, передачи, обработки и хранения информации.

В-шестых, это организация информационных процессов в обществе, включая научную и образовательную деятельность.

Посмотрим теперь, каково было состояние перечисленных сторон информационной сферы к моменту завершения научной революции – к концу первой трети XVIII века.

1. *Общественные потребности* в период научной революции не могли определять развитие информационной сферы *в целом*: ведь сама эта сфера ещё не была в явном виде сформирована. Однако отдельные направления информационной деятельности не только привлекали внимание общества, но и активно стимулировались им.

Наиболее ярким примером может служить морская навигация. Ради её совершенствования назначаются крупные премии, строятся обсерватории (такие как Гринвичская), конструируются точные часы. Есть и другие примеры: строительство гидротехнических сооружений и откачка воды из шахт требовали исследований в области гидростатики; для нужд военного дела развивалась баллистика; для торговли нужны были разнообразные измерения (вспомним “Стереометрию винных бочек” Кеплера).

Всё только что сказанное относилось к *добыче* информации. Но стала ощущаться необходимость и в механизации её *обработки* (вспомним машину Паскаля для денежных расчётов), а также в ускорении её *передачи* (вспомним оптические телеграфы Гука и Амонтона).

Вместе с тем многие из достижений научной революции не были ответом на конкретные “заказы” общества, а, напротив, в той или иной степени опережали эти “заказы”. Это будет справедливо и для XVIII века.

2. *Теория и методология познания* находились в центре внимания учёных на протяжении всей научной революции. За это время был предложен ряд различных, во многом несовместимых подходов. Достаточно назвать:

- “средний путь пчелы”, которым, в отличие от муравьёв-эмпириков и пауков-догматиков, намеревался пойти Бэкон;
- умозрительный “метод, дабы хорошо направлять свой разум и отыскивать научные истины” Декарта;
- скрупулёзный анализ реального процесса познания, проведённый Локком на основе концепции человеческой души как исходно “чистой доски”;
- саморазвёртывание знания, заключённого в монаде, по диалектическому учению Лейбница.

Все эти подходы подразумевали, что познание есть открытие истин, относящихся к *реальному миру*. Но в первых десятилетиях XVIII века, с 1710 по 1734 гг., вышли из печати основные философские труды Джорджа Беркли, который полностью *растворил онтологию в гносеологии* и отказался от представления о реальности.

Беркли доказывал, что любые общие понятия бессмысленны, поскольку невозможно представить себе нечто, обладающее одновременно различными частными признаками. Тем более бессмысленным представлялось ему наиболее общее понятие – понятие материи. По Беркли существовать – значит быть воспринимаемым. Даже акт божественного творения он трактовал так: идеи, бывшие прежде только в Боге, стали доступными для восприятия человеком.

Конечно, на этом развитие теории познания не остановилось, и в XVIII веке ею станут заниматься многие выдающиеся философы.

3. Из *естественных наук* в начале XVIII века наиболее заметна механика. Начало XVIII века – это время, когда механическая картина мира, построенная Ньютоном, была принята научной общественностью, и одновременно наука получила такое мощное математическое орудие как дифференциальное и интегральное исчисление. Математики в это время рассматривают механику не столько как часть физики, сколько как новую область математического анализа, и с увлечением занимаются ею.

Механические *устройства* информационной сферы в начале XVIII века – это постепенно совершенствуемые часы с маятником (или системой баланс – спираль), а также механические вычислительные устройства, наиболее удачное из которых разработал Лейбниц.

На фоне торжества механики более скромно выглядит оптика. Здесь в ходе научной революции был сформулирован закон преломления, получено спектральное разложение белого света и продемонстрирован синтез цветов, открыты явления дифракции, интерференции, двойного лучепреломления (впослед-

ствии объяснённого поляризацией света). Относительно того, что представляет собой свет, сформировались две точки зрения: волновая теория Гюйгенса и корпускулярная теория Ньютона.

*Использование оптики в информационной сфере в XVII – XVIII веках ограничивается (если не говорить о телескопической астрономии, микроскопах и камерах-обскурах) сигнальными устройствами, основанными на зрительном восприятии информации. Оптические методы исследования – пока дело далёкого будущего.*

Зарождающаяся термодинамика получила к началу XVIII века достаточно надёжные термометры (современная шкала Фаренгейта предложена в 1714 г.). Теперь всё было готово для экспериментов, в результате которых будет выработана необходимая для этой науки система величин.

Химия в начале XVIII века заметно отстаёт от механики; серьёзный рывок она сделает ближе к концу века. Однако уже в предыдущем столетии были высказаны, например, предположения о существовании вещества, которое мы теперь называем кислородом.

С позиций истории информационной сферы особый интерес представляет развитие исследований *электричества* – ведь в настоящее время электричество используется в большинстве информационных устройств. Однако в начале XVIII века эти исследования ещё находятся на начальной стадии. Только около 1727 г. было установлено, что электричество может передаваться от одного тела к другому, и что существуют проводники и изоляторы. В 1735 г. Шарль Франсуа Дюфе очень осторожно высказал предположение о том, что в будущем возможно “получение электричества в больших масштабах”. Но до этого ещё далеко. Ведь электротехника – детище XIX века.

Биология, можно сказать, не участвовала в научной революции – в ней не было ни развитых методов измерений, ни математических моделей. Однако и в ней к началу XVIII века произошли сдвиги. Частично они были связаны с применением микроскопа: были обнаружены мельчайшие животные, обитающие в капле воды; Роберт Гук наблюдал клеточное строение растительных тканей и впервые произнёс само слово *клетка*.

Продвигались и макроскопические исследования. В 1628 г. вышла книга Гарвея “Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных”. Прояснялась сущность дыхания как процесса, сходного с горением.

Для истории информационной сферы важно то, что Декарт описал в общих чертах механизм *безусловного рефлекса*.

4. Учение о языке, наиболее важная для информационной сферы область *гуманитарных наук*, на протяжении научной революции развивалось в рационалистическом духе. Язык рассматривался как средство экспликации мыслей, а это значило, что все языки должны были следовать одним и тем же логическим законам. Дальше всех в этом направлении попытался заглянуть Лейбниц. Он предполагал, что может быть создан своего рода алфавит человеческих мыслей (*characteristica universalis*), который позволит заменить рассуждения безошибочными вычислениями.

Информационная сторона процессов в *человеческом обществе*, по-видимому, ещё не привлекала особого внимания (хотя уже Бэкон мимоходом упоминал своего рода манипуляцию сознанием [П2, с. 117]).

5. Из *технических средств* добычи, передачи, обработки и хранения информации на первом плане в эпоху научной революции выступают измерительные устройства и средства наблюдения. Достаточно вспомнить гигантские лимбы астрономических инструментов Тихо Браге, телескопы Галилея, микроскопы Левенгука и Гука, разнообразные термометры и барометры, призмы Ньютона и многое другое.

За этим изобилием как-то теряются вопросы о том, *что именно* измеряют, скажем, те же термометры и барометры. В XVII веке, может быть, только один Гийом Амонтон понимал, что температура и теплота – не одно и то же. Следующему столетию предстояло разобраться в этом.

Средства передачи, обработки и хранения информации в эпоху научной революции уступают по значимости средствам её добычи.

6. Наиболее заметная черта организации *обмена информацией* в науке XVII века – это переход от переписки, отдельных встреч и небольших кружков учёных к их регулярному общению и взаимодействию в рамках академий. Академии, опекаемые государствами, организуют выполнение определённых исследовательских программ, – в частности, путём объявления конкурсов, в которых с удовольствием участвуют учёные различных стран. Университеты вынуждены подтягиваться, чтобы удовлетворить новым требованиям (но не спешат с этим).

Таково состояние информационной сферы, ещё далёкой от того, чтобы сложиться в единое целое, к моменту начала промышленного переворота, изменившего весь облик европейского общества.

## 1. Развитие информационной сферы в XVIII веке

### 1.1. Европа XVIII века

С точки зрения европейской *международной политики* XVIII век предстаёт как череда войн: это войны за испанское, польское, австрийское наследства (они возникали после кончины бездетных монархов); англо-испанские войны; Семилетняя война; русско-турецкие войны; Северная война 1700–1721 гг.; война за независимость США... Эта сторона европейской истории вряд ли представляет интерес для данной работы.

С позиций *истории общественных формаций* мы видим Европу (и тесно связанную с ней часть Северной Америки) XVIII века как чрезвычайно пёструю картину.

В Англии ещё в предыдущем веке завершилась буржуазная революция; теперь эта страна готовится стать “мастерской мира”, – создается впечатление, что весь интеллект нации направлен на изобретение машин. Короче говоря, начинается промышленный переворот, который в конце XVIII века приведёт к созданию универсального парового двигателя. В результате весь последующий XIX век – во всём европейском и североамериканском мире, а не только в Англии! – окажется “веком пара”.

Во Франции при правлении Людовика XIV, затем Людовика XV и, наконец, Людовика XVI (он окончит жизнь на гильотине в 1793 г.) продолжается блестящая придворная жизнь. Денег постоянно не хватает, вводятся всё новые налоги. В это же время деятели Просвещения философствуют, надеясь на будущее господство Разума, а по существу идеологически подготавливают Великую революцию.

Она и начинается в 1789 г. выступлением “третьего сословия” против первых двух – духовенства и аристократии. “На фонарь аристократов!” – вот клич восставших.

Великая французская революция и последовавшие за ней события окажут на европейские народы значительно более глубокое воздействие, чем совершившиеся ранее революции в Нидерландах и в Англии.

Германия, разделённая на сотни княжеств, в экономическом отношении как будто дремлет; – в большинстве её областей ещё преобладает ремесленное производство. Энергия нации находит выход в сфере художественного и абстрактного мышления (достаточно упомянуть гигантскую фигуру Иммануила Канта).

Испания находится в глубоком упадке; в меньшей степени упадок коснулся Италии. Зато просыпается и показывает свои новые возможности петровская Россия. В Северной Америке формируется самостоятельная государственность – в 1787 г. принимается конституция США.

В области **культуры** XVIII век на первый взгляд выглядит как эпоха всеобщей галантности. Даже опыты с электричеством выполняются изысканно, с участием дам, – например, из руки дамы, сидящей на изолированных шёлковыми шнурами качелях, извлекается искра (рис. 1.1).

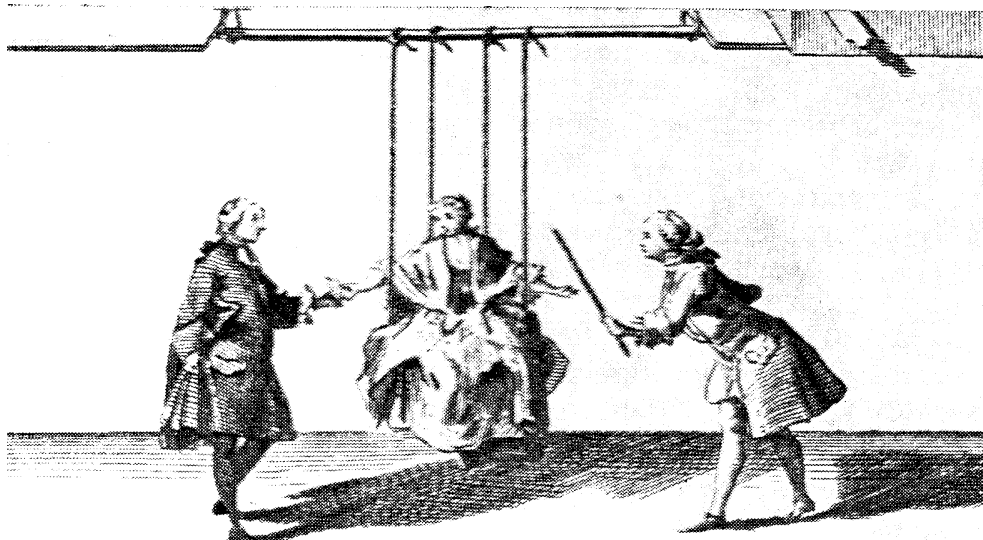


Рис. 1.1. Электризация дамы (по книге Марио Льюцци [1])

Более подробное рассмотрение художественного творчества эпохи обнаруживает его неоднородность. При общем господстве классицизма, опирающегося на незыблемые каноны, мы видим пробивающиеся ростки сентиментализма, который апеллирует к человеческой душе, игнорируя каноны.

В конце века появляется так называемый предромантизм, в котором уже ощущается свойственная романтизму неудовлетворённость настоящим – романтики бегут от настоящего либо в далёкое прошлое, либо в будущее, либо в глубину собственной души. В 70-х годах в Германии ярко вспыхивает литературное движение “Бури и натиска”.

Характерен возникающий в области гуманитарных наук (например, в лингвистике) *исторический подход*, пока ещё во многом наивный.

Особо нужно сказать о европейской **музыке** XVIII века. В ней как будто соперничают два начала – музыка как источник наслаждения (вспомним Пушкина: “Из наслаждений жизни одной любви Музыка уступает...”) и музыка как *информационный процесс*.



По-видимому, до конца XVII века ещё нельзя было говорить о музыке как об информационном процессе (это – мнение автора пособия, который не является профессиональным музыковедом), хотя она, безусловно, уже в античности играла важную роль в формировании внутреннего мира человека.

Определённым рубежом в истории инструментальной музыки представляется изобретение около 1691 года Андреасом Веркмейстером (1645–1706) *равномерной темперации*, которая сделала возможным использование в одном произведении любых различных тональностей (одновременно завершалось и формирование современного понятия тональности [2]). С этого времени система музыкальных звуков стала единой *знаковой системой*.

Конечно, и в нынешнее время далеко не всякая музыка является информационным процессом.

**Науки о природе** в Европе (и Северной Америке) XVIII века развивались по нескольким направлениям. Среди них можно упомянуть:

- закрепление и развитие достижений научной революции в уже сложившихся областях математики, механики и астрономии;
- развитие исследований в различных областях физики, в особенности в области электричества;
- формирование новых областей науки, до этого отсутствовавших или находившихся в зачаточном состоянии.

В области **образования** можно отметить развитие в XVIII веке технических учебных заведений, как военной направленности, так и гражданских. Инженеры-самоучки, как бы они ни были талантливы, перестают удовлетворять общество.

Всё сказанное нужно будет подробнее обсудить в следующих разделах с позиций развития информационной сферы.

## **1.2. Промышленный переворот XVIII века и его воздействие на информационную сферу**

Ход промышленного переворота в английской лёгкой промышленности сжато описан Б.И. Козловым в монографии [3]. Воспользуемся этим источником, – более подробные сведения нам здесь не нужны.

Началом переворота послужило изобретение Джоном Кеем (1704–1780) в 1733 г. челнока-самолёта. Повышение производительности труда ткачей (пока ещё ручного) привело к росту спроса на пряжу, поэтому следующим изобретением стала прядильная машина плотника Джона Уайета (1738 г.).

Большее воздействие на развитие машинного производства оказало изобретение в 1765 г. Джеймсом Харгривсом прядильной машины “Дженни” периодического действия. В 1767–1769 гг. парикмахер и часовщик Ричард Аркрайт усовершенствовал машину “Дженни” и в 1771 г. применил к ней водяной двигатель. Получившаяся ватер-машина непрерывного действия была в 1772 и 1779 гг. усовершенствована другими изобретателями.

Теперь стало отставать ручное ткачество, и в 1785–1786 гг. сельский священник и часовщик-любитель Э. Картрайт создал механический ткацкий станок. В 1792–1793 гг. Э. Уитни изобрёл хлопкоочистительную машину. Интенсивное изобретательство в области текстильной промышленности продолжалось и в следующем, XIX веке.

Другая “ветвь” промышленного переворота связана с созданием универсального двигателя – паровой машины. В подготовке этого важнейшего изобретения (а вернее – комплекса изобретений) участвовали Эдуард Сомерсет (1601–1667), Дени Папен (1647–1714), Томас Сэвери (1650–1715), Томас Ньюкомен (1670–1730). Паровая машина последнего (рис. 1.2), запатентованная в 1705 г., в течение нескольких десятилетий успешно применялась для откачки воды.

Только для этого она и была пригодна, поскольку преобразование возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение в ней не предусматривалось. Рабочим ходом поршня было *втягивание* его в цилиндр под действием атмосферного давления в результате конденсации пара в цилиндре (куда впрыскивалась холодная вода). Это видно на рис. 1.2, где котёл и цилиндр показаны в разрезе.

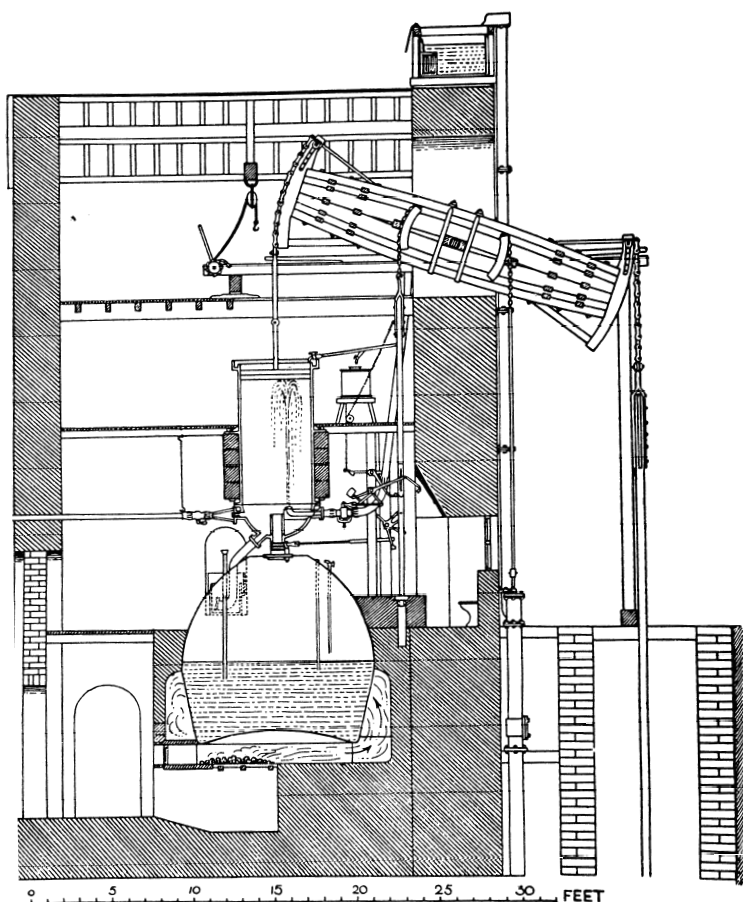


Рис. 1.2. Машина Ньюкомена, сопряжённая с насосом (по книге [3])

Джеймс Уатт (1736–1819), в честь которого названа наша единица мощности – ватт, – работал над своей машиной в 1768–1784 гг. Он внёс в неё ряд принципиальных изменений по сравнению с машиной Ньюкомена – в частности, применил отдельный холодильник для конденсации пара (рис. 1.3).

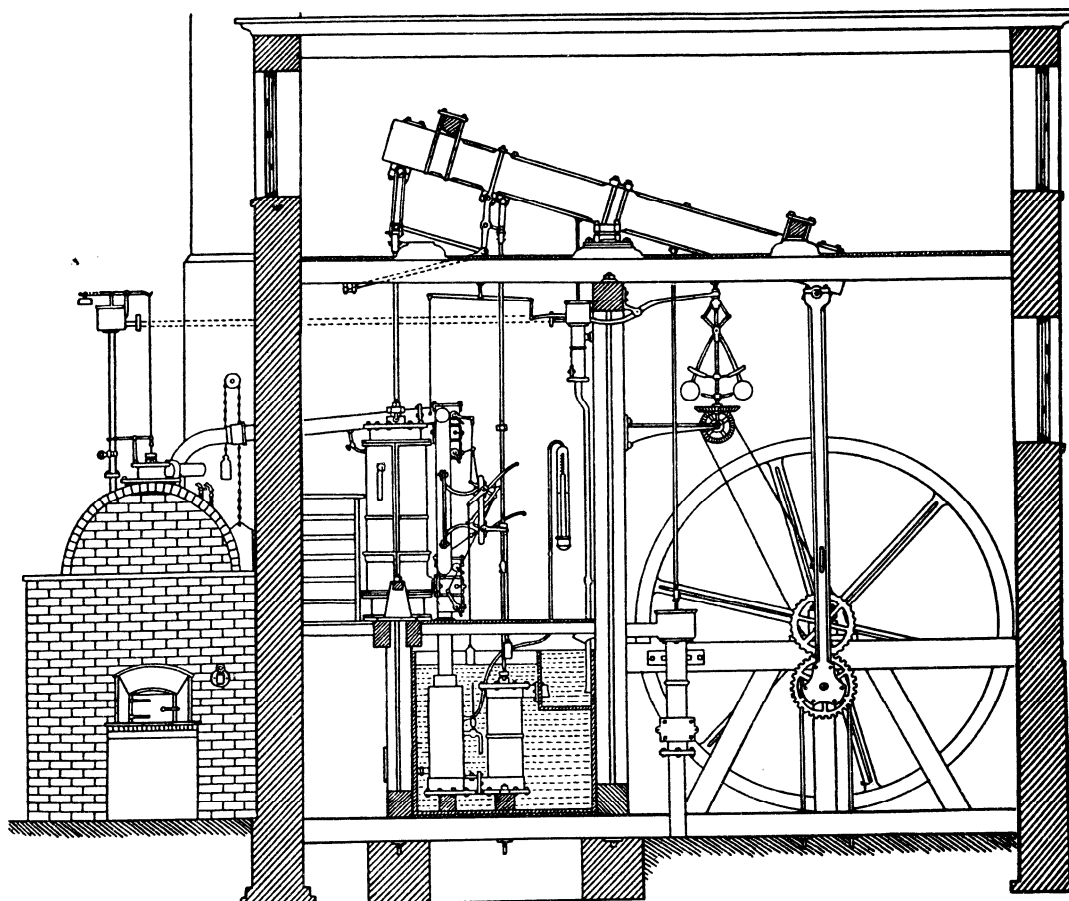


Рис. 1.3. Машина Уатта, 1784 г. (по книге [3])

### ***Методологическое прерывание 1.1.***

#### ***Разделение функций как принцип построения технических устройств***

Выделение Уаттом в самостоятельное устройство одной из важнейших функций парового двигателя – охлаждения пара – служит ярким примером *разделения функций* в технических устройствах.

Последнее может рассматриваться как один из общих принципов совершенствования этих устройств. Напомним, что в машине Ньюкомена пар охлаждался непосредственно в цилиндре, который, таким образом, выполнял две различные функции.

Э.К. Шахов, пензенский профессор, в своё время закончивший аспирантуру на кафедре ИИТ Ленинградского политехнического института, вместе со своим сотрудником В.Н. Ашаниным выдвинул в статье [4] *принцип разделения функций* в качестве

одной из руководящих идей, важнейших для приборостроителя. Действительно, если освободить узлы прибора от совмещения различных функций, каждый из этих узлов может быть поставлен в наиболее благоприятные условия функционирования.

Примером может служить переход от прямого преобразования измеряемой величины к уравниванию. При прямом преобразовании цепь, выполняющая это преобразование, должна одновременно иметь малые аддитивные и мультипликативные составляющие погрешности. Переход к уравниванию позволяет значительно снизить требования к мультипликативной погрешности прямой цепи – теперь она должна обеспечивать только малость *аддитивной* погрешности.

Повышение достижимой точности цифровых приборов *на несколько порядков* по сравнению с аналоговыми тоже в значительной степени объясняется тем, что в цифровых приборах осуществляется разделение функций – сравнения и хранения.

Дополнительным доводом в пользу разделения функций может служить специализация элементов и узлов живых организмов на всех уровнях – от отдельных клеток до целых подсистем – кровообращения, пищеварения и др. Например, колбочки в сетчатке глаза выполняют только функции чувствительности к свету, и разным типам колбочек соответствуют разные диапазоны длин волн. А ведь устройство живых организмов во многих случаях может рассматриваться как образец для разработчика технических изделий.

Однако имеется и противоположная тенденция совмещения функций элементов измерительных устройств в ситуациях, традиционно предполагавших разделение этих функций.

В книге [5] новосибирских авторов одна из глав целиком посвящена “многомерным” датчикам, предназначенным для преобразования нескольких различных величин, например, давления, температуры и относительной влажности воздуха. Это позволяет, в частности, уменьшить габариты датчиков.

Совмещение функций широко распространено и в живой природе – передние лапы хищников служат не только для ходьбы, но и для схватывания добычи, а зубами можно не только пережёвывать пищу, но и перетаскивать детёнышей.

Очевидно, разработчик технических и, в частности, информационных устройств, должен отчётливо представлять себе достоинства и недостатки обоих принципов: разделения функций и совмещения их.

### ***Возврат из прерывания 1.1.***

Для нас в машине Уатта особый интерес представляют *информационные и управляющие элементы*.

Начнём с того, что непрерывная работа машины как автоколебательной системы была бы невозможной без связи коромысла, которому передаётся движение поршня, с золотником, управляющим подачей пара в цилиндр.

Известна легенда о том, что эту (информационную!) обратную связь осуществил мальчик, которому поручили передвигать золотник вручную: он привязал золотник к коромыслу верёвочкой и пошёл гулять.

Ещё более важно появление в машине Уатта *центробежного регулятора скорости*, который уменьшал зависимость скорости вращения машины от нагрузки на неё. Устройство регулятора хорошо видно на рис. 1.3. Ременная и зубчатая передачи связывают вертикальную ось регулятора с выходным валом машины. Вследствие вращения этой оси шарообразные грузы расходятся, и правый конец искривлённого рычага опускается. Это движение передаётся заклонке, которая уменьшает поступление пара в цилиндр. Таким образом скорость вращения выходного вала машины стабилизируется.

Центробежный регулятор не был в истории техники первым регулятором с обратной связью. Специалисты по теории регулирования отмечают, что по сходной (только с точки зрения математического описания!) структуре был выполнен поплавковый регулятор уровня воды, использованный Иваном Ивановичем Ползуновым (1728–1766). Паровая машина, которую Ползунов спроектировал и построил, но умер, не успев увидеть её работающей, имела два цилиндра (очевидно, действовавшие поочерёдно) и непосредственно сопрягалась с воздуходувными мехами. Вращательного движения она не обеспечивала, и регулятор скорости в ней не был нужен.

Центробежный регулятор Уатта сыграл особую роль в истории автоматического управления – он послужил предметом первых теоретических работ в этой области (написанных, конечно, не с информационных, а с чисто механических позиций). Важнейшие из этих работ в русских переводах опубликованы в книге [6], вышедшей в серии “Классики науки”.

В 1868 г., когда в *Proceedings of the Royal Society* была опубликована первая статья Джеймса Клерка Максвелла (1831–1879) о регуляторах, – с неё началась теория автоматического управления! – в Англии уже функционировали примерно 75000 регуляторов Уатта [6, с. 257]. К этому времени был уже предложен ряд других конструкций регуляторов

С некоторой натяжкой можно считать ещё одним информационным элементом машины Уатта предохранительный клапан котла. Читатель, возможно, уже знает, – например, из учебного пособия [П2], – что идея предохранительного клапана была предложена Дени Папеном (1647–1714). С информационной точки зрения предохранительный клапан представляет собой сравнивающее устройство, совмещённое с исполнительным элементом.

Интересно сопоставить две даты: 28 апреля 1784 г. Джеймс Уатт получил патент на паровую машину двойного действия (об этом напомнила газета “Санкт-Петербургские Ведомости” от 28 апреля 2009 г.), а 4 апреля 1785 г. – почти точно через год! – Эдмунд Картрайт патентует механический ткацкий станок *с ножным приводом* (“Санкт-Петербургские Ведомости” от 2 апреля 2010 г.).

Говоря о появлении информационных элементов в машинах XVIII века, уместно, слегка выйдя за пределы этого века, упомянуть станок для выработки узорчатых тканей Жозефа-Мари Жаккара (1752–1834).

В этом станке, построенном в 1804 г. [7, с. 77] нужно было при каждом проходе челнока различным образом (в зависимости от выбранного узора) поднимать нити основы. Жаккар использовал для автоматизации этой операции *картонные перфокарты*. Отверстия в перфокартах непосредственно определяли расположение поднимаемых нитей основы, а специальный механизм обеспечивал смену перфокарт при каждом проходе челнока. Для изготовления знамени с двуглавым орлом потребовалось 14000 перфокарт.

Сам принцип управления ткацким станком с помощью перфокарт предлагался ранее – М. Фальконом в 1728 г. и Ж. Вокансоном в 1745 г. Но реализовал его Жаккар. Его изобретение получило широкую известность, так что идея перфокарт не затерялась в потоке времени. В частности, её предполагал использовать Бэббидж в своей аналитической машине [7, с. 75].

Характерно, что первые изобретения эпохи технического переворота делали люди, не получившие специального образования: плотник, парикмахер, священник... Они руководствовались здравым смыслом, интуицией; иногда использовали опыт предыдущих изобретателей. Как видно на примере центробежного регулятора, теория устройств отставала от их реализации на несколько десятилетий (к тому же после своего появления теория далеко не сразу становилась достоянием практиков).

Важным промежуточным звеном между практикой разработок и её теоретическим осмыслением стали *технические эксперименты*, выполнявшиеся на моделях реальных устройств. В книге Я.Г. Дорфмана [8] можно найти два примера таких экспериментов – один из них был организован в Англии, а другой во Франции (см. рис. 1.4 на следующей странице).

Итак, результатами промышленного переворота, важными для истории информационной сферы, стали: во-первых, появление в машинах новых *информационных элементов*, которые вскоре потребовали специального исследо-

вания, и, во-вторых, возникновение потребности в *технических экспериментах*, имевших целью получение эмпирических данных для совершенствования создаваемых устройств.

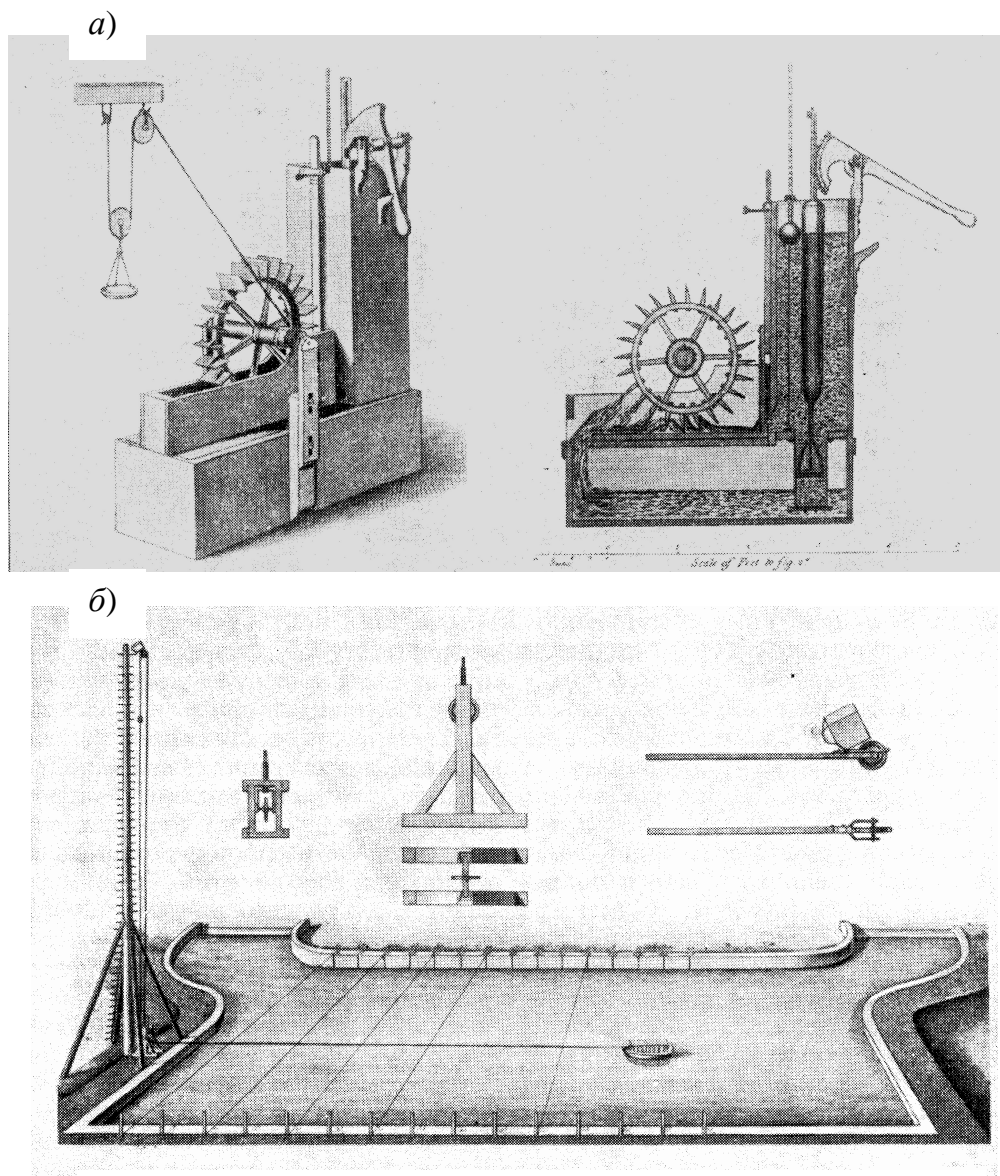


Рис. 1.4. Технические эксперименты второй половины XVIII века: а) исследование модели водяного колеса, выполненное Джоном Смитом; б) испытание модели судна, организованное Даламбером, Кондорсе и Боссю (по книге [8])

Можно указать и третий результат, только косвенно связанный с основными событиями промышленного переворота, – повышение требований к точности металлообработки. По данным, приведённым в статье [9], в 1760 г. металлические цилиндры – такие как стволы орудий и цилиндры паровых ма-

шин – рассверливались с погрешностью по диаметру  $\frac{1}{2}$  дюйма, т. е. 12,7 мм (толщина мизинца). К 1765 году погрешность была снижена до  $\frac{3}{8}$  дюйма, что составляет около 9,5 мм, а к 1775 г. – до 1,6 мм.

### ***Методологическое прерывание 1.2.***

#### ***Информационные элементы в общей структуре машин***

Вопросы общей структуры машин уже довольно давно (хотя и не слишком часто) привлекали внимание учёных. Например, Леонарду Эйлеру принадлежат два труда общего характера о машинах: “De machines in genere” (О машинах вообще), 1753 г. и “Principia theoriae machinarum” (Принципы теории машин), 1763 г. [10].

В первом из них можно прочесть:

“Итак, во всех машинах следует рассматривать три вещи: во-первых, саму силу, которая вызывает движение машины; во-вторых, машину, или её строение, т. е. сочетание частей, из которых она состоит; в-третьих, переносимую нагрузку”.

Трёхчленное деление машины, не слишком внятно сформулированное Эйлером, встречается снова в книге Чарльза Бэббиджа “Экономика машин и производства”, вышедшей в 1832 г. Там оно принимает форму классификации машин (а по существу – компонентов машины или совокупности машин): “машины, производящие энергию, передающие её и выполняющие работу” [7, с. 48]. Конечно, под “*производством* энергии” здесь имеется в виду её *преобразование* в доступную для использования форму, – например, в паровом двигателе. Может быть, именно у Бэббиджа Карл Маркс заимствовал своё трёхчленное деление машин, в настоящее время широко известное, – двигатель, передающий механизм и рабочая машина.

Как видно, концепции Эйлера, Бэббиджа и Маркса одинаково опираются на *энергетическую* сторону работы машины. Меньше проявляется в этих концепциях “*вещественная*” сторона – это “переносимая нагрузка” у Эйлера и объект действий “рабочей машины” у Маркса. Что же касается *информационной* стороны, то все три автора (даже Бэббидж, который сам строил информационные машины!) на неё *совсем не указали*. Между тем, в первой трети XVIII века не только существовали, например, токарно-копировальные станки, выполнявшие, наряду с другими функциями, преобразование информации, но уже была издана посвящённая им монография Ла-Кондамина [П2, с. 360].

Советские исследователи в области философии техники, естественно, воспроизвели концепцию Маркса. Однако появившиеся “счётно-решающие” машины выпадали из этой концепции. Теоретикам пришлось просто поставить их рядом с традиционными машинами и попытаться найти нечто общее между ними. Например, И.Я. Конфедератов в работе 1959 года [11] кладёт в основу определения машины *замену человека* в той или иной сфере его деятельности. Классифицируя машины, он делит их на три группы: *энергетические, контрольно-управляющие и логические*.



Только первая, энергетическая группа у него подвергается дальнейшему делению – она включает в себя, в частности, *транспортные* и *технологические* машины, причём эти две подгруппы ещё подразделяются.

Но ведь между *контрольно-управляющими* и *логическими* машинами по крайней мере не меньше общего, чем между *транспортными* и *технологическими* машинами. Почему же Конфедератов не объединил первую из только что названных пар в одну (по современным представлениям – *информационную*) группу, а вторую, энергетическую пару – объединил?

Создаётся впечатление, что энергетические машины этот автор счёл уже достаточно изученными, а две другие группы он, не особенно размышляя, просто добавил, поскольку не заметить их существования в 1959 г. было уже нельзя.

Совсем другой подход мы видим, например, в опубликованной в 1978 г. статье С.М. Шалютина [12]:

«Несмотря на бурное развитие техники, информационные функции в производстве в основном оставались за человеком. Система машин вплоть до недавнего времени включала в себя [по Марксу! – *В. Кн.*] рабочие машины, двигатели и передаточные механизмы, но не включала (или почти не включала) информационной техники. “Костная и мускульная система производства” давно представляла собой техническую систему, тогда как “нервная система” производства в докибернетический период продолжала функционировать целиком на биологической основе».

Справедливости ради заметим, что ещё в 1934 году – задолго до кибернетики! – метафора технической *нервной системы* была использована, хотя и в ограниченном смысле, в одной из работ выпускника Ленинградского политехнического института Константина Борисовича Карандеева [13, с. 54].

В том же сборнике, где помещена статья [12], можно найти и другие интересные мысли. Например, В.А. Бокарёв в работе [14] задолго до Э.К. Шахова обсуждает вопрос о *разделении функций*. Он замечает, что в одноместной лодке функции гребца и кормчего неразделимы, а на галерах управление персонифицируется; что в катапульте и арбалете управляющее и силовое воздействия разделены.

Последнее высказывание заставляет вспомнить о том, что вещественная, энергетическая и информационная стороны свойственны не только машинам и производственным процессам, но и *оружию*. Каменный топор, рыцарский меч, шпага дворянина – всё это было чисто вещественными изделиями. В катапульте, луке и тем более в огнестрельном оружии на первый план выходит энергетическая сторона. Наконец, современный термин *высокоточное оружие* прямо говорит о преобладающей роли информационной составляющей.

Таким образом, современный общий подход к любому техническому объекту, будь то отдельная машина, совокупность машин, производственный процесс или да-

же оружие, требует учёта трёх основных сторон (или частей, или элементов) этого объекта – вещественной, энергетической и информационной. Эти стороны могут быть в различной степени развиты и обычно переплетаются друг с другом.

### ***Возврат из прерывания 1.2.***

## **1.3. Теория познания в трудах учёных XVIII века**

Как было уже сказано во Введении, в первой трети века вышли основные труды английского философа Джорджа Беркли (1685–1753). Его жизнь и учение были кратко рассмотрены в пособии [П2, с. 356–358]. Там же был упомянут последователь Лейбница, философ Христиан Вольф (1679–1754).

Философскую эстафету от Беркли принял в Англии Давид Юм (1711–1776). В Германии за Вольфом следует Иммануил Кант (1724–1804). Влияние Вольфа на Канта особенно заметно проявлялось в начальный, так называемый *докритический* период деятельности последнего.

Уже переходя к *критическому периоду*, Кант характеризовал Вольфа как “величайшего из всех догматических философов, который впервые дал пример... того, как именно следует вступать на верный путь науки с помощью законосообразного установления принципов, отчётливого определения понятий, испытанной строгости доказательств и предотвращения смелых скачков в выводах” [15, с. 99]. Однако в этот период становится заметным и влияние Юма.

Во Франции работала большая группа философов-просветителей. Из них наиболее известны Франсуа Мари Аруэ, писавший, в частности, под псевдонимом Вольтер (1694–1778), Жан-Жак Руссо (1712–1778), Дени Дидро (1713–1784), Клод Адриан Гельвеций (1715–1771), Поль Анри Гольбах (1723–1789).

Общие черты и различные оттенки их учений кратко обрисованы, например, в работе И.С. Нарского [16]. Интересно, что заметное влияние на французских просветителей оказала не только теория познания Локка, но и *учение Ньютона*, рассматриваемое с философской точки зрения. Так, Вольтер опубликовал книгу “Элементы философии Ньютона”.

С позиций истории информационной сферы представляется разумным остановиться на двух философах из этой группы (тоже упомянутых в книге [16]), в учении которых теория познания занимала ведущее место.

Эти два философа – Жюльен Офре де Ламетри (1709–1751) и Этьен Бонно де Кондильяк (1715–1780). Ниже делается попытка кратко характеризовать гносеологические позиции Ламетри и Кондильяка, а затем – ещё короче – более известных Юма и Канта.

**Ламетри** (рис. 1.5) по профессии был врачом высокой квалификации – своё медицинское образование он заканчивал в Лейденском университете у знаменитого Германа Бургава (1668–1738). Последний упоминался нами в [П2], по различным источникам, как Бурхааве и Бургав, а написание *Бургаве* принято в книге [17], где собраны русские переводы философских сочинений Ламетри и помещён содержательный очерк его жизни и деятельности, написанный В.М. Богуславским.

Перу Ламетри принадлежит ряд работ по медицине, а также памфлеты, направленные против многочисленных в то время врачей-шарлатанов [17, с. 6]. Но наибольшую и, можно сказать, скандальную известность принесла ему изданная анонимно в Лейдене в 1747 г. книга “Человек-машина”.

Эта книга была вторым крупным философским сочинением Ламетри. Что касается первого его произведения – “Естественная история души”, опубликованного в Гааге в 1745 г. (более позднее название – “Трактат о душе”), то и оно вызвало яростные нападки. По приговору парламента эта книга была публично сожжена 13 июля 1746 г. на Гревской площади [17, с. 8].

Чтобы избежать тюрьмы, Ламетри бежал сначала в Гент, затем в Лейден, но не прекратил смело развивать свои философские идеи. После издания “Человека-машины” (также обречённого на сожжение) ему уже грозила гибель. Пришлось тайно покинуть Лейден.

В конце концов, 8 февраля 1748 г. Ламетри прибыл в Берлин, где Фридрих II принял его сочувственно, сделал личным чтецом и врачом, а позже назначил членом берлинской Академии наук.

В 1751 г., 11 ноября, Ламетри скоропостижно скончался. Но за три с небольшим года пребывания в Берлине, в обстановке доброжелательности со стороны немногих идейно близких людей, и в то же время продолжавшейся травли в печати, Ламетри сумел издать целый ряд новых философских работ, а также два медицинских трактата и новые сатирические произведения. Среди философских сочинений этого периода отметим “Человек-растение” и “Животные – больше, чем машины”.



Рис. 1.5. Жюльен Офре де Ламетри

Два последних названия выбраны нами с целью показать кажущуюся противоречивость, разбросанность стиля Ламетри (при строгом единстве основных развиваемых им идей!). Конечно, эта противоречивость проявилась не только в заглавиях книг. В текстах произведений Ламетри прямые и точные высказывания соседствуют с иронией, ссылками на каких-то “древних” и на “всех философов”; он упоминает средневековые “субстанциальные формы”; будучи по существу атеистом, цитирует “Книгу Бытия”, и т. д. Очевидно, многое из этого, как и анонимность изданий (фактически быстро раскрывавшаяся), должно было выполнять защитные функции.

Но, по мнению автора настоящего пособия, вызывающее название “Человек-машина” не только стало причиной неистовой злобы *современников* (Реомюр считал, что Ламетри “не должен был умереть в своей постели”!), – оно своей несерьёзностью повредило научной репутации Ламетри *в наши дни*.

Например, достойный всяческого уважения специалист в области медицинской физики Владимир Олегович Самойлов в своём “Иллюстрированном очерке истории физиологии” [18] отметил у Ламетри только “скандальную репутацию грубой пропаганды атеизма”...

А вдумчивый философ Игорь Сергеевич Нарский с каким-то странным удовольствием привёл в книге [16] нумерованный (!) список четырёх высказываний Ламетри, в которых человек сравнивается с машиной.

Но ведь вся “машинность” Ламетри есть не что иное, как полемика с Декартом, который учил, что *мыслящей и непротяжённой* душой обладает только человек, а животные представляют собой бездушные машины. Ламетри же настаивал на единстве всего мира живых организмов. Отсюда и “Человек-растение”; отсюда же и обратное: “Животные – больше, чем машины”.

Основные идеи теории познания Ламетри изложены уже в “Трактате о душе”. Аргументация Ламетри строится не на самонаблюдении, как у большинства его предшественников и современников, а главным образом на анатомических данных, относящихся к строению нервной системы.

Конечно, об электрохимических процессах в нервных клетках Ламетри знать не мог – изучение электрических процессов в живых организмах было начато только в 1780-х годах.

Поэтому иногда Ламетри говорит, вслед за Декартом, о движении “животных духов” в нервных волокнах, а в других местах он описывает нервы как трубочки, наполненные маленькими шариками, движение которых передаётся в мозг.

Рассматривая передачу сигналов в мозг от различных органов чувств, Ламетри подчёркивает, что “у каждого чувства есть свой особый маленький департамент в мозговой ткани” [17, с. 82] и, следовательно, душа *протяжённа* [17, с. 84–86]. Далее Ламетри доказывает, что душа *материальна*: “Если всё может быть объяснено тем, что нам открывают в мозговой ткани анатомия и физиология, то к чему мне ещё строить какое-то идеальное существо?”.

По ходу этих рассуждений Ламетри обосновывает свой отказ следовать авторитетам – от Аристотеля и Платона до Лейбница и Штала (это имя встретится ниже в разделе 1.8) – в следующих замечательных словах [17, с. 85]:

“...Достаточно спокойно идти своим прямым путём, не оглядываясь назад и по сторонам, когда имеешь истину перед собой”.

Это дышащее благородством высказывание поистине может – и должно! – служить девизом настоящего учёного.

Анатомическими соображениями Ламетри обосновывает и мысль о том, что “в теле совершается множество движений, причиной которых душа даже условно не может быть признана”, – ведь она и не знает, какие мышцы должны для этого сокращаться или ослабляться [17, с. 100].

Рассуждая на более высоком (по сравнению с анатомией) уровне, Ламетри обращается к античному представлению о трёх видах, или градациях, души: растительная душа (*anima vegetativa*), чувствующая душа (*anima sensitiva*), разумная душа (*anima cogitativa*).

Ламетри пишет: “Древние понимали под растительной душой причину, управляющую всем механизмом размножения, питания и роста всех живых тел”. И далее: “Эта субстанция, которой они приписывают способность самостоятельного движения, обладает вместе с тем способностью управлять этими движениями...” [17, с. 70–71].

Как видно, Ламетри не сомневается в существовании *материального механизма*, управляющего, в частности, ростом живых существ. Правда, формирование различных органов многоклеточного организма, дифференцированных по структуре и функциям, из одной зародышевой клетки, по-видимому, до сих пор представляет собой одну из нерешённых загадок живой природы.

Говоря о *чувствующей душе* животных, Ламетри прямо полемизирует с Декартом:

“Декарт отвергает всякое чувство... у материи, из которой, по его мнению, созданы животные. Я же доказываю с несомненностью, если только я не

сильно заблуждаюсь, что если есть какое-нибудь существо, так сказать, преисполненное чувств, то это именно животное” [17, с. 69].

Важнейшим вопросом, вокруг которого сталкиваются мнения философов, является вопрос о соответствии наших ощущений действительным свойствам вещей. Позиция Ламетри здесь достаточно чёткая и выражена даже с некоторой настойчивостью:

“Как бы ясны ни были наши ощущения, они никогда не могут объяснить нам ни природы действующего предмета, ни природы воспринимающего органа...

Если бы у нас были другие органы чувств, мы имели бы другие идеи о тех же самых атрибутах...

Итак, ощущения вовсе не передают вещей таковыми, каковы они сами по себе...” [17, с. 80–81].

Последние слова звучат совсем в духе кантовской *вещи в себе*. Неужели Ламетри – агностик? Но сразу за этими словами следует:

“Значит ли это, что они обманывают нас? Нет, конечно, что бы по этому поводу ни говорили, так как они существуют скорее для сохранения нашей машины, чем для приобретения знаний” [там же].

По существу Ламетри утверждает, что ощущения позволяют нам правильно действовать в окружающей обстановке. Такой подход, по нашему мнению, можно считать диалектическим.

Конечно, у Ламетри можно найти и совсем не диалектические, односторонние рассуждения, например:

“Мы видим, что способность ощущать одна производит все интеллектуальные способности; что у человека, как и у животных, она делает всё; что, наконец, при помощи её всё объясняется” [17, с. 128].

Но это сказано в “Трактате о душе”, а в “Человеке-машине” Ламетри высказывается более серьёзно:

«Я всё время употребляю слово “воображать”, так как, по моему убеждению, всё у нас – воображение, и все составные части души могут быть сведены к одному только образуемому их воображению» [17, с. 193].

Это – глубокая мысль: ведь та картина нашего окружения, которая нам представляется обширной и устойчивой, не создаётся прямо органами чувств, а

образуется *мозгом* из отдельных чрезвычайно фрагментарных и непостоянных сигналов, посылаемых этими органами. По-видимому, во времена Ламетри, да и намного позже, никто об этом не думал.

Не хотелось бы, чтобы всё только что сказанное было понято как противоречивость теории познания Ламетри. Скорее мы видим здесь поиски ощупью правильной позиции в трудных вопросах этой теории.

В “Человеке-машине” есть и другие интересные мысли, которых не было в первом труде Ламетри. Одна из них относится к роли *языка* в возникновении человека: “Чем, в самом деле, был человек до изобретения слов и знания языка? Животным особого вида...”.

И далее: “Слова, языки, законы, науки и искусства появились только постепенно; только с их помощью отшлифовался необделанный алмаз нашего ума” [17, с. 190–191].

Эту идею о роли *знаков*, – и прежде всего языковых знаков, – в познании впоследствии разовьёт Кондильяк. Отметим убеждение Ламетри в *постепенности* развития языков. Напомним (см. [П1, с. 18]), что в XX веке авторитетный учёный Клод Леви-Стросс (1908–2009) утверждал, что язык мог возникнуть только сразу!

Другая мысль Ламетри интересна не только своим содержанием, но и своей своеобразной судьбой. Мы имеем в виду сравнение мозга с музыкальным инструментом (наверное, правильнее сказать – с *резонатором*):

“Подобно тому, как скрипичная струна или клавиша клавесина дрожит и издаёт звук, так и струны мозга, по которым ударяли звучащие лучи, придя в возбуждение, передавали или повторяли дошедшие до них слова” [17, с. 192].

Это сравнение мозга с клавесином впоследствии промелькнёт у Кондильяка в его “Логике” (о чём мы скажем ниже), а в 1769 г. почти то же сравнение использует Дидро в своём “Разговоре Даламбера с Дидро”:

“Мы – инструменты, одарённые способностью ощущать и памятью. Наши чувства – клавиши, по которым ударяет окружающая нас природа и которые часто сами по себе ударяют; вот, по-моему, всё, что происходит в фортепиано, организованном подобно вам и мне”.

Дидро испортил мысль Ламетри, убрав важнейшее понятие *резонанса* (он заменил его ничего не объясняющей *памятью*) и добавив странные удары клавиш *друг по другу*. Однако его текст оказался воспроизведённым и обсуждённым не где-нибудь, а в самом начале “Материализма и эмпириокритицизма”

В.И. Ленина! Конечно, впоследствии он разошёлся по многочисленным сочинениям отечественных комментаторов.

Возвращаясь к “Трактату о душе” Ламетри, отметим рассуждение самого абстрактного уровня, – философскую установку, *предшествующую* всему сказанному выше:

“Мы говорили о двух необходимых атрибутах материи, от которых зависит большинство её свойств, а именно о протяжённости и движущей силе. Нам остаётся теперь доказать существование третьего атрибута: я имею в виду способность чувствовать...” [17, с. 66].

Эти “три атрибута” прямо перекликаются с современной триадой *вещество – энергия – информация*, которая обсуждалась во введении к пособию [П1], а также в методологическом прерывании 1.2 настоящего издания!

В последней главе “Трактата о душе” приведены семь “случаев” – уникальных фактов и ситуаций, подтверждающих “происхождение всех идей из чувств”. Среди этих “случаев” – глухонемой из Шартра, который внезапно начал говорить; четырнадцатилетний слепорождённый, у которого лондонский хирург Числьден снял катаракту; десятилетний ребёнок, найденный в 1694 г. “в стае медведей в лесах, находящихся на границе между Литвой и Россией”, и другие.

Все рассмотренные ситуации показали отсутствие у человека априорных понятий: ребёнок, воспитанный медведями, не обладал признаками разума, а те люди, которые внезапно получили в своё распоряжение новый орган чувств, должны были заново учиться пользоваться им. Вот окончательный вывод Ламетри:

“...Душа существенным образом зависит от органов тела, вместе с которыми она образуется, растёт и стареет”.

Интересным представляется приложение к “Трактату о душе”, где Ламетри кратко характеризует ряд актуальных в его время философских систем. В качестве авторов этих систем он называет Декарта, Мальбранша (очень известного в то время философа), Лейбница, Вольфа, Локка, Бургаве (!), Спинозу. К этому перечню добавляются “те, кто считает душу смертной или бессмертной” – такова обширная философская эрудиция Ламетри.

Замечательно, что Ламетри сумел высоко оценить молодого Кондильяка по первым же его сочинениям, с которыми успел ознакомиться. Например, в работе “Животные – больше, чем машины” читаем:



“Вся деятельность нашего разностороннего рассудка была сведена к одному принципу молодым философом, которого я ставлю настолько же выше Локка, насколько этот последний выше Декарта, Мальбранша, Лейбница, Вольфа и других. Этот принцип называется восприятием, которое рождается из ощущения, образующегося в мозгу” [17, с. 396].

В наши дни вряд ли кто-нибудь поставит Локка выше Декарта и Лейбница, но Ламетри, очевидно, оценивал философов по степени разработанности *теории познания*, а в этом отношении Локка действительно мало с кем можно сравнить.

Что касается Кондильяка, то он во многом следовал *за Локком*, и восторженную оценку Ламетри можно оправдать только большими ожиданиями.

**Кондильяк** (рис. 1.6), в отличие от Ламетри, приобрёл репутацию вполне благонамеренного философа. Он родился в 1715 г.; получил духовное образование в Сорбонне, где ему был присвоен сан аббата. Первые труды Кондильяка – “Опыт о происхождении человеческих знаний” и “Трактат о системах” – принесли ему известность, и в 1749 г. Берлинская Академия избрала его своим членом.

Живя в Париже, Кондильяк познакомился с Дидро и вошёл в круг самых выдающихся мыслителей Франции. С 1758 по 1767 гг. он выполнял обязанности воспитателя принца Пармского, внука Людовика XV.

По возвращении из Пармы в Париж Кондильяк был избран во Французскую Академию, однако участвовать в её заседаниях он не стал и целиком посвятил себя научной работе

В 1772 г. Кондильяк удалился в замок, расположенный в сельской местности. Там были написаны его последние сочинения. Умер Кондильяк в августе 1780 г.

Переводы на русский язык важнейших сочинений Кондильяка опубликованы в трёх томах серии “Философское наследие” [19; 20; 21]. Редакция всех трёх томов выполнена тем же В.М. Богуславским, который редактировал книгу трудов Ламетри [17]; он же написал вводную статью и составил примечания.



Рис. 1.6. Этьен Бонно  
де Кондильяк

В первом томе содержится первый большой труд Кондильяка “Опыт о происхождении человеческих знаний”, вышедший в 1746 г.

Во втором томе помещены “Трактат о системах” (1749 г.), “Трактат об ощущениях” (1754 г.) и “Трактат о животных, в котором... делается попытка объяснить главные способности животных” (1755 г.).

Третий том содержит сочинения педагогического характера. Первое из них – “Об искусстве рассуждения” представляет собой один из разделов огромного “Курса занятий по обучению принца Пармского”, написанного в 1758–1768 гг. Второе сочинение – “Логика, или начала искусства мыслить”, написано в 1780 г. по заказу правительства Польши. В этом томе помещена также первая книга незаконченной работы Кондильяка “Язык исчислений”.

Все перечисленные произведения так или иначе касаются теории познания. Необходимо, однако, пояснить некоторые их названия.

“Трактат о системах” посвящён не привычным для нас природным или техническим системам, а *философским системам* Декарта, Мальбранша и других авторов, которых Кондильяк критикует.

Заметим: столь важное в настоящее время понятие *системы* вначале появилось в гуманитарной области знаний! О технических системах стали говорить только в XX веке.

“Логика, или начала искусства мыслить” не является собственно логикой. Об этом говорят даже заголовки двух частей этого труда:

Часть первая – как сама природа учит нас анализу и как согласно этому методу объясняются происхождение и возникновение идей и способностей души.

Часть вторая – анализ, рассматриваемый в отношении применяемых им средств и приносимых им результатов, или искусство рассуждать, сведённое к хорошо построенному языку.

Последние слова внушают надежду на то, что мы обнаружим в этом произведении построение специального логического языка. Однако “хорошо построенным языком” у Кондильяка оказывается обычный язык *алгебры*...

Наконец, в “Языке исчислений” тоже не делается никаких попыток создать универсальный язык по замыслу Лейбница; это сочинение описывает переход от счёта на пальцах к работе со знаками чисел, и только в самом конце находим высказывание в духе Лейбница: “Конечно, исчислять – значит рассуждать, а рассуждать – значит исчислять”.

Важнейшие идеи своей теории познания Кондильяк изложил в объёмистом сочинении – “Опыт о происхождении человеческих знаний”.

Основной метод Кондильяка – наблюдение за своим собственным мышлением. Например, он пишет: “Так как простые идеи – не что иное, как наши собственные восприятия, то единственный способ познать их – это размышлять о том, что мы испытываем при виде предметов” [19, с. 138].

Только иногда он, вслед за Ламетри, обращается к реальным научным фактам, например, тоже упоминает мальчика, выросшего среди медведей.

В первой части “Опыта о происхождении человеческих знаний” Кондильяк последовательно выводит из ощущений сперва восприятие, потом сознание, внимание, воспоминание.

Переходя к воображению, созерцанию и памяти он в качестве “истинной причины развития” этих способностей выдвигает “пользование знаками”. И далее знаки (преимущественно – языковые) занимают важное место во всех его рассуждениях.

Знаки Кондильяк подразделяет на *случайные, естественные* и *институционные*. Случайные знаки он далее почти не упоминает. К естественным знакам он относит только произвольные *возгласы*, отражающие различные чувства, а институционными (от *institutum* – установление) называет произвольно установленные, условные знаки.

Двигаясь дальше подобным образом, Кондильяк доходит до действия души, которое, “так сказать, венчает рассудок, – это разум” [19, с. 128].

Говоря о том, как “мы устанавливаем знаки для наших идей”, Кондильяк опять-таки обращается к знакам чисел (точнее, к словам, обозначающим числа). Каких-либо “идей чисел, отделённых от их знаков” [19, с. 145], Кондильяк не усматривает. Это мы сейчас различаем *числа* и числовые знаки (*нумералы*).

Далее, “чтобы иметь идеи, о которых мы могли бы размышлять, нам необходимо придумать знаки, которые служат связью для различных собраний простых идей...” [19, с. 148]. Так Кондильяк трактует *общие понятия*, отчётливо понимая при этом, что занимает определённую позицию в споре номиналистов и реалистов [19, примечание Кондильяка на с. 161–162].

Не один раз он подчёркивает соответствие между знаками и внешними предметами. По его мнению, слова или другие равноценные им знаки “занимают в нашем уме место, которое предметы занимают вне нас”. И эта мысль тут же развивается следующим образом:

“Так же как качества вещей не сосуществовали бы вне нас без их носителей, в которых они соединяются, так и их идеи не сосуществовали бы в нашем уме без знаков, в которых эти идеи также соединяются” [19, с. 147].

С большой энергией Кондильяк выступает против бесполезных с его точки зрения абстрактных “принципов”, вроде известного положения “целое больше части” (кстати, впоследствии оно оказалось ложным применительно к бесконечным множествам).

Важным условием формирования умственной деятельности человека Кондильяк считает *общение* людей (которого был лишён ребёнок, выросший среди медведей):

“Так как люди могут создавать себе знаки, лишь поскольку они живут вместе, то из этого следует, что источник их идей, когда их ум начинает формироваться, находится исключительно в их взаимном общении” [19, с. 157].

Жизнь человека в обществе и умение пользоваться институционными знаками как неперенные условия “происхождения человеческих знаний” – это существенные составляющие учения Кондильяка. Тем удивительнее тот факт, что в сочинении “Трактат об ощущениях” Кондильяк *полностью отключил* обе эти составляющие!

Это именно временное отключение, потому что в последующих произведениях Кондильяка обе составляющие снова появляются. Такой методологический приём вряд ли можно встретить у какого-либо другого философа.

Дело в том, что в “Трактате об ощущениях” описан *мысленный эксперимент*, имевший целью выяснить способность существа, поочерёдно получающего различные ощущения, развить в себе определённые умственные способности.

Это существо, вначале лишённое ощущений, у Кондильяка условно названо *статуей* (но в заголовках глав фигурирует не статуя, а *человек*!).

Результаты появления у статуи первого ощущения, – в качестве его выбрано обоняние, – Кондильяк подробно рассматривает в шести главах. Затем он добавляет слух и вкус, которые лишь немного прибавляют к обонянию. Основной вывод из этого таков: “...Наши ощущения суть вовсе не качества самих предметов, а, наоборот, только модификации нашей души” [20, с. 236].

Приступая к рассмотрению статуи, обладающей только зрением, Кондильяк утверждает, что “глаз сам по себе не способен видеть пространство вне себя”. Ссылаясь на опыты Числьдена, о которых мы упоминали в связи с аргументацией Ламетри, Кондильяк пишет:

“Итак, я считаю себя вправе утверждать, что наша статуя видит только свет и цвета и не может знать, что имеется нечто вне её” [20, с. 238].

Присоединение к зрению обоняния, слуха и вкуса увеличивает число состояний статуи, но так или иначе “ничто не может оторвать её от неё самой и вывести её вовне” [20, с. 246].

Иначе обстоит дело с *осязанием*, но только при условии, что статуя начинает *двигаться*, пусть вначале необдуманно, машинально:

“Касаясь себя самой, она [статуя] сможет открыть, что она обладает телом, лишь в том случае, если она сумеет отличить разные части его и признает себя в каждой такой части за то же самое чувствующее существо; а существование других тел она откроет лишь потому, что не найдёт себя в тех телах, к которым она прикоснётся” [20, с. 255].

Получается, что только осязание может выработать у статуи представление о том, что существует внешний мир, и о том, что *я* отличается от *не-я*.

Теперь Кондильяк добавляет к осязанию другие ощущения и старается доказать, что осязание выполняет ведущую роль во взаимодействии органов чувств. В частности, “чем более её [статуи] глаза приучаются руководить её суждениями согласно урокам осязания, тем более пространство приобретает для них глубину” [20, с. 308].

В какой степени это верно? Психолог XX века Джером Брунер, в сборнике избранных работ которого [22] значительная часть отведена экспериментальному исследованию развития детей младенческого возраста, приводит интересную ссылку на статью *Held A., Bauer J.A. Visually guided reaching in infant monkeys after restricted rearing // Science. – 1967. – V. 155. – Pp. 718–720*. В этой статье показано, что, “если детёныши обезьян растут, не видя своих рук, они неспособны достать и схватить ими предмет” [22, с. 283].

Очевидно, взаимодействие между двигательными ощущениями, осязанием и зрением в процессе осознания человеком его места в окружающем мире носит в действительности более сложный характер, чем это (чисто умозрительно) представлялось Кондильяку. Но уже то, что он *указал* на это взаимодействие, говорит в его пользу.

Пожалуй, ещё более существенно его стремление обрисовать внутренний мир своей статуи, – ту модель, которую эта статуя строит в мозге на основе ощущений и действий.

### ***Методологическое прерывание 1.3.***

#### ***О циклических структурах информационных процессов***

Описывая (в работе 1971 года) образование у младенцев навыка схватывания предметов, упомянутый выше Дж. Брунер приводит, со ссылкой на книгу Н.А. Берн-

штейна, структурную схему “системы, способной к произвольной деятельности” (рис. 1.7, а). Это – обычная структура системы управления. “Контрольный элемент” формирует *требуемое значение*  $S_w$  (Soll-wert) некоторого параметра; рецептор определяет его *фактическое значение*  $I_w$  (Ist-wert); компаратор находит их разность  $\Delta_w$ , последняя обрабатывается и преобразуется в корректирующее воздействие.

Абстрагируясь от конкретных операций и дополнительных связей, можно изобразить цикл обращения информации в подобных системах так, как это ранее сделал Фёдор Евгеньевич Темников (рис. 1.7, б, воспроизведённый, в частности, в [23]).

Обе структуры, изображённые на рис. 1.7, характерны тем, что информация в них как бы проскакивает сквозь цикл и непосредственно используется для управления. То, что так построена схема Темникова, легко объяснимо: она основана на технических представлениях 1960-х годов, а в это время технические системы управления не содержали баз знаний.

Менее понятно, почему (неужели тоже повлияли технические идеи?) предельно упрощены функции мозга на рис. 1.7, а. Ведь очевидно, что основным назначением мозга является именно создание и поддержание обширной *базы знаний*, которая является информационной моделью самого человека и окружающего его мира

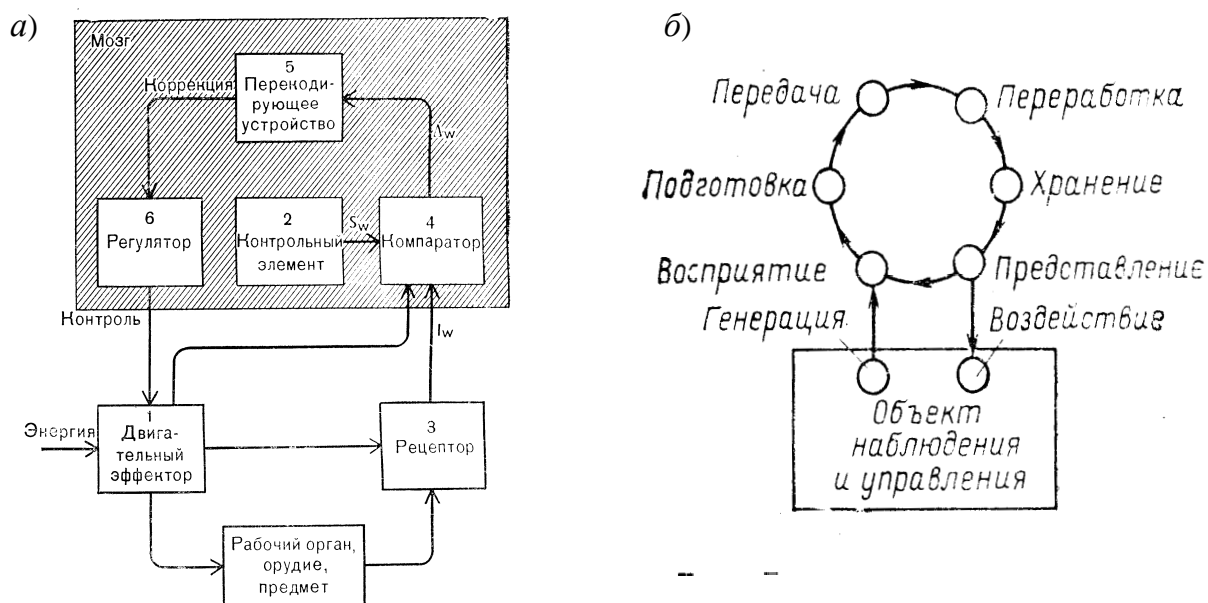


Рис. 1.7. Циклические структуры: а) схема, использованная Дж. Брунером при описании поведения младенцев; б) цикл обращения информации в автоматической системе по Ф.Е. Темникову

Моделирующая функция мозга была оставлена без внимания и Норбертом Винером в его знаменитой книге “Кибернетика, или управление и связь в животном и машине” [24], вышедшей в оригинале в 1948 г. Одна из важных рекомендаций в этой книге [24, с. 146] состояла в том, что “Полный курс кибернетики должен включать

тщательный и подробный разбор гомеостатических процессов...”, т. е. только *процессов регулирования*, обеспечивающих постоянство внутренней среды организма, – и не более того.

Возможно, дело в том, что сам Винер занимался теорией технических систем управления и придавал чрезмерное значение принципу обратной связи.

Представляется, что с позиций сегодняшнего дня невозможно рассматривать не только биологические, но и технические системы обращения информации, не учитывая их моделирующей функции.

Вообще говоря, каждый сигнал от рецептора может вносить изменения в базу знаний системы, а каждый управляющий сигнал должен вырабатываться с учётом содержания базы знаний. Читателю рекомендуется подумать, как это можно отразить на схеме рисунка 1.7, а.

Современная теория информационных процессов детально исследует базы знаний, но имеет другой изъян. В ней недостаточное внимание уделяется *восприятию информации*. Этот недостаток имелся и у более ранних работ. Правда, восприятие (в упрощённом виде) отражено на обеих схемах рисунка 1.7, но, например, тот же Винер в подзаголовке своей “Кибернетики” упомянул только *управление и связь*, оставив без внимания *добычу информации*.

Нынешняя *информатика* предпочитает иметь дело с готовой информацией, тоже не вникая в процессы её добычи. Как поведёт себя недавно возникшая *когнитивистика* – покажет время.

С учётом только что сказанного можно утверждать, что теория познания Кондильяка, учитывающая и особенности восприятия, и некоторые операции построения внутренней модели, при всей своей наивности, заслуживает внимания.

### ***Возврат из прерывания 1.3.***

Наверное, теперь о Кондильяке сказано достаточно, чтобы читатель мог оценить как содержание его учения, так и его методы. Но нужно ещё сдержать данное выше обещание и найти у Кондильяка метафору *клавесина*.

Она появляется в “Логике”, точнее – в её главе IX, названной “Причины чувствительности и памяти”. По поводу памяти Кондильяк пишет [21, с. 222]:

«Искать в душе идеи, о которых я совсем не думаю, – значит искать их там, где их больше нет; искать их в теле – значит искать там, где их никогда не было. Где же они находятся? Нигде.

Разве не абсурдно было бы спрашивать, где находятся звуки клавесина, когда этот инструмент перестаёт звучать? И разве не ответили бы: “Они нигде не находятся, но, если пальцы ударяют по клавишам и двигаются, как они двигались тогда, они снова производят те же самые звуки”?

Итак, я [Кондильяк] отвечу, что мои идеи нигде не находятся, когда моя душа перестаёт о них думать, но что они вспоминаются мне, как только возобновляются движения, способные производить их вновь».

#### ***Методологическое прерывание 1.4.***

##### ***Где находятся звуки клавесина, когда он молчит?***

Более глубокую мысль высказал в сочинении “О душе” Аристотель:

“Звук существует двояко, а именно, как звук в действии и как звук в возможности” [25, с. 411].

Применяя эту мысль Аристотеля к молчащему клавесину, мы ясно видим, что его звуки *существуют*, но только не в действии, а в возможности. Можно и человеческую память представить в виде совокупности резонирующих структур, которые будут реагировать специфическим образом на соответствующие воздействия.

Конечно, в наши дни более уместна другая метафора для человеческого мышления. Выразим её в стиле Кондильяка: где находятся операции, выполняемые микропроцессором, когда он выключен? Понятно, что они существуют *в возможности*, а именно, в виде программных кодов, записанных в энергонезависимой памяти.

Но мысль Аристотеля применима не только к теории познания. В частности, она важна для практики и теории измерений. Имеются по крайней мере два вопроса, связанных с идеей о двояком существовании звука.

***Первый вопрос*** относится к эталонам, хранящим единицы (или шкалы) таких величин, которые характеризуют *движения*. Одна из них – частота колебательного процесса. Колебание – это движение, и странной представляется мысль о *хранении движения*. Поступательное движение в земных условиях заведомо нельзя хранить; хранению вращательного движения в тех же условиях препятствует неизбежное рассеяние энергии, а вот колебательное движение хранить удаётся – но почему? Потому, что оно способно существовать “в возможности”, в виде *свойства* той или иной колебательной системы. Фактически хранится не столько движение, сколько *вещь*, обладающая *способностью* к колебательному движению определённой частоты.

Читатель, внимательно прочитавший пособие [П2], вероятно, вспомнит о том значении, которое придавал вибрационному движению Роберт Гук, и о его предположении, что тело и движение – лишь различные формы одной и той же сущности.

***Второй вопрос*** связан с определением *величины* как таковой. В официальном документе РМГ 29–2013 оно представлено в виде незначительно изменённого определения К.П. Широкова (из ГОСТ 16263–70):

“Свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов или явлений, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них”.



Общность в качественном отношении подразумевает определённую степень *качественной однородности системы объектов*, на которой определяется величина. Но... “звук существует двояко”, и такая величина как частота (или связанная с ней субъективная высота звука) может характеризовать и слышимый звук (движение) и, например, камертон (вещь). Система объектов содержит одновременно *движения и вещи* – она оказывается резко неоднородной!

Этот же второй вопрос можно формулировать иначе: обычно считают, что сравнивать можно только сходные объекты. Но представим себе измерение частоты звука с помощью перестраиваемого резонатора – ведь при этом происходит сравнение движения с вещью! Оказывается, что сравнивать можно совершенно несходные объекты – это уже обсуждалось нами в пособии [П1, с. 36–37].

Вывод из только что сказанного очевиден: *теория сравнения* до сих пор недостаточно разработана. Но можно сделать и другой вывод: в текстах Аристотеля имеются мысли, актуальные и в наши дни!

#### ***Возврат из прерывания 1.4.***

Ламетри и Кондильяк – не самые известные из деятелей французского Просвещения. Но здесь нет возможности рассматривать взгляды на познание других выдающихся деятелей того времени, таких как Дидро или Гельвеций.

**Давид Юм** (рис. 1.8) – философ крупный, ему посвящены многочисленные книги и статьи. В нашей стране активно писал о Юме упоминавшийся выше Игорь Сергеевич Нарский. Помимо большой главы о Юме в обзорной работе [16], ему принадлежат две книги, посвящённые специально Юму, изданные в 1967 и 1973 гг.; последняя [26] – в серии “Мыслители прошлого”. Он же редактировал двухтомное издание трудов Юма в серии “Философское наследие” [27; 28].



Рис. 1.8. Давид Юм

*Теории познания* посвящена первая книга первого крупного философского труда Юма “Трактат о человеческой природе”. Она так и названа: “О познании” [27, с. 77–400]. Позже был издан её переработанный и сокращённый вариант “Исследование о человеческом познании” [28, с. 5–169].

Юм требовал, чтобы только переработанные, а не исходные разделы “Трактата о человеческой природе”, рассматривались “как изложение его философских взглядов и принципов” [28, с. 7]. Мы так и поступим.

Приведём краткие биографические сведения о Юме. Он родился в Эдинбурге весной 1711 г., в небогатой дворянской семье, и несколько лет потратил на изучение юриспруденции в Эдинбургском университете, но вынужден был бросить занятия.

В 1734 г. он попытался заняться коммерцией в Бристоле, но вскоре отправился во Францию с тем, чтобы продолжать занятия наукой и литературным трудом. В 1737 г. Юм вернулся в Лондон. Вскоре был издан громоздкий “Трактат о человеческой природе”.

Литературный дебют Юма был провальным – трактат не был принят читателями. Но это не помешало Юму продолжить – с переменным успехом – писательскую деятельность. Среди его трудов многие не связаны с теорией познания; их мы не будем рассматривать.

В течение 1745–1747 гг. Юм был компаньоном больного маркиза Аннандэля, а затем участвовал в военной миссии в Вене и Турине. Во время пребывания Юма в Турине, как он сам написал в своей автобиографии [27, с. 67–75] вышло в свет “Исследование о человеческом познании”. Далее мы будем опираться именно на это произведение.

В 1749 г. Юм удалился в деревню, но через два года переселился в Эдинбург. В 1752 г. Общество юристов избрало его библиотекарем, что дало ему возможность заниматься историей Англии. Жизнь в Эдинбурге была прервана в 1763 г. приглашением на дипломатическую службу. Благодаря этому Юму удалось общаться в Париже с большим количеством, по его собственным словам, “умных, образованных и вежливых людей”, в том числе с Даламбером, Руссо и Гольбахом. В 1766 г. Юм покинул Париж и отправился в Эдинбург, но в 1767г. согласился занять пост помощника государственного секретаря.

В 1769 г. Юм вышел в отставку [26, с. 25] и навсегда вернулся в Эдинбург, где стал секретарём Философского общества – в него входил ряд известных деятелей, в том числе знаменитый экономист Адам Смит и химик Джозеф Блэк. Умер Юм в августе 1776 г. после длительной болезни.

При чтении первой главы “Исследования о человеческом познании” обращает на себя внимание частое употребление слова *точность*. Юм старается внушить читателю мысль, что его рассуждения будут принципиально отличаться от неточных рассуждений предшественников.

Это в какой-то степени предвосхищает (как по содержанию, так и по результатам!) методологическую установку неопозитивистов XX века, уповавших на *точный логический анализ* положений науки. Но ведь не зря Аристотель во

второй книге “Метафизики” писал: “...Есть у точности что-то такое, из-за чего она как в делах, так и в рассуждениях некоторым кажется низменной” [25, с. 98]. При стремлении философа к излишней точности трудно избежать сужения поля зрения, ограничения кругозора.

Вот и Юм со своей точностью остаётся на позиции, если можно так выразиться, “неподвижного наблюдателя”, не действующего активно во внешнем мире (хотя бы как статуя у Кондильяка), а в основном занятого анализом собственных ощущений.

Примером того, к чему приводит такая “точность”, может быть следующее, в какой-то степени итоговое высказывание Юма [28 с. 156]:

“Вопрос о том, порождаются ли восприятия чувств похожими на них внешними объектами, есть вопрос относительно факта. Каким образом этот вопрос может быть решён? Разумеется, посредством опыта, как и все другие вопросы подобного рода. Но в этом пункте опыт молчит и не может не молчать. Ум никогда не имеет перед собой никаких вещей, кроме восприятий, и он никоим образом не в состоянии произвести какой бы то ни было опыт относительно соотношения между восприятиями и объектами. Поэтому предположение о таком соотношении лишено всякого логического основания”.

Заметим: Юм не отрицает здесь существования внешних объектов; он не отрицает и возможной истинности предположения “относительно соотношения между восприятиями и объектами”. Он утверждает только то, что такое предположение *лишено основания*.

Это – позиция *скептика*, каковым Юм себя и называет, очень удобная позиция, поскольку она ни к чему не обязывает.

Наиболее оригинальными моментами теории познания Юма можно считать учения об *ассоциации идей* и о *причинности*.

В книгах И.С. Нарского можно найти мысль о том, что принцип произвольной (как бы автоматической) ассоциации идей пронизывает всю теорию познания Юма:

“В ассоциациях Юм видит главный, если не единственный способ мышления посредством чувственных образов, а таковым для него является не только художественное мышление, но и всякое мышление вообще” [16, с. 150; 26, с. 36].

Ассоциации, по Юму, могут образовываться трояким образом [28, с. 26, курсив Юма]:

“Мне представляется, что существуют только три принципа связи между идеями, а именно: *сходство*, *смежность* во времени или пространстве и *причинность*”.

В связи с ассоциациями по сходству Юм затрагивает вопрос об образовании общих понятий. Он не заявляет, подобно Кондильяку, о своей позиции в споре реалистов с номиналистами, но зато в явной форме (в специальном примечании!) ссылается на Беркли, приводя тот же аргумент:

“Пусть кто-нибудь попробует представить себе треугольник вообще, который не будет ни равносторонним, ни разносторонним и стороны которого не будут иметь ни определённой длины, ни определённых соотношений, такой человек вскоре убедится в нелепости всех схоластических понятий об абстракциях и общих идеях” [28, с. 158].

Однако уже через несколько страниц, говоря о парадоксах, которыми, по его мнению, чреваты представления о бесконечной делимости геометрического пространства и времени, он смягчает резкость этого высказывания:

“Мне кажется, есть возможность избежать этих нелепостей и противоречий, если допустить, что не существует, собственно говоря, абстрактных, или общих, идей, но что все общие идеи в действительности суть частные, связанные с общим термином, который при случае вызывает другие частные идеи, в некотором отношении похожие на имеющуюся налицо идею. Так, когда произносят слово *лошадь*, мы тотчас же образуем идею чёрного или белого животного определённой величины, обладающего определённой фигурой; но так как этим словом обычно обозначаются и животные другого цвета, обладающие иной фигурой и величиной, то идеи последних, не находящихся в данную минуту налицо в воображении, легко вызываются, а наши рассуждения и заключения осуществляются так, как будто эти идеи были налицо” [28, с. 161, курсив Юма].

И.С. Нарский называет этот ход мысли “*репрезентативной концепцией абстрагирования и обобщения*” [16, с. 153; 26, с. 41] и указывает, что она с некоторыми изменениями тоже заимствована у Беркли. Но, как пишет далее Нарский [16, с. 154],

“...Юм не пошёл от Беркли ни в сторону Локка и Гоббса, ни в сторону кантова дуализма. Он постарался построить свою теорию познания, не выходя далеко за пределы ассоциативной психологии”.

### ***Методологическое прерывание 1.5.***

#### ***Не так всё просто с общими понятиями***

Мы видели, что Юм, вслед за Беркли, подменил общие *понятия* действительно нелепыми общими *представлениями*. Представления неизбежно связаны с особенностями конкретных объектов, а общие понятия должны отражать только их существенные признаки и иметь характер моделей, а не образов.

Казалось бы, сказанного достаточно. Но оказывается, что у общих понятий может быть своеобразная структура, требующая специального исследования (здесь мы ограничимся кратким обсуждением).

В статье [29] рассмотрены три типа структурированных (*дизъюнктивно-общих*, как называет их автор статьи Г.Д. Левин) понятий.

Первый из таких типов строится методом *семейных сходств*. Этот метод был обнаружен Людвигом Витгенштейном (1889-1951) ещё в 1930-е годы и продолжал впоследствии привлекать внимание не только зарубежных философов, но и нашего известного Эвальда Васильевича Ильенкова (1924–1979).

По мнению Витгенштейна, для таких общих понятий как *игра* или *язык* не удаётся найти существенный признак, который характеризовал бы *все* элементы множества, составляющего объём понятия, – отдельные пересекающиеся подмножества имеют различающиеся общие признаки. Витгенштейн считал, в частности, что отдельные языки “родственны друг другу различными способами”. Так же может обстоять дело со сходством членов какой-либо семьи (отсюда и название метода).

Ко второму типу дизъюнктивно-общих понятий в статье [29] отнесены понятия, определяемые через перечисление. Пример встречался в пособии [П2, с. 170]: Декарт определял математику как науку, объясняющую “всё относящееся к *порядку и мере*”, – мы видим здесь простое перечисление без указания общности.

Интересен третий тип дизъюнктивно-общих понятий, который по Г.Д. Левину характеризуется формулой “*А или не-А*”. Например, движение может быть *либо* прямолинейным, *либо* криволинейным, но вместе с тем прямолинейное движение есть частный случай криволинейного. Или ещё проще: тело может *либо* двигаться, *либо* находиться в покое, но вместе с тем покой есть частный случай движения – а именно, это есть движение с нулевой скоростью.

Такая ситуация встречалась в пособиях [П1, с. 142; П2, с. 396], когда мы присоединяли к семейству объектов, характеризуемых некоторой величиной, *предельный нулевой объект* – тело нулевой массы, событие нулевой вероятности, и т. п., что противоречило исходной аксиоматике величины.

Г.Д. Левин в статье [29] настаивает на том, что все три типа дизъюнктивно-общих понятий представляют собой “временные, неустойчивые образования”. Он считает, что в каждом случае рано или поздно будет найден общий признак, характеризующий содержание понятия.

По нашему мнению, согласиться с этим можно только применительно ко *второму* типу дизъюнктивно-общих понятий – действительно, простое перечисление не задаёт содержательной структуры определяемого понятия, и здесь поиск общего признака вполне оправдан.

Понятия *третьего* типа строятся закономерно, по одному и тому же принципу, и есть смысл просто принять к сведению существование этого принципа.

Наиболее интересен *первый* тип, основанный на семейных сходствах. Здесь структура понятия (в виде цепочки частично пересекающихся подклассов) нетривиальна, своя в каждом отдельном случае и заслуживает специального изучения.

В связи с этим напомним, что моделью классического чёткого понятия может служить соответственно чёткое множество, но уже несколько десятилетий назад с целью приближения математических моделей к реальным структурам человеческого мышления были предложены *нечёткие множества*. Конечно, введение нечётких множеств было крайне незначительным шагом в направлении моделирования мышления, но всё-таки у понятий появилась хоть какая-то структура. Представляется, что внимательное изучение структур семейных сходств могло бы дать значительно больше для понимания особенностей процессов мышления.

### ***Возврат из прерывания 1.5.***

Подробно, неоднократно повторяясь, пишет Юм о *причинности*. Он утверждает, что причинная связь событий в реальном мире связана с понятием *силы*; однако, по его мнению, “в метафизике нет более тёмных и неопределённых идей, чем идеи *мощи, силы, энергии* или *необходимой связи*...” [28, с. 63, курсив Юма].

Напомним, что наше нынешнее понятие энергии было выработано только в XIX веке; во времена Юма его не было, и слово *энергия*, видимо, воспринималось как синоним *силы*.

Предвидя то возражение, что человеческая *воля* есть причина человеческих действий, Юм пишет:

“Правда, мы не знаем, каким образом тела действуют друг на друга: их сила, или энергия, совершенно непостижима для нас; но разве нам не одинаково неизвестны тот способ или та сила, с помощью которых дух, даже верховный, действует на себя или же на тела?” [28, с. 74].

Забавно, что в конце XIX в сложилась обратная ситуация: учёным показалось, что энергия очень хорошо изучена, а вот о *материи* как таковой мы ничего не знаем, и это понятие возможно исключить из физики. Это воззрение (*энергетизм*) было свойственно представителям эмпириокритицизма или “второго позитивизма”.

У Юма же в итоге получается, что наше представление о причинности обусловлено только *привычкой* [28, с. 83, курсив Юма]:

“Итак, наша идея необходимости и причинности порождается исключительно единообразием, замечаемым в действиях природы, где сходные объекты всегда соединены друг с другом, а наш ум побуждается привычкой к тому, чтобы заключать об одном из них при появлении другого. Эти два условия исчерпывают собой ту необходимость, которую мы приписываем материи. Помимо постоянного *соединения* сходных объектов и следующего за этим *заключения* от одного из них к другому у нас нет иной идеи необходимости, или связи”.

В последней цитате нет слова *индукция*, но по существу речь идёт об индуктивном умозаключении, любимом предмете размышлений Фрэнсиса Бэкона. Юм утверждает, что наша идея необходимой связи причины и следствия формируется только благодаря привычке и поэтому не может считаться надёжной. Ненадёжность индукции останется проблемой и у всех преемников Юма.

Настаивая на непостижимости всего, что выходит за рамки наших восприятий, Юм не щадит и принятого Локком различия между первичными качествами вещей (к ним относятся протяжение и непроницаемость) и вторичными качествами: твёрдостью, мягкостью, теплотой, холодом и т. д., восприятие которых зависит от наших органов чувств:

“Идею протяжения мы получаем исключительно посредством чувств зрения и осязания, а если все качества, воспринимаемые чувствами, существуют в уме, но не в объекте, то заключение это должно быть перенесено и на идею протяжения...” [28, с. 157].

Всё это позволяет назвать Юма *агностиком*, т. е. философом, отрицающим возможность познания. И.С. Нарский так и пишет: “Юм переделал учения Беркли и Локка на агностический манер, сглаживая острые углы и устраняя крайние положения“ [26 с. 29]. Как уже было сказано, сам Юм предпочитал более мягкий термин – *скептик*. Его скептицизм распространялся и на религию (этот вопрос, сам по себе важный, выходит за рамки нашей темы).

Закончим разговор о Давиде Юме нередко высказываемым в отечественной литературе мнением, что такая философская позиция Юма, жившего в эпоху недавно победившей буржуазной революции, отразила социально-психологический облик типичного британского буржуа:

«Сдержанный скепсис, крайняя осторожность и уклончивость, большое искусство лавирования и умение обрести выгодный для себя компромисс, уста-

новка на “свободное парение” над двумя взаимопротивоположными лагерями с тем, чтобы выиграть от ослабления их обоих, – вот характерные особенности указанного социально-психологического облика» [26, с. 7].

**Иммануил Кант** (рис. 1.9) считается основоположником немецкой классической философии, представленной в дальнейшем Фихте, Шеллингом и Гегелем. О масштабе его деятельности можно судить по тому, что в нашей стране,

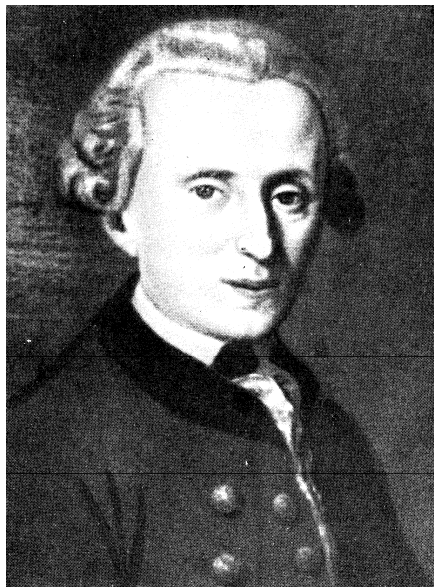


Рис. 1.9. Иммануил Кант

в серии “Философское наследие”, издано шесть томов его произведений (а фактически даже семь, так как четвёртый том вышел в виде двух отдельных объёмистых книг).

Три редактора этого собрания – В.Ф. Асмус, А.В. Гулыга и Т.И. Ойзерман – написали вступительные статьи к отдельным томам.

Обширна отечественная литература о Канте. Наряду с изданной к 250-летию Канта фундаментальной работой того же Валентина Фердинандовича Асмуса [30], имеется книга [31] меньшего объёма, написанная уже известным читателю Игорем Сергеевичем Нарским. Примером исследования, посвящённого отдельным сторонам деятельности Канта, может служить вышедшая в серии “Немецкая классическая философия. Новые исследования” небольшая работа Тамары Борисовны Длугач [32].

Биография Канта не богата внешними событиями. Иммануил Кант родился 22 апреля 1724 г. в Кёнигсберге, в семье седельных дел мастера, и всю жизнь прожил в этом городе (за исключением нескольких лет, проведённых после окончания университета в сельской местности в качестве домашнего учителя).

Окончив учебное заведение типа гимназии, Кант в 1740 г. поступил в Кёнигсбергский университет, в котором впоследствии стал преподавать.

Продвижение по профессиональной лестнице давалось ему нелегко; для этого потребовалось в разные годы защитить четыре диссертации. В 1755 г. Кант становится приват-доцентом (внештатным преподавателем *без жалования*), и только в 1770 г. получает должность профессора и кафедру логики и метафизики.

Правда, в 1786 г. уже прославившийся Кант был избран ректором университета [33, с. 15].



О лекционной нагрузке Канта Ойзерман пишет, что она составляла от одной двухчасовой лекции до пяти лекционных часов в день. По сведениям Длугач, нагрузка Канта колебалась от 16 до 28 часов в неделю, – это очень много. Из различных читавшихся им курсов он уделял особое внимание физической географии. План его лекций по этому предмету интересен; его можно найти в первом томе сочинений [33, с. 365–374].

В 1797 г. Кант был вынужден по состоянию здоровья отказаться от чтения лекций, а 12 февраля 1804 г. его не стало.

Учение Канта о познании резко отличается от рассмотренных выше теорий Ламетри, Кондильяка и Юма по крайней мере в двух отношениях.

Во-первых, у вышеназванных трёх философов уже первые произведения содержали основные идеи, которые в последующих трудах только дополнялись и уточнялись. Кант же в течение многих лет шёл к основным идеям зрелого (*критического*) периода своей деятельности, которые, не без влияния Юма, чётко обозначились только в 1770 г., в его четвёртой диссертации.

Во-вторых, что более важно, и Ламетри, и Кондильяк, и даже в какой-то степени Юм, следуя за Локком, рассматривали своего рода *механизм познания*, начиная с уровня ощущений, с опыта. Кант назвал подход Локка *физиологией человеческого рассудка* [15, с. 74].

Сам же он смотрел на познание с высоты птичьего полёта; его в зрелом периоде деятельности интересовала дедукция “чистых” (т. е. *не имеющих примеси опыта!!!*) априорных понятий, которую, как он считал, нельзя осуществить методом Локка [15, с. 183].

Вот в общем виде позиция Канта, относящаяся к основному, критическому периоду [15, с. 695, курсив его]:

“Что касается сторонников научного метода, то перед нами выбор: действовать либо *догматически*, либо *скептически*, но они при всех случаях обязаны быть *систематичными*. Если я назову здесь знаменитого Вольфа в качестве представителя первого метода и Давида Юма как представителя второго метода, то этого будет достаточно для моей теперешней цели. Открытым остаётся только *критический* путь”.

Но с точки зрения рассматриваемого нами единства информационной сферы, анализа общности между техническими, биологическими и социальными информационными процессами, интересна именно “физиология рассудка”. Поэтому, хотя “Критика чистого разума” и другие труды, написанные Кантом после 1770 г., оказались важным рубежом в *философии*, с позиций истории ин-

формационной сферы, пожалуй, не меньший интерес представляют его работы докритического периода.

В этих работах чередуются и сочетаются элементы Лейбнице-Вольфовской метафизики (абстрактной философии) и довольно туманной натурфилософии. В них нет ни чертежей, ни формул; правда, числа встречаются, хотя и не слишком часто.

Станным кажется уже то, что можно писать в таком стиле после кристально ясных Гюйгенса и Ньютона.

Первая работа Канта, относящаяся к 1746 г., озаглавлена “Мысли об истинной оценке живых сил”. Напомним, что понятие *живой силы*, которая при движении тела массы  $m$  со скоростью  $v$  пропорциональна  $mv^2$ , было введено Лейбницем в противовес картезианскому (а вернее, ньютоновскому, поскольку в физике Декарта не было понятия массы) количеству движения  $mv$ .

Наличие двух различных “мер движения” вызвало длительную дискуссию, участники которой обосновывали правильность той или иной меры реальными и мысленными экспериментами: в них движущееся тело останавливалось в результате сжатия некоторого числа пружин, поднималось на определённую высоту или падало с неё.

Нужно напомнить также, что в механике Ньютона, наряду с нашим нынешним понятием силы как меры взаимодействия тел, “*не остающейся в теле*” после прекращения взаимодействия, имелось понятие “*врождённой* силы материи” как внутренней способности тела сопротивляться попыткам изменить или уничтожить его движение. Эти два понятия принципиально различались, несмотря на сходство названий.

Ещё одну, более общую трактовку силы мы видели выше у Юма: он отождествлял силу с любой “необходимой [причинной – В. Кн.] связью”, считая при этом, что она “совершенно непостижима для нас”.

В работе Канта понятие силы не разъясняется; говорится только, что “тело, находящееся в движении, обладает силой” [33, с. 63]. Нет у Канта и никаких мысленных экспериментов, его больше занимает вопрос о том, как лучше *называть* силу: *vis motrix* (движущая сила) или *vis active* (активная сила). Более того, он берётся “объяснить движение с помощью действующей силы” [33, с. 64]. Приведём (с большими сокращениями!) образец его аргументации:

“...Если субстанция  $A$  в момент своего усилия не в состоянии применить всю свою силу, то она применяет лишь часть её. Однако и с остальной частью силы она не может остаться бездеятельной... Стало быть,  $A$  действует посте-

пенно на всё новые субстанции... Это значит: А изменяет своё место, действуя последовательно” [33, с. 65].

Создаётся впечатление, что “субстанция” свободно распоряжается некоторой вещью – силой, которой она обладает. Что бы ни говорила Т.Б. Длугач о “ньютонианстве” докритического Канта, такая трактовка силы больше напоминает монадологию Лейбница.

Но далее [33, с. 69] Кант выдвигает ещё более общее положение:

“Легко доказать, что не было бы никакого пространства и никакого протяжения, если бы субстанции не обладали никакой силой действовать вовне [т. е. во *внешнем пространстве*? Нет ли здесь логического круга?– В. Кн.]”.

Вопреки утверждению В.Ф. Асмуса, включившего в круг интересов молодого Канта “принцип измерения сил” [30, с. 11], об *измерении сил* в рассматриваемом нами тексте Кант ничего не говорит. Он даже, как мы видели, действует наоборот по сравнению с предшествовавшими философами, которые старались свести различные сущности, трудно поддающиеся измерению, к фундаментально измеримому пространству. У раннего Канта пространство выступает как *следствие* той силы, которой обладает субстанция!

Пользуясь чисто словесными рассуждениями, Кант уже в первой работе замахивается на доказательство чрезвычайно общих положений. И, как показало будущее, эта его смелость во многих случаях оказалась оправданной.

Удивительно, что Кант, продолжая рассуждать в основном на словесном уровне, сумел сделать важные научные открытия – выходит, что так возможно было успешно действовать после Ньютона!

В работе 1754 года “Исследование вопроса, претерпела ли Земля в своём вращении вокруг оси,... некоторые изменения со времени своего возникновения” обоснована идея о том, что приливное трение тормозит вращение Земли, и дана ориентировочная (оказавшаяся неверной) оценка этого торможения.

В том же году опубликована статья Канта о старении Земли под действием ряда физических причин. Наконец, – и это самое важное, – в 1755 г. вышла “Всеобщая естественная история и теория неба”, в которой изложена знаменитая гипотеза Канта о формировании Солнечной системы. Сейчас её называют гипотезой Канта – Лапласа. К естественнонаучным работам докритического периода относится и “Новая теория движения и покоя” (1763 г.), в которой рассматривается вопрос об *относительности* всякого движения, – тоже вопреки Ньютону с его абсолютным пространством.

Все только что перечисленные труды Канта помещены в первом томе его сочинений [33]. Из работ, опубликованных во втором томе [34], отметим прежде всего “Опыт введения в философию понятия отрицательных величин” (1763 г.).

В этой работе проводится различие между логическими противоположностями, которые, соединяясь, дают ложь (или, по Канту, *ничто*), и реальными противоположностями, следствием соединения которых есть *нечто представляемое*:

“Сила, движущая тело в одну сторону, и равное стремление того же тела в противоположном направлении не противоречат друг другу и в качестве предикатов возможны в одном и том же теле одновременно” [34, с. 85].

Кант указывает, что отрицательные величины не являются *отрицаниями величин*, а сами по себе представляют нечто “подлинно положительное”.

Т.Б. Длугач в работе [32] настойчиво подчёркивает это проводимое Кантом различие между логической и реальной противоположностями, а также, что более важно, между логическим основанием и реальным основанием (вопреки Лейбницу!). Действительно, Кант пишет:

“...Реальное основание никогда не может быть логическим основанием, и дождь определяется ветром не по закону тождества” [34, с. 122].

Длугач утверждает, что здесь Кант уже ощущает необходимость *новой логики*, которая занималась бы не конструированием суждений и умозаключений из понятий, а самими понятиями: “Центр тяжести в такой логике находился бы в учении не о суждении и умозаключении, а в учении о понятии” [32, с. 79].

Вместе с тем, по Канту, содержание понятия наиболее полно раскрывается именно в умозаключениях (даже не в суждениях!), которые содержат данное понятие. Сам Кант в последнем абзаце “Опыта введения в философию понятия отрицательных величин” делает грустный вывод:

“Я размышлял о природе нашего познания в отношении наших суждений об основаниях и следствиях, и когда-нибудь я подробно изложу результат этих размышлений. Из него явствует, что отношение реального основания к чему-то, что оно полагает или устраняет, может быть выражено не посредством суждения, а единственно только посредством понятия, которое, если разложить его, можно, правда, привести к более простым понятиям о реальных основаниях, однако лишь таким образом, что в конце концов все наши познания об этом отношении сведутся к некоторым простым и далее уже неразложимым понятиям

о реальных основаниях, отношение которых к следствию уже никак нельзя сделать понятным” [34, с. 123].

Видимо, *разложить* можно только уже известное понятие, не занимаясь его происхождением. Однако, читая Канта, не всегда легко понять, что именно в рассматриваемых им понятиях предполагается известным.

Границей между докритическим и критическим периодами деятельности Канта является его четвёртая диссертация “О форме и принципах чувственно воспринимаемого и умопостигаемого мира” (1770 г.). Её тоже можно прочесть во втором томе его сочинений [34, с. 381–425], она невелика по объёму – в ней всего тридцать параграфов.

Характерен для Канта заголовок первого раздела диссертации: “О понятии мира вообще”. Таков масштаб его мысли, несравнимой по размаху, скажем, со *статуей* Кондильяка.

В этом произведении уже наметились те идеи, которые Кант позже будет развивать в “Критике чистого разума”. Резко разделены *феномены* – предметы чувственности – и *ноумены*, т. е. “то, что не содержит в себе ничего, кроме познаваемого рассудком” [34, с. 300]. Настойчиво подчёркивается, что “чувственно познанное – это представления о вещах, *какими они нам являются*, а представления рассудочные – *как они существуют*” [там же, курсив Канта]. В чувственном представлении выделены, – почти по Аристотелю! – *материя*, т. е. само ощущение, и *форма*, которая “есть не очертание или некоторая схема объекта, а только некоторый присущий уму закон для координирования между собой ощущений, возникших от присутствия объекта” [34, с. 390–391].

Большое внимание уделяется в диссертации пространству и времени, к чему мы вернёмся несколько позже.

Что касается главного произведения Канта, “Критики чистого разума”, занимающего весь огромный третий том его сочинений [15], то автор настоящего пособия предпочитает уклониться от его рассмотрения как целого. Объяснить в нескольких словах смысл этого сочинения невозможно, а подробный его анализ занял бы слишком много места.

Оставим детальное обсуждение “Критики чистого разума” профессиональным философам, а здесь обратим внимание только на два момента этой работы.

**Во-первых**, в последней из приведённых нами цитат из четвёртой диссертации Канта, промелькнула *схема объекта*. В “Критике чистого разума” целая глава [15, с. 220–227] посвящена “схематизму чистых рассудочных понятий”.

Кант ставит здесь вопрос, “как возможно [типичная для него формулировка! – *В. Кн.*], чтобы *чистые рассудочные понятия* могли применяться к явлениям вообще” [15, с. 221, курсив Канта]. Ответ на это таков (курсив снова Канта):

“Ясно, что должно существовать нечто третье, однородное, с одной стороны, с категориями, а с другой – с явлениями и делающее возможным применение категорий к явлениям. Это посредствующее представление должно быть чистым (не заключающим в себе ничего эмпирического) и тем не менее, с одной стороны, *интеллектуальным*, а с другой – *чувственным*. Именно такова *трансцендентальная схема*”.

Эти абстрактные рассуждения Кант подкрепляет примерами. Хочется рекомендовать читателю найти, прочитать и продумать соответствующий текст [15, с. 223 и следующие]; здесь же приходится ограничиться сокращёнными цитатами:

“В действительности в основе наших чистых чувственных понятий лежат не образы предметов, а схемы. Понятию о треугольнике вообще не соответствовал бы никакой образ треугольника. В самом деле, образ всегда ограничивался бы только частью объёма этого понятия и никогда не достиг бы общности понятия, благодаря которой понятие приложимо ко всем треугольникам – прямоугольным, остроугольным и т. п... Понятие о собаке означает правило, согласно которому моё воображение может нарисовать четвероное животное в общем виде, не будучи ограниченным каким-либо единичным частным обликом... Этот схематизм нашего рассудка в отношении явлений и их чистой формы есть скрытое в глубине человеческой души искусство, настоящие приёмы которого нам вряд ли когда-либо удастся угадать у природы и раскрыть”.

Очевидно, здесь Кант полемизирует с Беркли и Юмом, которые приводили тот же пример с треугольником для доказательства нелепости общих понятий: “Пусть кто-нибудь попробует представить себе треугольник вообще, который не будет ни равносторонним, ни разносторонним...”. Но с позиций нашего исследования интересен содержащийся в тексте Канта намёк на *уровневую структуру* познавательного процесса, которой мы уделяли много внимания в предыдущих пособиях – ей были посвящены методологические прерывания 1.1 и 3.2 в [П1] и методологическое прерывание 2.8 в [П2].

Последние слова приведённой выше цитаты предполагают наличие в нервной системе человека некоторого *механизма* (у Канта – *искусства*), обес-

печивающего переход с *уровня образов* на *уровень понятий*. Когда же Кант говорит о том, что “должно существовать нечто третье...”, это можно понять как указание на возможность существования *промежуточного уровня* между образами и понятиями.

Вероятно, в какой-то степени кантовское понятие *схемы* сопоставимо с принятым сейчас понятием концептуальной (или когнитивной) *модели*.

Итак, Кант достойно ответил на аргументацию Беркли и Юма относительно природы общих понятий – одного из центральных вопросов теоретической части информационной сферы.

**Во-вторых**, обращает на себя внимание изменение трактовки пространства и времени от первых работ Канта до “Критики истого разума”.

Напомним, что у Декарта материальные тела не *находились* в пространстве – они *отождествлялись* с занимаемым ими пространством; пустота объявлялась невозможной.

Ньютон же постулировал абсолютное неподвижное пространство, не зависящее от находящихся в нём тел; это пространство ему представлялось “чувствищем божием”.

Кант, как было сказано выше, в своей первой работе (1746 г.) выводил существование пространства из наличия у тел *силы*, действующей вовне. Очевидно, в это время пространство было для него реальностью.

В сочинении “О первом основании различия сторон в пространстве” (1768 г.) мы видим уже *абсолютное пространство*, не зависящее от тел:

“...Ясно, что не определения пространства суть следствия положения частей материи относительно друг друга, а, наоборот, эти положения суть следствия определений пространства и, следовательно, тела могут иметь различия в свойстве, и притом подлинные различия, которые относятся лишь к *абсолютному и первоначальному пространству*...” [34, с. 378, курсив Канта].

В диссертации 1770 года параллельно рассмотрены понятия времени и пространства. В приводимых ниже цитатах (они представляют лишь ничтожную долю текста, относящегося к рассматриваемым понятиям) курсив – везде Канта.

“*Время не есть что-то объективное и реальное: оно не субстанция, не акциденция, не отношение, а субъективное условие, по природе человеческого ума необходимое для координации между собой всего чувственно воспринимаемого по определённом закону, и чистое созерцание*” [34, с. 400].

“*Пространство не есть что-то объективное и реальное: оно не субстанция, не акциденция, не отношение, оно субъективно и идеально: оно проистекает из природы ума по постоянному закону, словно схема для координации вообще всего воспринимаемого извне*” [34, с. 404–405].

Наконец, в “Критике чистого разума” (1781 г.) разделены *метафизические* и *трансцендентальные* истолкования понятий пространства и времени. Приведём только несколько фраз, имеющих характер выводов:

“Итак, наши истолкования показывают нам *реальность* (т. е. объективную значимость) пространства в отношении всего, что может встретиться нам вне нас как предмет, но в то же время показывают *идеальность* пространства в отношении вещей, если они рассматриваются разумом сами по себе, т. е. безотносительно к свойствам нашей чувственности. Следовательно, мы сохраняем *эмпирическую реальность* пространства (в отношении всякого возможного внешнего опыта), хотя признаём *трансцендентальную идеальность* его, т. е. что пространство есть ничто, как только мы отбрасываем условия возможности всякого опыта и принимаем его за нечто лежащее в основе вещей в себе” [15, с. 134].

“Таким образом, наши утверждения показывают *эмпирическую реальность* времени, т. е. объективную значимость его для всех предметов, которые когда-либо могут быть даны нашим чувствам... Наоборот, мы оспариваем у времени всякое притязание на абсолютную реальность, так как оно при этом было бы абсолютно присуще вещам как условие или свойство их даже независимо от формы нашего чувственного созерцания... В этом, следовательно, состоит *трансцендентальная идеальность* времени, согласно которой оно, если отвлечься от субъективных условий чувственного созерцания, ровно ничего не означает и не может быть причислено к предметам самим по себе (безотносительно к нашему созерцанию) ни как субстанция, ни как свойство” [15, с. 139–140].

Из приведённых нами цитат видно, что проблематика пространства (а также и времени, к которому, между прочим, Кант обращается каждый раз, говоря о *счёте*) пронизывает всё творчество Канта, направляя его мысль в сторону всё большей абстракции.

При взгляде с такой высоты Канту, видимо, не представлялся достойным внимания вопрос *измеримости времени*, который, как мы знаем (хотя бы из пособия [П1]), волновал ещё блаженного Августина.



Оставим открытым вопрос о том, в какой степени учение Канта (включая одну из основных его проблем – как возможно *синтетическое суждение a priori*?) могло повлиять на развитие информационной сферы человеческой деятельности.

Кажется очевидным, что информация, которую мы получаем, передаём и обрабатываем, должна характеризовать, в частности, вещи, какими они проявляются *сами по себе*, т. е. во взаимодействиях *не с нашими органами чувств, а с другими вещами*. Об этих взаимодействиях писал ещё Локк, а Канта, по-видимому, они мало интересовали.

### **Методологическое прерывание 1.6.**

#### **Философская теория познания и искусственный интеллект**

Неожиданный вариант ответа на оставленный нами открытым вопрос о возможном влиянии Канта на развитие информационной сферы обнаружился в научно-популярной статье [35].

Автор работы [35] пишет о двух революционных переломах в развитии искусственного интеллекта (как передового отряда информационных технологий). Первую революцию он относит к концу 1960-х – середине 1970-х годов. Это был, по его словам, кризис традиционных кибернетических концепций, потребовавший “создать совершенно новую научную культуру, в которой органично слились бы гуманитарные, точные и естественные науки”.

В результате “сформировалась концепция новой науки, когнитологии [автор настоящего издания предпочитает термин *когнитивистика* – В. Кн.], предметом которой стало исследование взаимосвязи между конкретной человеческой деятельностью в различных предметных областях и теми интеллектуальными операциями, которые при этом производятся... Ведь только изучая конкретную предметную деятельность, можно понять организацию человеческих знаний и структуру интеллектуальных операций”.

Но уже в 1980-х годах, пишет далее автор статьи [35], оказалось, что искусственный интеллект как научная дисциплина “во многих отношениях даже не приблизилась к уровню постановки [только *постановки*?! – В. Кн.] вопроса о природе мышления, достигнутому мыслителями-гуманитариями... В известном смысле можно констатировать, что сейчас происходит перелом во взглядах на искусственный интеллект того же масштаба, какой произошёл в конце шестидесятых годов...”.

Что же это за перелом? Ответ таков:

«Исследователи искусственного интеллекта, преодолев технократические установки [мало верится в преодоление программистской самоуверенности – В. Кн.], обратились наконец к тем интеллектуальным сокровищам, которые были накоплены за тысячелетия анализа “мира мыслей”... Оказалось, что идеи Лейбница, Канта, Гуссер-

ля, Хайдеггера – это концептуальные модели, которые в принципе могут быть экспериментально проверены с помощью программ искусственного интеллекта».

По-видимому, приведённый в этой цитате перечень философов включает только тех, с которыми автор статьи [35] солидаризируется. Ведь далее в тексте статьи упоминается теория “чистой доски” Локка (критиковавшаяся Лейбницем), и она охарактеризована как *опровергнутая* работами по искусственному интеллекту. Упоминается в статье также концепция причинности Юма, “отвергнувшего возможность использования причинности как логического понятия”, а ей противопоставлены априорные синтетические суждения Канта, к которым отнесены “понятие причинности и представление о времени и пространстве”.

Можно заметить, что в работе [35] упущена возможность сослаться ещё и на более ранних философов. Приведено высказывание немецкого социолога Карла Манхейма “Строго говоря, некорректно заявлять, что отдельный человек думает...”, а ведь оно почти совпадает со словами Гераклита “Здравый рассудок – у всех общий”, а также с одним из аверроистских тезисов, осуждённых в Париже в 1270 г.: “Неверно или не соответствует истине положение: человек постигает” [П1, с. 115 и 255].

Это замечание, конечно, не относится к основной аргументации статьи [35]. Её автор, назвав причинность важнейшей *эвристикой* или, иначе говоря, *универсальной объяснительной схемой*, далее обосновывает необходимость использования универсальных объяснительных схем в искусственном интеллекте и ставит задачу выяснения способов формирования таких схем.

Интересно в работе [35] ещё противопоставление лингвистической философии и герменевтики как двух подходов к анализу смысла слова. Лингвистическая философия разлагает слово на элементарные смысловые единицы, а герменевтика ищет смысл слова только в контексте, который “обрезает потенциальную смысловую бесконечность” слова.

На основании всего сказанного в статье [35] намечено направление дальнейшей деятельности – “работа по обнаружению знаний, скрытых в языке, выявление скрытых механизмов творчества”. Автору настоящего издания представляется, что именно этими вопросами стал бы заниматься его талантливый соученик, бывший заведующий кафедрой Измерительных информационных технологий, Эдуард Михайлович Шмаков, если бы в 1997 г. не унесла его преждевременная нелепая смерть.

В самом конце статьи [35] высказано сомнение: “Слишком высокие требования предъявляет новая дисциплина к научной подготовке специалистов – очень высокий уровень образования в нескольких ранее не связывавшихся между собой областях знания”. Хотелось бы думать, что пособия [П1; П2] и настоящее издание в какой-то степени готовят читателя к приобретению именно такого уровня образования.

***Возврат из прерывания 1.6.***

#### 1.4. Учение о языке и связанные с ним области информационной сферы XVIII века

Историки, желающие одним словом характеризовать то или иное столетие, часто XVIII век называют “веком Просвещения”. В предыдущем разделе упоминались деятели *французского* Просвещения – наиболее яркой ветви процесса, общего для всего европейского мира. Но ведь существовали также:

- английское Просвещение, заметными фигурами которого были Джон Толанд (1670–1722) и Антони Эшли Купер Шефтсбери, третий граф Шефтсбери (1671–1713) – можно вспомнить, что Джон Локк с 1667 г. воспитывал сына *первого* графа Шефтсбери;

- американское Просвещение, к которому принадлежали, в частности, Бенджамин Франклин (1706–1790) и Томас Джефферсон (1743–1826);

- русское Просвещение, у истоков которого стояли Николай Иванович Новиков (1744–1818) и Александр Николаевич Радищев (1749–1802);

- немецкое Просвещение, развитие которого связано с именами Готхольда Эфраима Лессинга (1729–1781) и Иоганна Готфрида Гердера (1744–1803).

С точки зрения истории информационной сферы, пожалуй, наибольший интерес представляет творчество Гердера (рис. 1.10). Последний интересен как личность – хотя бы потому, что он слушал в Кёнигсберге лекции молодого Канта, впоследствии стал старшим другом молодого Гёте, а в зрелом возрасте разошёлся по взглядам и с тем и с другим. Интересно ещё и то, что попасть в Кёнигсберг и поступить там в университет Гердеру, родившемуся в местечке Морунген в бедной семье, удалось “благодаря случайной помощи военного хирурга квартировавшего в Морунгене русского полка” [36, с. IX].

Создаётся впечатление, что в XVIII веке безвозмездное оказание помощи талантливым молодым людям было довольно распространённым явлением. Достаточно посмотреть, сколько раз получал такую помощь от разных лиц молодой Карл Линней [37].

Но нас будут больше интересовать не черты личности Гердера и не его жизненный путь, а содержание и дух его сочинений.

Чтобы оценить эти качества, достаточно сначала обратиться к творчеству Лессинга как непосредственного предшественника Гердера (заметим, между прочим, что Лессинг, как и Лейбниц, работал библиотекарем в Вольфенбюттеле – тесен мир!). Считается, что теоретические работы Лессинга, частично опубликованные в сборнике [38], “составили эпоху в развитии мировой эстетической мысли” [39, с. 206], – но они и ограничены эстетикой.

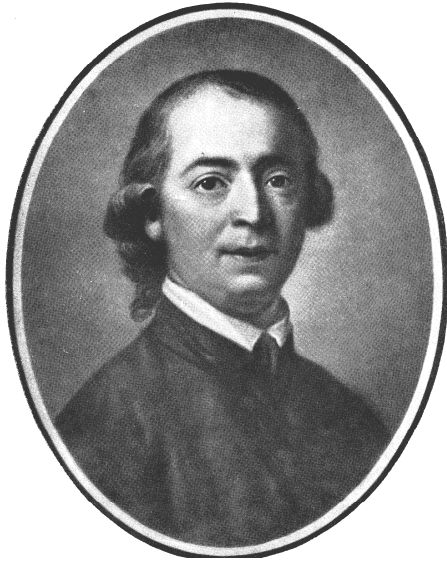


Рис. 1.10. Иоганн Готфрид Гердер  
(портрет заимствован  
из книги [36])

А вот сборник избранных сочинений Гердера [36] содержит ряд разделов: “Литература и народное творчество”, “Язык и поэзия”, “Эстетика и теория искусства”, “Философия истории”. Уже из этого перечня видна широта интересов Гердера, которые, можно сказать, охватывают важнейшие направления гуманитарной мысли, характерные именно для XVIII века.

Интерес к *народному творчеству*, имеющий яркую национальную окраску, проявляют в XVIII веке и в начале XIX века деятели культуры многих европейских стран.

Ещё в 1697 г. Шарль Перро (1628–1703) издал свои “Les contes de Ma Mère L’Oye” – сказки Матушки Гусыни, впоследствии переведённые на многие языки.

В 1724 г. поэт Аллан Рамзей издал сборник шотландских народных песен [36, с. 347]. В 1758–1759 гг. было опубликовано “Собрание миннезингеров швабской эпохи” на основе кодекса XIV в., обнаруженного в Парижской национальной библиотеке [36, с. 345].

В 1765 г. вышел из печати сборник епископа Томаса Перси (1729–1811) “Reliques of ancient English poetry” – Памятники старинной английской поэзии, основанный на случайно найденной рукописи [40, с. 5]. Тогда же были изданы “Поэмы Оссиана”, вызвавшие огромный интерес, но оказавшиеся, как принято сейчас говорить, гениальной подделкой шотландца Джемса Макферсона (1736–1796). Переводились также отрывки скандинавской “Эдды”.

В середине XVIII века вышли английские *детские песенки* под названием “Mother Goose Melodies...” – Напевы Матушки Гусыни [41, с. 7]. Вальтер Скотт (1771–1832) ещё в возрасте 15–16 лет стал записывать народные баллады, и в 1802–1803 гг. издал три тома “Песен шотландской границы” [40, с. 17–18].

Этот перечень можно было бы и дополнить, и продолжать дальше, но мы (с некоторым сожалением) ограничимся сказанным и добавим только упоминание о шотландском народном поэте Роберте Бёрнсе (1759–1796). Он воспринял дух шотландского народа и воспроизвёл его в своих стихах, которые сами стали

народными песнями и получили мировую известность в переводах на разные языки (у нас есть прекрасные переводы Самуила Яковлевича Маршака).

Гердеру принадлежит ряд статей о поэзии различных народов. В этих статьях он (часто ставя в пример сборник Томаса Перси) неустанно призывал к собиранию и сохранению не только немецких песен, но и песен других народов, в частности, прибалтийских и славянских, – с латышскими песнями он был знаком непосредственно, поскольку в 1764–1769 гг. служил пастором и учителем в Риге.

Важно, что Гердер, отмечая сходные черты песенного творчества разных народов, вместе с тем отстаивал самостоятельность каждого народа, не признавал наличия какого-то образца, единого для всех.

В 1773 г. Гердер сдал в печать первую редакцию собственного сборника “Старинные народные песни”. В него вошли немецкие песни, ряд баллад из сборника Перси в оригинале и в переводах Гердера, переводы отрывков из Шекспира (которого Гердер высоко ценил), и “Северные песни” – литовские, латышские, эстонские, лапландская и две гренландские, а также переводы древнеисландской поэзии.

Из-за нападок недоброжелателей Гердер взял рукопись из типографии, но продолжил работу над ней и в 1778–1779 гг. издал в расширенном виде под названием “Народные песни” (в последующих, посмертных переизданиях – “Голоса народов в песнях”) [36, с. XXXIV].

Историки *языковедения*, говоря о XVIII веке, отмечают, с одной стороны, отсутствие новых теоретических концепций в работах *собственно лингвистов* (шло только накопление материала и происходила фиксация языковых норм), и, с другой стороны, проявлявшийся *философами* большой интерес к проблемам языка, – особенно к его происхождению и истории.

Среди этих философов, наряду с немцами Лейбницем и Гердером, называют итальянца Джамбаттисту Вико (1668–1744), а также французов Руссо и Кондильяка.

Наиболее развитую концепцию *происхождения языка* (оно рассматривалось в пособии [П1, с. 16–19]) мы встречаем у Кондильяка. Он полагал, что язык возник постепенно, из произвольных возгласов и жестов первобытных людей. Гердер не соглашался с этим и развивал свою теорию “примёт”. По его мнению, человек (даже живущий вне общества!) смог дать имя овце, когда услышал – в качестве *приметы* – её бляение [36, с. 142]. Вместе с тем он считал, что первыми словами были глаголы.

Существовали и другие подходы к происхождению языка. Тот же Гердер писал: “...Большинство выдвигало предположение о существовании простого соглашения, договора. Решительнее всех против этого возражал Руссо” [36, с. 143]. Напротив, по мнению историков лингвистики, именно Руссо высказал мысль о том, что люди договорились между собой и согласовали необходимые слова.

А наш современник В.М. Жирмунский, автор вступительной статьи к книге [36], отмечает, что в то время господствовала теория “божественного” происхождения человеческой речи [36, с. XXIV].

Что касается вопроса об *историческом развитии языка*, то Жирмунский утверждает, что Гердер “является создателем первой исторической теории языка” [36, с. XXV]. Действительно, наряду с его “Трактатом о происхождении языка” (1770 г.) можно отметить более ранний фрагмент “О различных возрастах языка”.

Гердер уподобляет в нём развитие языка росту и развитию человека: язык проходит периоды детства, юности и зрелого возраста. По мере этого развития возрастает правильность языка, но одновременно утрачивается его богатство и выразительность: “Язык в зрелом возрасте – это уже больше не поэзия, а художественная проза”. И далее:

“...Разные возрасты языка, подобно возрастам человека, не могут существовать одновременно. Если язык более всего пригоден для поэзии, то он не может быть в такой же мере философским языком” [36, с. 120–121].

### ***Методологическое прерывание 1.7.***

#### ***Два “эталона” для естественного языка***

Гердеровское противопоставление поэтического языка “философскому” неожиданно всплывает в статье [42], автор которой, Ю.А. Шрейдер, известен многочисленными, зачастую дискуссионными, публикациями в области семиотики.

Для нас в этой статье интересно, прежде всего, одно из её исходных положений [42, с. 237]:

«Есть области науки, столь детально разработанные, что заниматься или можно, не заботясь о противоречиях в основаниях этих наук...

Семиотика отличается от большинства других наук тем, что она всё время вынуждена обращаться к смыслу основных понятий. Она слишком связана с гносеологией, чтобы пойти по “гладкому” и стройному пути чисто абстрактного развития понятий. Сама конкретная постановка семиотических проблем сильно зависит от исходных теоретико-познавательных концепций, в которых возникают взаимно отрицающие тенденции».

Эти замечательные слова можно отнести не только к семиотике как теории знаковых систем, но и ко всей когнитивистике, если понимать последнюю как ту часть информационной сферы деятельности, которая непосредственно связана с изучением познавательных процессов.

И если, например, теория управления успешно развивается по “стройному пути чисто абстрактного развития понятий”, то это может пониматься как свидетельство о том, что она не имеет отношения к когнитивистике.

Но далее из приведённой выше общей посылки следует *антиномичность* семиотических категорий [42, с. 238]:

«Эта антиномичность отличается от классических антиномий теории множеств [а также от известных антиномий кантовского типа – *В. Кн.*] тем, что здесь мы имеем дело не с выводом противоречивых утверждений, а с полярностью точек зрения на основные категории, ни от одной из которых нельзя отказаться для адекватного развития теории.

Если угодно, речь идёт об антиномичности на “внелогическом” уровне...».

В соответствии с этим Шрейдер формулирует цель статьи: “перечислить некоторые важные антиномии в концепциях знака, языка, смысла и других категорий семиотики и показать принципиальную недостаточность некоторых принятых той или иной частью исследователей тезисов” [42, с. 239].

Можно заметить, что в своё время антиномии именно такого рода обнаружил в языке и речевой деятельности Вильгельм Гумбольдт – об этом говорилось в методологическом прерывании 2.9 предыдущего пособия [П2, с. 235–236]. Знал ли Шрейдер об антиномиях Гумбольдта, или нет, – не будем гадать.

Если читатель ждёт теперь перечня рассмотренных в статье [42] антиномий с их краткими формулировками, то он будет разочарован: текст Шрейдера сложен, он плохо поддаётся сжатию. Придётся ограничиться только той антиномией, которая и послужила поводом для настоящего методологического прерывания.

В формулировке Шрейдера, она “относится к связи языка с логикой и прежде всего с логической семантикой”. Отсюда одна из сторон антиномии выглядит так:

“В семиотике логика играет роль своеобразного эталона, на котором основные особенности знаковых систем допускают строгую экспликацию” [42, с. 247].

Напомним, что сама по себе связь логики и языка давно провозглашалась в картезианской лингвистике, а также и в более ранних учениях, в частности в работах модистов (см., например, раздел 2.10 в пособии [П2]).

С тех пор и логика, и лингвистика существенно обогатились как содержательными деталями, так и формальными средствами. В итоге, по словам Шрейдера, “опять создаётся впечатление о принципиальной возможности погружения в логику всего богатства естественного языка” [42, с. 248].

Внезапно Шрейдер вспоминает о неопределённости естественного языка. Это – вторая сторона антиномии:

“Но противоречие между точностью и определённой языков логики и зыбкостью (размытостью) естественного языка наводит на мысль о необходимости иметь другой тип эталона, позволяющий выделять алогичность языка. Таким эталоном прежде всего служат поэтические тексты. Если логика – удобный эталон при исследовании процессов хранения и передачи информации в естественном языке, то поэтика – эталон процессов возникновения смысла”.

Это высказывание выглядит элегантным, хотя “поэтика” ведь не компактна, в отличие от логики, – у каждого подлинного поэта могут быть свои особые способы выражения смысла, в том числе связанные со *звучанием* поэтического текста. Поэтому поэтический эталон может быть только групповым, с неопределённо большим числом элементов, и в таком виде он практически вряд ли реализуем.

Но более важным представляется другое. Мы видим, что, если Гердер утверждал необходимость *двух различных* языков, один из которых отличался бы логикой и подходил бы для науки (“философии”), а другой, выразительный – для поэзии, то у Шрейдера оба свойства оказываются присущими одному и тому же естественному языку как две его стороны, *дополняющие* одна другую. “Возникновение смысла” с одной стороны и точная передача информации (в пространстве и времени) с другой стороны в трактовке Шрейдера оказываются, образно говоря, *ортгональными*.

Отчасти это объясняется расплывчатостью смысла (вспомним слова С.А. Яновской о точности как *огрублении* действительности!), но, видимо, есть и другие факторы. В той же работе Шрейдера [42, с. 247] находим высказывание о смысле, отчасти перекликающееся с диалектической концепцией П.В. Копнина [П2, с. 181]. Шрейдер пишет:

“Итак, правомерна точка зрения, что значение (смысл) присуще не самому слову и даже не слову в контексте, а слову в замкнутом тексте. Эта точка зрения откровенно противоречит идее наличия значений у самих слов”.

Так или иначе, ясно, что теория *формирования смысла* текстов (не только поэтических) должна существенно отличаться от теории *передачи информации*. Можно ещё обобщить эту формулировку: моделирующая функция языка и его коммуникативная функция являются в какой-то степени *дополнительными* друг к другу.

### ***Возврат из прерывания 1.7.***

Верно ли, что Гердер первым развил исторический подход к языку? Повидимому, Джамбаттиста Вико высказывал аналогичные идеи раньше. Созданная им теория *исторического круговорота* (см., например, [39, с. 60–61 и с. 410]) предполагала три этапа в развитии каждого народа, аналогичные детст-



ву, юности и зрелости человека. Этот принцип развития Вико распространял на язык и искусство.

Создаётся впечатление, что в XVIII веке исторический подход к языку как бы витал в воздухе. Не хватало только толчка, который побудил бы профессиональных лингвистов заняться процессами развития языков. Таким толчком стала произнесённая 2 февраля 1786 г. так называемая *третья юбилейная лекция* английского востоковеда и юриста Уильяма Джонса (1746–1794). В ней учёный указал на родство между греческим и латинским языками с одной стороны и санскритом с другой стороны, свидетельствовавшее об их общем происхождении.

Это послужило началом *сравнительно-исторического языкознания*. Становление последнего относится уже к первым десятилетиям следующего, XIX века.

Но вопрос о языке можно поставить и в более широком плане, как вопрос о *выразительных средствах искусств*.

Знаменитый “Лаокоон” Лессинга (1766 г.; его можно прочесть в сборнике [38, с. 385–516]) был ведь посвящён сравнению выразительных средств живописи и поэзии, т. е. как бы языков этих искусств.

Англичанин Джеймс Гаррис (1709–1780) ещё в 1744 г. написал на ту же тему трактат “Рассуждения об искусстве: о музыке, живописи и поэзии; о чувстве блаженства”. В 1756 г. этот трактат вышел в немецком переводе.

Гердер в своих “Критических лесах” (он имел в виду природные леса, а не подмостки строителей) полемизировал с Лессингом и изложил собственное мнение относительно выразительных средств искусств, – главным образом поэзии.

В предельно упрощённом виде концепция Лессинга была такой: живопись работает в пространстве, а поэзия – во времени, и так как во времени всё происходит *последовательно*, то для поэзии главным является *действие*.

Гердер заметил, прежде всего, что понятие действия вовсе не следует из понятия последовательности.

Вместе с тем он указал, что знаки, используемые в живописи, “показывают предмет *естественным образом*” [36, с. 159, курсив здесь и далее Гердера]. В поэзии же “*естественные* знаки выражения, как-то: буквы, звуки, их последовательность, никак или почти никак не определяют собой поэтического воздействия: здесь главное – смысл, по произвольному согласию вложенный в слова, душа, которая живёт в членораздельных звуках” [36, с. 159–160].

Ссылаясь на то, что “в метафизике существуют три основных понятия: *пространство, время и сила*”, Гердер утверждал, что поэзия воздействует “посредством *силы*, которая присуща словам, силы, которая хотя и передаётся через наш слух, но воздействует непосредственно на душу” [36, с. 160].

Интересно видеть у Гердера ещё один аспект понятия *силы* после всего, что было сказано о силе в предыдущем разделе. Заметна также связь его понятия *смысла* поэзии как некой души, живущей в звуках, с трактовкой смысла у Ю.А. Шрейдера (см. выше методологическое прерывание 1.7).

Что касается концепции Гарриса, который, вслед за Аристотелем, различал искусства, создающие *предметы*, и искусства, представляющие проявления *энергии* (танец, музыку, поэзию) [36, с. 354], то Гердер кратко излагает её без особых возражений.

Как бы оправдываясь, он пишет, что “хотел лишь обратить внимание... читателей на автора, который обсуждает тот же предмет, что и Лессинг, кое в чём пошёл дальше его и был достаточно проницателен, чтобы коротко и ясно исчерпать свою тему, если бы вместо того, чтобы пускаться в пустые споры о преимуществах того или иного искусства, он обратил внимание лишь на различия между ними, затем на их границы и, наконец, на законы...” [36, с. 178].

При этом Гердер упоминает ещё Моисея Мендельсона (1729–1786) – друга Лессинга и деда композитора Феликса Мендельсона-Бартольди – как автора, подробно анализировавшего различия между искусствами.

Как видно, своего рода *системный подход* к выразительным средствам совокупности искусств был в XVIII веке довольно распространённым.

Делались и попытки нарушить “границы искусств”. Так, В.М. Жирмунский в книге [36, с. 352] сообщает, что французский патер Луи Бертран Кастель (1688–1757) построил “цветовой или зрительный клавесин” (в немецком переводе *Farbenklavier*), в котором роль звуков играли краски. Гердер оценил этот эксперимент крайне отрицательно [36, с. 159]. Думается, что он отнёсся бы точно так же к нынешней цветомузыке.

Затронем ещё вопрос о *создании языков*. Последние два слова непривычны, поэтому сразу подкрепим их двумя разрозненными цитатами из первой “Манипуляции сознанием” Сергея Георгиевича Кара-Мурзы:

«В ходе Французской революции идеологи нового общества поняли, что главным средством власти в нём будет язык. Здесь сознательно пошли на истине богоборческое дело – планомерное, как в лаборатории, создание нового языка. Первопроходцем здесь был Лавуазье, который создал язык химии...

Лавуазье, предлагая новый язык химии, сказал: “Аналитический метод – это язык; язык – это аналитический метод; аналитический метод и язык – синонимы”» [43, с. 60 и 86].

Возможно, С.Г. Кара-Мурза смешал два процесса, не вполне совпадавших друг с другом: один заключался в создании нового языка *для обыденного употребления* (примером могут быть придуманные французскими революционерами новые названия месяцев); другой – в создании языков тех или иных *наук*.

Во втором смысле (не имеющем отношения к манипуляции сознанием!) Лавуазье был не первым, и уж во всяком случае не единственным. Разве Ньютон по существу не создал язык механики, которая до него не знала понятия *массы* и имела очень туманное представление о *силе*? И разве Линней (1717–1778) не создал язык ботаники задолго до Французской революции?

Вера Михайловна Корсунская – она преподавала “Основы дарвинизма” в ленинградской школе № 181, в которой учился автор настоящего издания – так написала о Линнее (первоначально его фамилия писалась *Линнеус*):

“Ботаника получила свой собственный язык, краткий, точный, научную терминологию... По сути дела, Линнеус изобрёл, хотя и с учётом прежней терминологии, новый язык для естествознания. И он оказался таким же необходимым и удобным для ботаников, писал французский философ, писатель и ботаник Жан Жак Руссо, как язык алгебры для геометров” [37, с. 102].

Напомним: язык алгебры применил к геометрии Рене Декарт ещё в XVII веке. А что касается наук о природе, то во времена Линнея не было даже термина *биология*, он появился только в 1802 г. [37, с. 103].

Говоря о создании языков, нельзя не вспомнить нашего Михаила Васильевича Ломоносова (1711–1765). Ведь это он заложил основы русской терминологии во многих областях естественнонаучной деятельности. Он же реформировал русское стихосложение, сделал его язык более естественным.

В XVIII веке прошли молодые годы крупнейшего европейского лингвиста Вильгельма фон Гумбольдта (1767–1835), но свои основные труды он создал в зрелом возрасте, поэтому его деятельность принято относить к XIX веку.

### **1.5. Диалектика в европейской музыке**

Говорить о развитии европейской музыки в XVIII веке очень непросто. В Интернете можно найти статью Александра Майкапара (родился в 1946 г.) “Рококо в музыке”; её вариант опубликован в журнале “Искусство”, 2005, № 1.

В этой статье приведена схема развития музыкальных стилей (в классическом смысле термина), почти целиком уместающаяся в XVIII веке:

Барокко - Рококо - галантный стиль - сентиментализм - буря и натиск - Классицизм

Автор статьи не смущается противоречиями. Так, на его схеме стиль рококо *следует за* барокко, но вместе с тем наиболее яркий представитель рококо – Франсуа Куперен (1668–1733) – оказывается *старше* Иоганна Себастьяна Баха (1685–1750), величайшего представителя барокко.

Заметим ещё, что творчество Вольфганга Амадея Моцарта (1756–1791) и Людвиг ван Бетховена (1770–1827) принято относить к классицизму, – это делает и Майкапар, – но с позиций истории информационной сферы они существенно различны.

Развитие итальянской, французской, немецкой музыки идёт своими, заметно различающимися путями, и вместе с тем, например, И.-С. Бах живо воспринимает и по-своему перерабатывает музыкальные идеи других народов.

Описать здесь весь вековой ход развития европейской музыки невозможно, но это и не требуется. Для наших целей достаточно выделить некоторые её особенности, связанные с используемыми выразительными средствами, причём по возможности трактовать эти средства *со знаковых позиций*.

### ***Методологическое прерывание 1.8.***

#### ***О выразительных средствах музыки***

Музыковед и композитор Борис Владимирович Асафьев (1884–1949, он выступал также под псевдонимом *Игорь Глебов*) в своей важнейшей работе “Музыкальная форма как процесс” написал: “Музыку слушают многие, а слышат немногие, в особенности инструментальную” [44, с. 215].

Действительно, музыка, как никакое другое искусство, характеризуется разнообразием тех эффектов, которые ожидают от неё люди.

Многие ищут в музыке приятного звучания. Они восхищаются красивым голосом или тембром инструмента (“Ах, Хворостовский!”, “Ах, Ростропович!”), им нужны “прекрасные мелодии”. Близки к ним по духу те, кто хотел бы отдохнуть, “расслабиться”, даже иногда погрузиться под неназойливую, приятную музыку.

Очень многие, напротив, хотят, чтобы музыка возбуждала их, побуждала к движению (варианты очевидны, не будем их детализировать). Есть и такие, кто ценит музыку за связанные с ней дорогие воспоминания.

Всё перечисленное никак не подразумевает того, что в музыке может быть какой-то *смысл*. Однако фактом является то, что по крайней мере некоторые слушатели,

расходящиеся из концертного зала, скажем, после вечера фортепианной музыки, чувствуют себя духовно обогащёнными. А регулярное слушание осмысленной музыки очевидным образом настраивает внутренний мир человека и сказывается даже на его внешности.

Есть множество свидетельств силы и значения музыки (не объясняющих источников этой силы.). Одно из самых замечательных – описание *сотворения мира с помощью музыки* на первых страницах “Сильмариллиона” Дж.Р.Р. Толкина [45]. Вот только небольшой отрывок:

“И тогда голоса Айнуrow, подобные арфам и лютням, скрипкам и трубам, виолам и оргáнам, и бесчисленным поющим хорам, начали обращать тему Илуватара в великую музыку: и звук бесконечно чередующихся и сплетённых в гармонии мелодий уходил за грань слышимого, поднимался ввысь и падал в глубины – и чертоги Илуватара наполнились и переполнились, и музыка, и отзвуки музыки хлынули в Ничто, и оно уже не было Ничем”.

Заметим здесь очень точную логику: музыкальная *тема* обращается в чередующиеся и сплетающиеся *мелодии*. Это нужно взять на заметку.

Далее, если музыка может создать мир, то и мир воспринимается особо чувствительными людьми как источник музыки. Замечательный пример – известная статья Александра Блока “Интеллигенция и революция” (январь 1918 г.; её можно найти, например, в сборнике [46]). Блок подводит читателя к мысли о том, что “поток предчувствий”, ушедший в землю в годы реакции (у Блока это 1909–1916 гг.), вышел на поверхность, “и в шуме его – новая музыка”. Сразу после этих слов идут два поразительных абзаца (курсив и многоточие – Блока):

“Мы любили эти диссонансы, эти рёвы, эти звоны, эти неожиданные переходы... в оркестре. Но, если мы их *действительно любили*, а не только щекотали свои нервы в людном театральном зале после обеда, мы должны слушать и любить те же звуки теперь, когда они вылетают из мирового оркестра; и, слушая, понимать, что это – о том же, всё о том же.

Музыка ведь не игрушка; а та *бестия*, которая полагала, что музыка – игрушка, – и веди себя теперь как бестия: дрожи, пресмыкайся, береги своё добро!”

Образ музыки, производимой революцией, пронизывает всю статью Блока, но совсем неожиданным для нас оказывается поистине страшное обвинение, которое Блок бросает противникам революции, – обвинение в *немузыкальности*:

“Не знаю, что страшнее: красный петух и самосуды в одном стане или эта гнетущая немзыкальность – в другом?”.

Для наших целей полезно *обратить* слова, которыми кончается первый из процитированных абзацев Блока. Если музыка революции – “о том же, всё о том же”,

то, значит, в предреволюционной музыке встречалось (в качестве одного из элементов *смысла*) предчувствие революционных перемен?

Читатель, хорошо знакомый с музыкой рубежа XIX–XX вв., легко сформирует об этом собственное мнение.

Трудно удержаться и не привести ещё один пример. Прекрасный советский поэт Дмитрий Борисович Кедрин (1907–1945) в первые месяцы Великой Отечественной войны, в поисках слов, подходящих для описания этого грандиозного события, обратился... *к музыке*. Найденное им сравнение великолепно:

Война бетховенским пером  
Чудовищные ноты пишет.  
Её октав железный гром  
Мертвец в гробу – и тот услышит!  
  
Но что за уши мне даны?  
Оглохший в громе этих схваток,  
Из всей симфонии войны  
Я слышу только плач солдаток.

Приведём теперь примеры того, как различные авторы подходят к вопросу о *смысле музыки*. У известного философа и культуролога Алексея Фёдоровича Лосева (1893–1988) имеется работа под многообещающим названием “Музыка как предмет логики”. Но это название обманчиво: Лосев ничего не пишет о собственно *музыкальной логике*, он занят главным образом связью между музыкой и временем. Приведём характерное для Лосева (он испытал сильное влияние феноменологии Гуссерля) высказывание [47, с. 209–210, курсив Лосева]:

*“Множество звуков, составляющих музыкальное произведение, воспринимается как нечто цельное и простое, как нечто в то же время текуче-бесформенное. Это – подвижное единство в слитости, текущая цельность во множестве. Это – всеобщая внутренняя текучая слитность всех предметов, всех возможных предметов. Оттого музыка способна вызывать слёзы – неизвестно по поводу какого предмета; способна вызывать отвагу и мужество – неизвестно для кого и для чего; способна внушать благоговение – неизвестно к кому”.*

Какая есть связь между “всеобщей внутренней текучей слитностью” и способностью вызывать слёзы, отвагу и благоговение (ведь Лосев пишет “Оттого...”?!), и каким образом в музыке слиты *предметы* – всё это, по мнению автора настоящего издания, остаётся не выясненным.

И главное – если уж согласиться, что в музыке действительно слиты *все возможные* предметы, то почему она вызывает *в одном случае* слёзы, *в другом* – отвагу и *в третьем* – благоговение? Ведь не одновременно же всё это происходит?

Похоже, что совсем немного логики содержит статья о музыке как предмете логики.

Что касается текучести музыки, её связи с временем, то вряд ли эту её сторону можно описать лучше, чем это сделал поэт Луи Арагон:

Чудо музыки таится в том, что вся она движение,  
Как ручей, где оживает и трепещет отраженье,  
Как душа, где пробегает череда видений странных,  
Миражи встают и снова расплываются в туманах.  
Примыкает слово к слову, русло фразы изменяя.  
Расцвела ль она? Увяла? Но она уже другая.  
Так и время быстро мчится, неподвластно возвращенью,  
И само себе в полёте служит пулей и мишенью,  
И само себя рождает, чтоб найти своё значение,  
Чудо музыки таится в том, что вся она движение.

В этом коротком стихотворении (оно было много лет назад напечатано в “Литературной газете”) – множество мыслей. Мы видим в нём и трепещущее (значит, неясное) отражение, и последовательность внутренних переживаний, и формирование речевой фразы *по мере её произнесения*, что само по себе замечательно. Только что мы пытались понять, расцветает музыка или сходит на нет, как “она уже другая”, произошло развитие. А образ времени, “неподвластного возвращенью”? Одна из важнейших черт европейской музыки Нового времени состоит в том, что даже буквальное *возвращение* определённых (иногда очень больших) её фрагментов приводит к совершенно иным последствиям. Наконец, “само себя рождает” применительно к музыке воспринимается как формирование последующих музыкальных мыслей на основе только что прозвучавших.

Стихотворение Арагона прекрасно, но остаётся вопрос: можно ли объяснить смысл музыки не поэтическим языком, а обычной прозой?

Название недавно вышедшей книги [48] внушало надежду на то, что там найдётся хоть что-то, относящееся к смыслу музыки. К сожалению, её автор, стоя на позициях, свойственных, по-видимому, большинству современной молодёжи, пишет о настроениях и эмоциях, о “социабельности”, о каком-то “процветании”,... – о чём угодно, только не о смысле музыки. Более того, с явным презрением он относится к “переполненному когнитивизмом анализу” [48, с. 49].

И это при том, что в книге упоминается, наряду с многими модными песнями, Густав Малер – один из величайших европейских симфонистов (правда, сейчас тоже в какой-то степени модный, хотя он умер в далёком 1911 г.).

Много полезного можно найти в фундаментальной книге [44]. Асафьев работал над ней по существу всю жизнь. Первая часть книги написана в основном в 1925 г. и

издана в 1930 г., вторая закончена в 1942 г., в период ленинградской блокады, и впервые напечатана в 1947 г., за два года до смерти Асафьева. Работа не была завершена – предполагавшаяся третья книга осталась не написанной [44, с. 3]. Труд Асафьева изобилует интересными наблюдениями, но основные его идеи относятся не столько к содержанию музыки и её выразительным средствам, сколько к организации длительного музыкального движения – от первоначального “толчка” до завершения (каданса).

Термин *музыкальная семантика* встречается у Асафьева только в самом конце первой книги [44, с. 178 и 207–208], а во второй книге Асафьев от него уже отказывается как от неправильно понятого читателями!

К Асафьеву ещё вернёмся и в этом прерывании, и после выхода из него, а пока приведём только одну, но очень содержательную цитату:

“... Восприятие музыки не есть пассивное состояние, а своего рода познание, но познание есть сравнение, т. е. не одно только запоминание сходства, а и установление различий” [44, с. 89].

Читателю рекомендуется потратить некоторое время на обдумывание этой важнейшей мысли с учётом того, что ему уже известно о познании как сравнении.

Попробуем всё-таки, хотя бы кратко и поверхностно, обсудить выразительные средства музыки (преимущественно инструментальной как более абстрактной). Основной её составляющей обычно считается *мелодия*. Остальные составляющие – гармония (“вертикаль”), метр и ритм (а также связанная с ними *фактура* музыкальной ткани), тембр, – во многих случаях призваны только подчёркивать выразительность мелодии.

Встречаются мелодические построения очень большой длины, почти не содержащие повторений. Это мелодии-раздумья (потрясающий пример – интермеццо из органной токкаты до-мажор Баха), или мелодии-повести (пример – середина симажорного фрагмента Полонеза-фантазии Шопена).

Противоположный пример – главная тема первой части сонаты си-бемоль-минор Шопена, быстрая последовательность коротких вскриков, которую трудно даже назвать мелодией.

Что придаёт мелодии *смысл*? В самом простом случае это может быть звукоподражание, как, например, в известной “Кукушке” Луи Клода Дакена (1694–1772).

Чаще мелодия подражает не звучанию, а определённому *движению*. Восходящая последовательность звуков выражает стремление к чему-то светлому. Из множества примеров выберем два очень разных: начало первого фортепианного концерта Прокофьева и первую пьесу “Крейслерианы” Шумана.

Наоборот, ниспадающая мелодия может означать уныние, горе (пример – песня Шопена “Лист летит с деревьев...”, описывающая поражение польского восстания 1831 г.).



Затруднённый подъём воспринимается как мужественное упорство, – например, в фуге фортепианной сонаты Бетховена № 31. Там движение вверх много раз как бы не достигает цели и только в конце прорывается к ослепительным высотам.

И подъём, и спад восхитительным образом сочетаются в кантате Баха № 47 “Кто сам себя возвысит, тот будет унижен”. На слове “возвысит” (erhöhet) мелодия долго и с каким-то упрямством как бы карабкается вверх (и ведь добирается до верха!), а на словах “будет унижен” решительно устремляется вниз.

Примерами воспроизведения музыкой других движений могут быть: аккомпанемент первой песни цикла “Прекрасная мельничиха” Шуберта, явно изображающий тяжёлое вращение мельничного колеса (совсем иначе звучит оно у Ганса Эйслера в “Балладе о мельничном колесе” на слова Бертольда Брехта!), и аккомпанемент второй песни того же цикла, напоминающий спокойное журчание ручья.

Изобразительность может распространяться на крупные произведения. Так, довольно длинная первая часть Третьей симфонии Малера описывает пробуждение природы после прекрасно изображённой зимней спячки. Упомянутая выше “Крейслериана” Шумана – это цикл из восьми пьес; каждая из них (кроме последней) может быть поставлена в соответствие одному из эпизодов книги “Житейская философия кота Мура” Эрнста Теодора Амадея Гофмана (но не “Крейслерианы” его же!).

В последней пьесе цикла Шуман, следуя *музыкальной логике*, добавил странствия капельмейстера Иоганна Крейсlera, которых нет в прозе Гофмана.

Изобразительность в музыке своеобразна. У Прокофьева в балете “Ромео и Джульетта” музыка говорит намного больше, чем движения танцующих. Римский-Корсаков в своей музыке изображал море таким, каким его воспринимает моряк на корабле, а у Скрябина во Второй сонате море как бы наблюдает человек, стоящий на берегу. Тонкий музыкальный рисунок тихого прибоя у Скрябина напоминает изображение морской пены на рисунке Дюрера, но рисунок Дюрера при всей своей точности не передаёт *впечатления* от прибоя, а музыка Скрябина – передаёт.

В этом и заключается своеобразие музыкальной изобразительности: если попытаться иллюстрировать, скажем, музыку Римского-Корсакова или того же Скрябина (автора идеи цветомузыки!) зрительными образами, ничего не получится – слишком различны возможности и “принципы действия” зрения и слуха.

Однако изобразительность – только одна сторона музыки. Ведь не зря писатель и музыкант Эрнст Теодор Амадей Гофман (1776–1822), имя которого нам недавно здесь встречалось, где-то иронически заметил: мол, интерес к картине утрачивается, как только вы угадали, что́, собственно, она должна изображать.

Другая, более важная сторона мелодической выразительности связана с *функциональным значением* звуков лада.

Простейшая последовательность звуков лада – музыкальный интервал. Асафьев объяснял выразительность различных интервалов их “вокальной весомостью”.

Возможен своего рода словарь интервалов, которые воспринимаются слушателями как имеющие вполне определённый смысл. Так, восходящая кварта часто означает боевой призыв. Ею начинаются “Интернационал”, “Священная война”, гимны Советского Союза и Российской Федерации, Китайской народной республики. Напротив, восходящая квинта создаёт ощущение спокойной широты, простора.

Перейдём к *музыкальной теме*, состоящей из ряда интервалов. Встречаются темы, напоминающие логические формулы. Такова, например, тема финала фортепианного квинтета Шумана, как бы утверждающая: “только так, и не иначе!”.

Но *музыкальная логика* не сводится к последовательности интервалов, и это обсудим подробнее – для экономии места используем единственный пример.

Рассмотрим как бы под лупой первые 8 тактов Большой до-мажорной симфонии Шуберта (они исполняются унисоном двух валторн без сопровождения). Этот пример интересен тем, что симфонии Шуберта считаются “песенными”, – но Большая до-мажорная симфония построена совсем не так, как “песенная” Неоконченная!

Ровное восходящее движение первого такта симфонии (всего три ноты!) нарушается скачком вниз и пунктирным ритмом второго такта (тоже три ноты). Сразу после этого, в третьем такте “враждебный” ритмический рисунок второго такта повторяется выше и в другом мелодическом облики. В четвёртом такте повторяется простой ритмический рисунок первого такта, но зато мелодия изменяется – в ней появляется скачок вниз. Далее дважды, в разных “мелодических оболочках” повторяется ритмический рисунок “враждебного” такта, а седьмой и восьмой такты воспроизводят тот же рисунок нотами удвоенной длительности – это признак конца.

Как видно, начальный короткий мотив из шести нот уже содержит в себе *противоречие*, которое тут же развивается благодаря *повторениям с изменениями*. Вот это и есть “запоминание сходства и установление различий”, о котором писал Асафьев, в этом музыкальная *диалектика*, источник *развития* в музыкальном тексте! И всё это в тесных пределах восьми тактов! И у признанного “песенным” Шуберта!

Мы сейчас проследили логику музыкального развития на небольшом промежутке времени, но логические интонационные связи могут действовать в музыке и на очень больших расстояниях.

Из множества возможных примеров выберем один: в Четвёртой симфонии Малера повторяющиеся восьмые с форшлагами, которые открывают *первую часть*, возвращаются в *финале*. Там они оказываются шумом толпы, которая с изумлением и недоверием слушает рассказ ребёнка, побывавшего в раю.

Для тех, кто не знает Четвёртой симфонии, поясним: о пребывании ребёнка в раю рассказывает *певница*; текст этого рассказа Малер заимствовал из знаменитого сборника “Чудесный рог мальчика”, изданного в 1806–1808 гг. Ахимом фон Арнимом (1781–1831) и Клеменсом Брентано (1778–1842). Шум толпы и возгласы “Не может быть!” – продукт воображения автора настоящего издания.

Интонационные связи на огромных расстояниях присутствуют и в Большой домажорной симфонии Шуберта, “микроскопический” анализ начальных тактов которой приводился выше. Это означает, что для понимания смысла симфонии нужно внимательно слушать её *целиком*, от начала до конца, а не ограничиваться какой-либо одной частью или даже полюбившимся фрагментом.

Это прерывание не должно превратиться в исследование по музыкальной семантике, но всё же нужно (совсем коротко) сказать об остальных составляющих музыкального звучания.

*Гармония* часто играет роль своеобразной музыкальной краски (как и тембр), но в понятие *вертикали*, очевидно, нужно включить и *полифонию* – одновременное звучание нескольких мелодических линий.

Здесь можно отметить интересное явление: встречаются места, где две одновременные мелодические линии мало выразительны и даже тривиальны *по отдельности*, но их сочетание приобретает ярко выраженный смысл. Такие места можно найти у Шопена, – например, в средней части скерцо сонаты си-минор.

Очень важной составляющей музыкальной ткани является *фактура*, своего рода узор этой ткани. В поисках примеров память сразу обращается к “Арабеске” Шумана и к финалу 17-й фортепианной сонаты Бетховена, но нетрудно найти множество других примеров, где фактура красуется на первом плане.

Наоборот, есть в музыке места почти “бесфактурные”, и они как раз оказываются наиболее значимыми. Долго они не длятся – обязательно наступает облегчение в виде появления элементов фактуры.

Приведём два очень разных примера: первый – как бы бесцельное тихое блуждание триолей в верхнем регистре при минимальном сопровождении (одна повторяющаяся нота!) в гениальной Ариетте последней, 32-й сонаты Бетховена, и второй – бурная сумятица звуков после ферматы в конце 4-й баллады Шопена.

Замечательная особенность содержательной музыки состоит в том, что в ней в разное время выступают на первый план *различные* выразительные средства, и все они вносят вклад в её смысл. Между прочим, то же можно сказать о поэме Блока “Двенадцать”: её разнообразнейшие выразительные средства прекрасно передают музыку революции.

### ***Возврат из прерывания 1.8.***

В дальнейшем речь пойдёт главным образом об инструментальной музыке, поскольку в ней с наибольшей чистотой можно выделить особенности знаковой звуковой системы.

В начале века мы видим три центра развития инструментальной музыкальной культуры. В *Италии* процветает *скрипичное искусство*. Ещё жив основатель школы скрипичной игры Арканджело Корелли (1653–1713). В расцве-

те молодости Антонио Вивальди (1678–1741). Совсем юн в начале века Джузеппе Тартини (1692–1770). Вместе с тем именно в Италии работает Бартоломео Кристофори (1655–1731), создатель молоточкового фортепиано, а итальянец Доменико Скарлатти (1685–1757), ровесник Иоганна Себастьяна Баха и Георга Фридриха Генделя, к середине века сотворит свой, ни на что другое не похожий, красочный мир коротких одночастных клавирных сонат.

К **Франции** ещё в XVII веке перешла от Англии ведущая роль в области *клавесинной музыки* [49, с. 63]. У истоков французской клавирной школы композиторов и исполнителей стоял Жак Шампион де Шамбоньер (1602–1672), который, между прочим, дружил с отцом Христиана Гюйгенса – Константином Гюйгенсом.

Учеником Шамбоньера был Луи Куперен, дядя знаменитого, уже упомянувшегося здесь, Франсуа Куперена. В нашей стране, наряду со сборниками пьес Франсуа Куперена, издан его трактат “Искусство игры на клавесине” (впервые увидевший свет в 1716 г.) с приложенным очерком Я. Мильштейна о жизни и творчестве Куперена [50].

На 15 лет моложе Франсуа Куперена был другой великий французский клавесинист, Жан Филипп Рамо (1683–1764). По мнению К.А. Кузнецова [49], Франсуа Куперен явился вершиной, а творчество Рамо уже знаменует собой спад французского клавирного искусства. Имеется противоположное мнение: Рамо пошёл дальше Куперена, его музыка ближе к современности.

В **Германии** работают наиболее выдающиеся мастера *органной музыки*. В начале века ещё живы Дитрих Букстехуде (1637–1707) и Иоганн Пахельбель (1653–1706). Их творчество сейчас представляется отступившим на задний план по сравнению с великими достижениями двух ровесников – Иоганна Себастьяна Баха (напомним даты жизни: 1685–1750) и Георга Фридриха Генделя (1685–1759). Многие немецкие органисты были и клавесинистами.

Если не вдаваться в детали (а наше изложение не может не быть фрагментарным), то можно сказать, что в начале века в музыке преобладает изобразительность. Для Куперена типичны небольшие клавесинные пьесы – портреты (“Мрачная”, “Единственная”, “Анжелика” и др.) или музыкальные картинки: “Жнецы”. Они напоминают живопись его современника Антуана Ватто (1684–1721). Есть изобразительность и в творчестве Вивальди – достаточно вспомнить его известнейшие “Времена года”.

Но уже в предыдущих столетиях в европейской музыке появились формы, позволившие впоследствии развиваться *музыкальной диалектике*.

Возможно, форма *вариаций* с её разновидностями (пассакалья, чакона, английский граунд) впервые привела к появлению понятия музыкальной *темы*, которая может видоизменяться и развиваться. В книге [49] можно найти нотные примеры произведений, которые и сейчас интересно послушать: это два вариационных цикла голландца Яна Питерса Свелинка (1562–1621) на темы популярных в то время песен, а также чакона Шамбоньера. Невозможно удержаться и не вспомнить изумительно красивый “Новый граунд” Пёрселла (см., например, [51]).

В качестве другой формы, важной для последующего развития, назовём танцевальную *сюиту*, в которой чередовались танцы, *контрастные* по темпу и настроению, например: аллеманда – куранта – сарабанда – жига.

Музыка аллеманды четырёхдольная, умеренного темпа, это как бы развёрнутое вступление в цикл. Куранта – как правило, трёхдольная, оживлённая. Сарабанда – тоже трёхдольная, но очень медленная и серьёзная. Наоборот, жига – танец быстрого темпа, обычно весёлый (хотя бывали и исключения).

Этот четырёхчастный цикл впоследствии в преобразованном виде станет типовой схемой классической сонаты и симфонии.

Элементы *музыкальной диалектики* стали заметными в развитой *фуге*. Ведь в ней одна и та же тема выступает как бы в двух обликах – вождя и спутника; в ней начальная (обязательно легко узнаваемая) часть темы переходит в противосложение, зачастую контрастирующее с началом; в ней материалом для интермедий могут быть фрагменты темы; в ней тема может по-разному видоизменяться, и т. д. Всё это в изобилии встречается в баховских фугах.

Но в наибольшей степени музыкальная диалектика проявилась в форме *сонатного аллегро*, становление которой относится к середине века.

Здесь хочется дать слово Асафьеву, который, подчеркнув знаменательный факт: Бетховен – *ровесник* Гегеля (1770–1831), продолжает:

«В самом деле, если идея развития, сложившаяся у сына звонаря и школьного учителя – Гердера (1744–1803), вместе с преклонением перед народным творчеством нашла своё параллельное выражение уже в творчестве сына каретного мастера – Гайдна (1732–1809), то в бетховенских квартетах и симфониях, столь обусловленных гайдновскими и вместе с тем столь от них отличных, вот это их “отличие” – то, что знаменует резкий “скачок” в эволюции симфонии, – вызвано дальнейшим преломлением у Бетховена гайдновского развития в диалектическое становление идей» [44, с. 173–174].

Интересно, что хронологически между Гайдном и Бетховеном находится Моцарт, но расстояние между Гайдном и Бетховеном кажется меньше, чем между Моцартом и Бетховеном. Вообще скачки в развитии музыки XVIII века не редкость; один из самых поразительных – скачок от старшего сына Иоганна Себастьяна Баха, – Вильгельма Фридемана (1710–1784), продолжившего работу в стиле отца, к следующему сыну – Карлу Филиппу Эммануилу (1714–1788), который уже сочинял почти по-моцартовски.

В сонатном аллегро основным противоречием считается конфликт между главной и побочной партиями, который в разработке как бы обсуждается и в репризе разрешается. Но обратим внимание на обычное для сонатного аллегро двукратное повторение всей экспозиции. Почему в первый раз не возникает потребности в переходе к разработке, а *при простом повторении* такая потребность возникает? Это ведь тоже проявление музыкальной диалектики.

Возможно, самым замечательным явлением стало проникновение диалектического противоречия *внутри музыкальной темы*. О нём мы говорили в методологическом прерывании 1.8 на материале симфонии Шуберта, но это проникновение обнаруживается раньше: оно типично уже для Бетховена. В первой же его фортепианной сонате тема аллегро состоит из восходящего движения по ступеням минорного трезвучия и небольшого “росчерка” в конце. Почти сразу “росчерк” (противоречащий началу темы) отделяется и начинает жить своей жизнью. Это уже не “прекрасная мелодия”, а некая логическая конструкция. Темы Моцарта тоже бывают неоднородными, но эта неоднородность, по мнению автора пособия, обычно не возводится в принцип развития.

Бетховен использует и другой интересный (тоже диалектический!) приём. Он иногда тормозит движение темы, не даёт ей “высказаться до конца”. Тема неоднократно пытается преодолеть торможение, но ей удаётся это сделать только в конце аллегро. Зато там она выступает в полном блеске. Такой способ развития использован в первой части Третьей (Героической) симфонии, законченной в 1804 г., а несколько позже – в знаменитой фортепианной сонате, получившей название Аппассионата.

Совершенствование способов *развития* музыкального материала и появление в музыке ряда элементов *диалектики*, – это и есть важнейшее основание для рассмотрения европейской музыки XVIII – XX веков (разумеется, не всей) как *информационного процесса*.

Сохранились ли идеи диалектического музыкального развития в XXI веке? Пусть об этом судит читатель.

Но в том же XVIII веке участились попытки *механизировать* сочинение музыки, начало которым, если верить Мартину Гарднеру [52, с. 104–116], положил ещё в 1650 г. последователь Луллия, иезуит Афанасиус Кирхер. На множестве примеров Гарднер показал, что эти попытки делались в течение следующих веков и продолжают сейчас уже с помощью компьютеров.

В нашей стране известен ряд работ Р.Х. Зарипова по компьютерному сочинению (см., например, [53]).

Мы возьмём у Гарднера только два примера из нескольких, относящихся к XVIII веку. В 1757 г. известный и серьёзный немецкий композитор, Иоганн Филипп Кирнбергер (1721–1783) выпустил книгу под названием “Готовый сочинитель полонезов и менуэтов” (он использовал игральную кость).

А ближе к концу века лондонский издатель Уэлкер опубликовал “табличную систему, посредством которой любое лицо, даже совершенно не сведущее в музыке, может сочинить десять тысяч менуэтов в самой приятной манере и без единой ошибки”.

Наверное, “приятная манера” и информационное содержание музыки – понятия почти несовместимые: ведь “приятная манера” подразумевает нечто хорошо знакомое, а информация заложена в неожиданностях.

Вряд ли мы в этом издании вернёмся к музыке как своеобразной части информационной сферы; поэтому нужно не забыть уникальное явление конца XVIII и начала XIX вв. – музыку Французской революции. Наряду с торжественными оркестровыми произведениями, революция создала огромный массив *песен* [54], чуть ли не по дням отражавших весь её ход.

Укажем только два своеобразных полюса этого мира песен: Карманьолю и Марсельезу. Первая – упругая, танцевальная, построенная на коротких повторяющихся мотивах. Вторая – призывная, при большой длительности почти не содержащая повторений, насыщенная интонациями военной трубы.

Мы в методологическом прерывании 1.8 упоминали о длящихся почти без повторений мелодиях-раздумьях и мелодиях-повестях. В Марсельезе мы сталкиваемся с мелодией-декламацией. Каким образом при большой длине и *содержании, меняющемся по ходу изложения*, сохраняется единство Марсельезы – хотелось бы понять и объяснить.

Подведём итог: в свете всего сказанного, и с учётом идей методологического прерывания 1.6, можно полагать, что осмысленная музыка ещё не заняла своего особого (присущего только ей!) места в рамках когнитивистики.

## 1.6. Развитие теоретических и описательных наук

В предыдущем пособии мы описывали достижения некоторых естественнонаучных областей в первой трети XVIII века. Вот перечень этих областей в том порядке, в каком они были нами рассмотрены: механика (а также, в качестве отдельных её разветвлений, механика машин, баллистика и акустика); оптика; фотометрия; хронометрия; термометрия; метеорология; исследования электричества. При этом мы не разделяли теоретические исследования и эксперименты. Ведь слишком недавно творили гиганты XVII века, которые, – от Галилея до Гюйгенса и Ньютона, – умели сочетать глубокие теоретические концепции с хорошо продуманными экспериментами.

В XVIII веке такое умение тоже встречается, но многие деятели проявляют себя исключительно (или главным образом) как теоретики, – достаточно вспомнить великого Леонарда Эйлера, – а другие отдают предпочтение практическим сторонам науки.

Попытаемся поэтому построить изложение иначе, чем в предыдущем пособии: рассмотрим в этом разделе некоторые работы преимущественно теоретического характера, представляющиеся важными с точки зрения наших задач (не стремясь к полноте охвата), а следующие разделы посвятим опытам и приборам. Конечно, *полностью* разделить теорию и эксперименты не удастся.

Кстати, раз уж был упомянут Эйлер (1707–1783), отметим продолжающуюся зависимость учёных рассматриваемого периода от царствующих персон. Эйлер прибыл в Петербург в 1727 г., вскоре после основания Российской Академии наук, вслед за братьями Николаем и Даниилом Бернулли. Однако в послепетровской России Эйлер, видимо, почувствовал себя не очень уютно: в 1741 г. он принял приглашение воцарившегося годом ранее Фридриха II, и переехал в Берлин. Вступившая на престол в 1762 г. Екатерина II заботилась о престиже Российской Академии наук и стала звать его обратно. В 1766 г. Эйлер вернулся в Петербург и проработал там до конца жизни (см., например, [55, с. 41–43]).

Обратимся теперь к теоретическим наукам (описательные науки, являющиеся тоже в каком-то смысле теоретическими, рассмотрим позже).

**Математика** в тесном взаимодействии с **механикой** осваивает и развивает в XVIII веке те идеи, которые были намечены в ходе научной революции.

Основным направлением работ по *чистой математике* явилось, естественно, развитие дифференциального и интегрального исчисления, основы которого заложил Лейбниц.



Первым, и долгое время единственным, как указывает А.П. Юшкевич в примечании на с. 162 книги [56], было изложение метода Лейбница, написанное Г.Ф. де Лопиталем (1661–1704) по материалам Иоганна Бернулли (1667–1748) и снабжённое комментариями Пьера Вариньона (1654–1722), – “Analyse des infiniment petits” (Анализ бесконечно малых). Оно вышло в 1697 г.

Примерно в это же время в математике появилось важнейшее понятие *функции* – оно впервые встретилось в письме Лейбница к Гюйгенсу в 1694 г. и было впоследствии введено в употребление Иоганном Бернулли. Привычное для нас обозначение  $f(x)$  употребил Эйлер в 1734 г. [56, с. 163].

Эйлеру же принадлежат фундаментальные труды по дифференциальному и интегральному исчислению: “Introductio in analysin infinitorum” – Введение в анализ бесконечных, в двух томах (1748 г.), “Institutiones calculi differentialis” – Основания дифференциального исчисления, в двух томах (1755–1763 гг.) и “Institutiones calculi integralis” – Основания интегрального исчисления, в трёх томах (1768–1770 гг.).

Заметное внимание уделялось задачам, решавшимся методами *вариационного исчисления*. Первое его изложение дал в 1744 г. тоже Эйлер в сочинении “Metodus inveniendi lineas curvas maximi minimi proprietate gaudentes...” – Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума или минимума...

С позиций истории информационной сферы представляет особый интерес развитие в XVIII веке *теории вероятностей*. Напомним, что первые попытки найти закономерности в азартных играх делали ещё в XVI веке Тарталья и Кардано. Алексей Геннадьевич Мякишев, разместивший в Интернете свою книгу “Знакомство с теорией вероятностей” (2008 г.), упомянул в её кратком историческом очерке трактат Галилея “Об открытиях, совершенных при игре в кости” (1620 г.).

Далее, известно, что после переписки Паскаля с Ферма, в 1656 или 1657 гг., появился трактат Гюйгенса “О расчётах при игре в кости”. В какой-то степени вероятностные идеи интересовали и многостороннего Лейбница.

В XVIII веке большим шагом вперёд стало посмертно опубликованное в 1713 г. сочинение Якоба Бернулли (1654–1705) – старшего брата Иоганна Бернулли и дяди его сыновей Николая и Даниила – “Ars conjectandi” (Искусство догадок). В нём содержалась так называемая схема испытаний Бернулли, приводящая к биномиальному распределению вероятностей.

Для описания дальнейших событий воспользуемся текстом историка математики Д.Я. Стройка [57, с. 173–174], несколько “проредив” этот текст:

«За “*Ars conjectandi*” последовали другие книги, среди них “Учение о случае” (*The Doctrine of Chance*, 1716 г.), написанная Авраамом де Муавром, французским гугенотом, который поселился в Лондоне после отмены Нантского эдикта... В 1733 г. Муавр вывел функцию нормального распределения как аппроксимацию биномиального закона и дал формулу, равносильную формуле Стирлинга...

Бюффон, известный как автор “Естественной истории”..., в 1777 г. дал первый пример геометрической вероятности. Это была так называемая задача об игле, которая... давала возможность экспериментально определить число  $\pi$ , бросая иголку на плоскость, покрытую параллельными и равноудалёнными прямыми, и подсчитывая число пересечений иголки с этими прямыми.

К этому периоду относятся также попытки применить теорию вероятности к суждениям человека; например, подсчитывали шансы на то, что какой-либо трибунал сможет вынести правильный приговор, если для каждого из свидетелей можно указать число, выражающее вероятность того, что он будет говорить правду. Эта забавная “вероятность суждений”... занимает видное место в трудах маркиза Кондорсе...».

Пожалуй, оттенок иронии в последней фразе не совсем уместен. Мари Жан Антуан Никола де Карита, маркиз де Кондорсе (1743–1794), покончивший с собой в тюрьме, чтобы не быть гильотинированным, – первым обнаружил известный *парадокс Кондорсе* (парадокс голосования), вошедший во многие учебники логики. Подробный и сочувственный очерк жизни и деятельности Кондорсе можно найти в книге Ф. Араго [58, с. 270–326].

Д.Я. Стройк в только что цитированной книге по истории математики упоминает также Томаса Байеса (1702–1761), которого называет “малоизвестным английским священником” (а он ведь был не только священником, но и членом Королевского общества!). Теория апостериорных вероятностей Байеса была опубликована посмертно в 1763–1764 гг. [57, с. 182].

К перечисленным работам можно добавить упомянутый в книге А.Г. Мякишева “Опыт анализа азартных игр” (1708 г.), написанный Монмортом (1678–1719 гг.),

Следующий крупный шаг вперёд в теории вероятностей был сделан Пьером Симоном Лапласом (1749–1827). Но его “*Théorie analytique des probabilités*” (Аналитическая теория вероятностей, 1812 г.) и “*Essai philosophique sur les pro-*

babilités” (Философский опыт относительно вероятностей, 1814 г.) [57, с. 179] относятся уже к следующему периоду, который хочется назвать “эпохой Гаусса”.

Вместо азартных игр основной областью приложения теории вероятностей в начале XIX века станет обработка данных наблюдений, содержащих случайные погрешности.

*Механика* после пионерских трудов Эйлера продолжала развиваться в сторону всё большей формализации. В 1743 г. вышел “*Traité de la dynamique*” (Трактат о динамике) Жана ле Рона Даламбера (1717–1783), математика и философа, сотрудничавшего с Дидро при работе над Энциклопедией и занимавшегося также, в частности, историей и классификацией наук. В этом трактате содержался так называемый *принцип Даламбера*, согласно которому движение рассматривается как некоторое равновесие. Отметим исходную установку Даламбера, апеллировавшего к априорной очевидности:

“Строго говоря, обладающими полной очевидностью можно считать только те отделы математики, которые имеют дело с исчислением величин и с общими свойствами пространства: таковы алгебра, геометрия и механика” (цитируем по [8, с. 271]).

Характерно для середины XVIII века это понимание механики как *отдела математики*, развиваемого на основе *очевидности*; но нужно заметить, что менее чем через сто лет после трактата Даламбера обнаружилась (в трудах Николая Ивановича Лобачевского) неочевидность геометрии, а ещё через некоторое время оказалась неочевидной и механика.

Завершающей работой в направлении формализации механики считается трактат “*Mécanique analytique*” (Аналитическая механика, 1788 г.) Жозефа Луи Лагранжа (1736–1813).

Конечно, уравнения Лагранжа получили фундаментальное значение в механике. Но нельзя не обратить внимания и на своеобразный математический снобизм их автора. Практически все историки, пишущие о трактате 1788 года, цитируют вызывающее заявление Лагранжа: “В этой работе совершенно отсутствуют какие-либо чертежи...”. Иначе говоря, автор адресуется к чистым математикам и пренебрегает возможными запросами практиков.

Однако в самом начале своей работы Лагранж предлагает читателю представить себе некую треугольную пластину..., т. е. вместо принципиально отсутствующего *чертежа*, который был бы наглядным и однозначным, читателю предлагается пользоваться куда менее надёжным *воображением*.

Что же касается, например, определения понятия *силы*, то оно у Лагранжа не идёт ни в какое сравнение с тщательно продуманными определениями Ньютона:

“Под силой мы понимаем, вообще говоря, любую причину, которая сообщает или стремится сообщить движение телам, к которым мы представляем себе её приложенной; поэтому силу следует оценивать по величине движения, которое она вызывает или стремится вызвать” [59, с. 17].

Итак, в XVIII веке, в работах Даламбера и Лагранжа, резко отделяется, по выражению П.В. Харламова [60], *механикоподобная математика* от механики как прикладной науки. Это уже обсуждалось в пособии [П1, с. 92].

О том, насколько серьёзным вопросом является такое разделение, свидетельствует помещение вслед за статьёй [60], в том же сборнике, *двух статей*, комментирующих её, что совершенно необычно.

В XVIII веке возникает и область знаний, которую принято называть *математической физикой*. Вообще говоря, можно полагать, что уже Ньютон занимался математической физикой. Но более точным представляется утверждение Марио Льюцци [1, с. 158]:

“...К математическому рассмотрению задачи о колеблющейся струне в 1715 г. приступил английский математик Брук Тэйлор (1685–1731) [его имя увековечено в названии “ряд Тэйлора” – *В. Кн.*], положив этим начало математической физике в собственном смысле слова”.

В книге Д.Я. Стройка имеется указание на то, что в 1747 г. теорию колебаний струн опубликовал Даламбер, “что делает его, вместе с Даниилом Бернулли, основателем теории уравнений в частных производных” [57, с. 172].

Назовём ещё некоторые исследования, близкие по тематике к только что упомянутым, но отнесённые нашим знаменитым эмигрантом Степаном Прокофьевичем Тимошенко в монографии [55] к истории *науки о сопротивлении материалов*.

В 1751 г. “Даниил Бернулли первый вывел дифференциальное уравнение призматического бруса и пользовался им в изучении частных случаев колебаний” [55, с. 40]. Он же, по его собственным словам, “выполнил множество прекрасных экспериментов для установления узловых точек и высоты тона, прекрасно согласующихся с теорией” [там же].

Эйлер исследовал различные случаи изгиба стержней, включая продольный изгиб колонны под действием осевой нагрузки (т. е. потерю устойчивости

колонны). Он решил ряд задач о поперечных колебаниях стержней при различных условиях на их концах. Он вывел также уравнение в частных производных, описывающее колебания гибкой мембраны [55, с. 43–50].

Много работ было посвящено *гидродинамике*. Пожалуй, наиболее известна из них “Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum commentarii” (Гидродинамика, или комментарии о силах и движениях жидкостей, 1738 г.), написанная Даниилом Бернулли (1700–1784). Именем Бернулли названа известная теорема о гидравлическом давлении (есть другая теорема Бернулли, относящаяся к вероятностям). Труды по гидродинамике издавали Клеро, Даламбер, Эйлер и другие авторы [1, с. 156]. Следует особо отметить, что Эйлер не ограничивался абстрактными теориями:

“...После изобретения в 1750 г. Сегнером новой конструкции водяного колеса Л. Эйлер разработал теорию машин, приводимых в движение реакцией движущейся воды. Труды Сегнера и Эйлера оказались исключительно важными для конструкции турбин, и трактат Эйлера не потерял своего значения до сих пор. Им была решена задача расчёта производительности гидравлической машины, соответствующей данному падению уровней и данному расходу жидкости” [8, с. 276].

Читатель, заинтересовавшийся трудами Эйлера в разных областях науки и техники, может обратиться к сборнику [61].

К точным наукам в XVIII веке присоединилась *фотометрия*, которой Иоганн Генрих Ламберт (1728–1777) дал название и придал почти современный вид в сочинении “Photometria, sive de mensura et gradibus luminis colorum et umbrae” (Фотометрия, или об измерениях и сравнениях света, цветов и теней, 1760 г.). В книге содержалась хорошо разработанная система понятий, а также теоремы, относящиеся к расчёту освещённости и ослаблению света прозрачными средами. Ламберт исследовал также (вслед за Мариоттом) распространение *тепловых лучей*.

Чтобы не возвращаться к этому вопросу, добавим, что в 1800 г. – последнем году рассматриваемого нами века – астроном Вильям Гершель (1738–1822) с помощью термометра обнаружил инфракрасную область спектра [1, с. 212; 58, с. 130–131].

Заметим, что Льюэлли в многократно цитированной нами книге [1] называет Гершеля, который родился в Ганновере, но большую часть жизни провёл в Англии, Вильгельмом, а не Вильямом, как делает Араго в публикации [58].

Как было нами сказано в пособии [П2, с. 362], в середине XVIII века, с изобретением баллистического маятника Робинса, приблизилась к точным измерительным наукам *баллистика*.

Работы по *калориметрии*, носившие в значительной степени экспериментальный характер, мы считаем правильным рассмотреть в *теоретическом* разделе, не вдаваясь в детали устройства используемой аппаратуры. Дело в том, что результатом этих исследований явилось принятие научной общественностью *системы теоретических понятий*, которая в следующем столетии легла в основу термодинамики.

Вообще историки физики и химии часто рассматривают XVIII век как век воображаемых (и по большей части невесомых) жидкостей. Тепловые явления объяснялись с помощью *теплорода*; горение представлялось как выделение из горючего вещества некой материи огня – *флогистона*; электрические процессы связывались с одной или двумя *электрическими жидкостями*. Многие процессы пытались объяснить наличием невесомого *эфира*, заполняющего все промежутки между материальными частицами. Об эфире писали Ньютон и Ломоносов.

Различной оказалась судьба этих фантастических представлений. “Электрическую материю” удалось обнаружить в виде реальных заряженных частиц. На грани XIX–XX вв. в физике металлов появилось даже понятие *электронный газ*. Эфир уступил место электромагнитному полю. Флогистон, как выяснилось в конце XVIII века, оказался своего рода “отрицательным кислородом”: горение стало пониматься не как выделение флогистона, а как присоединение кислорода. Что же касается теплорода, то он по существу так и не был до конца отвергнут – его своеобразный призрак сохранился в понятии *количества теплоты* (а его французское название *calorique* сохранилось в *калории* как единице количества теплоты). Механизм тепловых явлений сейчас, конечно, описывается кинетической теорией.

Но ведь кинетическая теория теплоты старше теплородной! В пособии [П2, с. 114] нами была приведена формулировка Фрэнсиса Бэкона (1620 г.), полученная им в результате индуктивного исследования понятия теплоты:

“Тепло есть движение распространения, затруднённое и происходящее в малых частях. Но это распространение особого вида: распространяясь вокруг себя, оно, однако, отклоняется несколько вверх. Деятельность частей также особого вида: она не медленная, а возбуждённая и обладает некоторой стремительностью”.

Более чётким было тоже цитированное нами в пособии [П2] высказывание Галилея относительно теплоты (1623 г.):

“А так как это ощущение [тепла] вызывают у нас при прохождении сквозь нашу субстанцию и соприкосновении с ней мельчайшие корпускулы, то ясно, что если бы они пребывали в покое, то их воздействие сводилось бы к нулю”.

Видно, что и Бэкон, и Галилей, так или иначе, не очень определённым образом, связывали теплоту с некоторым движением частиц нагретого тела.

Правда, можно вспомнить и Гассенди, который, воскрешая атомизм Эпикура, говорил не только об атомах тепла, но и об *атомах холода*.

Но совершенно ясно и недвусмысленно высказался Роберт Гук [П2, с. 288]:

“Тепло... есть не что иное, как внутреннее движение частиц тела, и чем теплее тело, тем интенсивнее частицы движутся”.

Верно ли, что возникшая в XVIII веке теплородная теория *сменила* кинетическую? Я.Г. Дорфман [8, с. 309–312] провёл довольно тонкий анализ учений этого века о тепле и огне, упомянув Христиана Вольфа, Джозефа Блэка, Германа Бургаве, Питера ван Мушенбрека, Даниила Бернулли и Михаила Васильевича Ломоносова.

Пожалуй, только Бернулли и Ломоносов чётко утверждали, что тепло есть движение частиц тела (подробнее см. [62, с. 54–66]). У большинства других физиков XVIII века высказывания о теплоте и огне не так определённы. Например, существовало мнение, что тепло есть движение, но не частиц самого тела, а очень тонкой материи, находящейся в *пóрах* тела, – таким образом теплородная и кинетическая теории в какой-то степени переплетались.

И всё-таки – почему именно в XVIII веке понадобился теплород? Вот мнение автора настоящего издания: теплород понадобился в связи с началом *количественных исследований* тепловых явлений.

Как только разделились понятия температуры и теплоты, должен был возникнуть вопрос: количеством *чего* является теплота? Понятия энергии ещё не было. Не оставалось ничего другого, как придумать невесомую жидкость.

Как уже было сказано в пособии [П2], значительная часть количественных тепловых исследований XVIII века сводилась к смешиванию веществ с разной температурой и попыткам найти закон, определяющий температуру смеси (которая измерялась в эксперименте).

Замечательным образом в этих исследованиях проявился *гносеологический закон необходимого разнообразия*, который был нами в общих чертах сформулирован в пособии [П1, с. 347–348]: **для выявления некоторого свойства объектов необходимо, чтобы совокупность этих объектов обладала разнообразием в отношении других свойств**. Это видно из следующего.

После первых неуверенных попыток Морена и Фаренгейта, в середине века были выполнены опыты петербургского академика Георга Вольфганга Краффта, а затем Георга Вильгельма Рихмана, в которых смешивались порции *одного и того же вещества* – воды. Температура смеси могла быть вычислена как взвешенное среднее температур смешиваемых порций (при различных их массах).

Как утверждает М. Льюиси, “опыты Рихмана были повторены в 1772 г. Иоганном Карлом Вильке (1732–1796)” [1, с. 166]. Однако вряд ли уместно говорить о *повторении*: ведь Вильке смешивал *различные вещества*, и именно это позволило выявить новое понятие *удельной теплоёмкости*.

Я.Г. Дорфман в монографии [8, с. 316], ссылаясь непосредственно на публикацию Вильке в трудах Шведской королевской Академии (1781 г.), пишет, что Вильке измерил удельные теплоёмкости ряда тел, используя воду в качестве эталона.

Вильке также смешивал *снег и воду*, и заметил как бы исчезновение некоторого количества тепла при таянии снега. Таким образом была обнаружена *скрытая теплота плавления* – ещё одно важное теоретическое понятие.

История науки прихотлива. В том же 1772 г., когда Вильке только начал свои опыты, *от слушателей лекций* шотландского (а не английского, как было нами сказано в пособии [П2, с. 370]) химика и физика Джозефа Блэка (1728–1799) стало известно о выполненных им десятилетием раньше калориметрических экспериментах.

Блэк (рис. 1.11) не публиковал результаты своих исследований. Упомянутые выше лекции были изданы его учеником Джоном Робайсоном только в 1803 г. [8, с. 317]. И тогда стало ясно, что Блэк сделал намного больше, чем

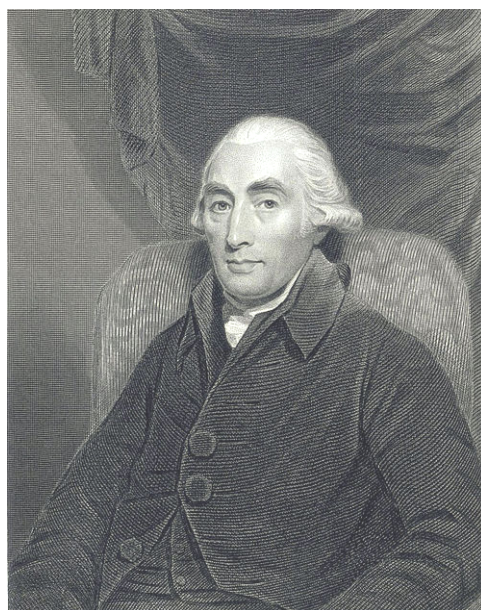


Рис. 1.11. Джозеф Блэк  
(портрет из Интернета)



другие экспериментаторы. Обратившись к статье “Теплоёмкость” [63] из Российской метрологической энциклопедии, читаем: “Впервые понятие *теплоёмкость* было введено Дж. Блэком в 1760 г.”.

В статье из той же энциклопедии “Калориметрия” [64] начальная история калориметра изложена так:

«Термин “калориметр” был предложен Лавуазье в 1780 г...

Первый калориметр был сконструирован Дж. Блэком (1728–1799 гг.) примерно в 1760 г. Это был так называемый “ледяной калориметр”. На этом калориметре в 1762 г. Дж. Блэк впервые измерил теплоту плавления, что послужило ему основанием для введения понятия скрытой теплоты (теплота фазового перехода по современной терминологии). А.Л. Лавуазье и П.С. Лаплас в 1783 г. усовершенствовали конструкцию калориметра данного типа. Наиболее известен с 1870 г. ледяной калориметр Р.В. Бунзена (1811–1899 гг.), нашедший широкое применение».

К этому нужно добавить ещё несколько сведений о калориметрических исследованиях Блэка. Во-первых, ему ведь было нужно оценивать количество теплоты, а оно не поддаётся непосредственному измерению. Блэк в некоторых экспериментах нашёл способ оценивания не самой теплоты, а *отношения* количеств теплоты по продолжительности нагревания [8, с. 317].

Во-вторых, делая опыты с водой и льдом, Блэк проникательно указал на особенности *структуры* этих веществ [8, с. 317–318].

В-третьих, Блэк обнаружил не только скрытую теплоту плавления, но и скрытую теплоту испарения воды. Более того, он объяснил потери тепла в машине Ньюкомена именно тем, что эта скрытая теплота возвращается при конденсации пара в цилиндре (см. выше рис. 1.2 на с. 13).

Такое объяснение навело Джемса Уатта, которого различные источники (включая [8, с. 318]) называют *учеником* Блэка, на мысль использовать в паровой машине отдельный холодильник.

Имя Блэка нам ещё придётся вспомнить, когда мы обратимся к успехам *химии* XVIII века. А пока заметим, что это имя уже встречалось выше, при рассказе о Философском обществе в Эдинбурге, – секретарём этого общества был Давид Юм, а одним из членов – Джозеф Блэк.

Ещё одной тепловой величиной, введённой в науку в XVIII веке, стала *теплопроводность*. Обращаясь к соответствующей статье [65] из той же Российской метрологической энциклопедии, находим очень краткую историческую справку:

“В 1789 г. Ингенгуз впервые исследовал теплопроводность различных металлов. В 1791 г. граф Румфорд (Бенжамен Томсон [обычно пишут *Бенджамин Томпсон* – В. Кн.]), также руководствуясь довольно смутным представлением об этой величине, сделал прибор, предназначенный для сравнения теплопроводности теплоизоляторов. Стройную теорию удалось создать великому физики и математику Фурье (1822 г.)”.

Упомянутый здесь Иоханнес (Ян) Ингенгуз, или Ингенхаус (Ingen-Housz, 1730–1799), если его искать, например, в Интернете, выступает в одних источниках как врач и биолог, а в других – как физик и химик. Родился он в Нидерландах, а умер в Англии. Есть мнение, что это он предложил использовать стеклянные диски в электростатических машинах [1, с. 172]. Но главной его научной заслугой считаются исследования (вслед за Пристли) газового обмена у растений, положившие начало учению о *фотосинтезе*.

Бенджамин Томпсон, граф Румфорд (1753–1814) оставил в истории калориметрии яркий след своими опытами по получению тепла трением. В 1798 г. Румфорд построил установку с водяным калориметром, устроенную аналогично станку для сверления пушечных стволов (такие станки были на военном заводе в Мюнхене, где он работал инженером) [8, с.323]. Менее чем за три часа сверления латунного цилиндра тупым сверлом температура семи с половиной литров воды поднялась до кипения.

Характерна оценка Румфордом затраченной механической энергии: “...Установка, применявшаяся в этом опыте, легко могла бы приводиться во вращение силою одной лошади” [там же]. Видимо, стандартных “лошадиных сил” ещё не было, но лошадь уже рассматривалась как общепонятная мера мощности.

Но ни эффектный опыт Румфорда, ни аргументация Ломоносова, описывавшего другие ситуации, в которых теплороду было *неоткуда взяться*, ни даже опыт Гемфри Дэви (1778–1829), получавшего в 1799 г. тепло трением друг о друга двух кусков льда, не переубедили сторонников теории теплорода.

Что касается представления о тепловом движении частиц, которое Ломоносов развивал ещё в 1747–1750 гг. [8, с. 324; 62, с. 54–66], то после окончательной победы кинетической теории теплоты, в середине XIX века, ряд авторитетных учёных считал Дэви автором этой теории. А ведь Дэви родился спустя примерно 30 лет после указанных выше работ Ломоносова!

Чтобы не разрывать рассказ об исследованиях в области тепла, упомянем ещё *дилатометрию* – технику измерения теплового расширения тел. По ут-

верждению Марио Льюцци, ещё в итальянской Академии опытов делался эксперимент, аналогичный известному “кольцу Гравезанда”, при котором тело, в холодном состоянии свободно проходящее сквозь кольцо, застревало в нём, будучи нагретым.

Виллем Якоб с’Гравезанд или Гравесанде (1688–1742) был профессором Лейденского университета и действительно демонстрировал опыт с кольцом и шаром, который при нагреве переставал проходить сквозь кольцо.

С с’Гравезандом сотрудничал Питер ван Мушенбрек или Мушенбрук (1692–1761), родившийся в Лейдене в семье основателя первого в Голландии *производства научных приборов*, которое получило широкую известность. Как пишет Льюцци [1, с. 164], “Мушенбреку мы обязаны первыми опытными исследованиями теплового расширения твёрдых тел, которые он регистрировал с помощью механизма из зубчаток и рычагов...”. Он же в 1747 г. использовал расширение железного бруска для измерения температуры плавления некоторых металлов.

Перу Мушенбрека принадлежал неоднократно переиздававшийся учебник физики. Он был членом Лондонского королевского общества, членом-корреспондентом Парижской и почётным членом Петербургской Академии наук. С ним мы ещё встретимся в следующих разделах.

Важные для развития термометрии исследования теплового расширения *жидкостей* обнаружили неравномерность этого расширения. “В 1772 г. Делюк провёл систематическое исследование нерегулярности расширения воды и нашёл, что вода имеет максимальную плотность при температуре 41°F...” [1, с. 221].

В самом начале следующего столетия эти опыты повторили Румфорд и другие исследователи, а Дэви обнаружил, что термометры с различными жидкостями, градуированные по двум реперным точкам, сильно расходятся в других точках диапазона.

Эти исследования послужили толчком к разработке в середине XIX века термодинамической температурной шкалы Вильяма Томсона, лорда Кельвина. Вообще представляется, что XVIII век подготовил всё и для других важных энергетических открытий следующего века – таких как теория теплопроводности Жана Батиста Фурье, термодинамика Сади Карно, принцип эквивалентности Майера – Джоуля и закон сохранения энергии Гельмгольца.

В конце века был выполнен также ряд исследований теплового расширения *газов*. Они были продолжены в следующем веке [1, с. 222–224].

Теперь кратко охарактеризуем науки, теоретическая основа которых в XVIII веке носила *описательный характер*, а эксперименты практически отсутствовали.

Очевидно, преимущественно описательными были *ботаника* и *зоология* – хотя и выводились новые сорта растений и новые породы животных, но эта деятельность вряд ли носила научный характер.

Выше уже упоминалась прекрасно написанная книга Веры Михайловны Корсунской о Линнее [37]. Вот как в ней подведён итог деятельности Линнея:

“Иногда говорят, что Линней сам ничего нового не открыл, а только собрал и завершил исследования других, что вся его заслуга – в каталогизации и классификации природы. Да, верно то, что Линней имел немало талантливых предшественников!

Но это он вывел науку из критического положения, в котором она очутилась, создал науку ботанику на месте бывшего хаоса” [37, с. 171].

Идеи Линнея повлияли не только на ботаников, но и на зоологов. В.М. Корсунская подчеркнула *методологические следствия* этого влияния:

«Чтобы правильно найти место организма в системе, стали считать самым важным точнейшим образом описать его...

Задачу науки, удел учёного наилучшим образом сформулировал французский зоолог и анатом Жорж Кювье: “Называть, описывать и классифицировать – вот основа и цель науки”.

Эта формула стала своего рода знаменем, девизом многих исследователей» [37, с. 172].

Кювье (1769–1832) в приведённой выше цитате высказался так, как будто *все науки* находились в его время на той же стадии описаний и классифицирования, что и зоология.

Конечно, это было не так, но его слова наводят на мысль взглянуть на науки *с позиций теории шкал* (см., например, [66]). Ведь научные знания могут быть четко сформулированы и закреплены только в знаковом виде, а переход от явлений к знакам требует использования тех или иных шкал.

Напомним: шкалы бывают *номинальными* (передающими только отношения идентичности объекта или его принадлежности к некоторому классу), *порядковыми* (упорядочивающими объекты по какому-либо признаку), *интервальными* (передающими отношение равенства интервалов) и *пропорциональными* (передающими отношение пропорциональности).

Наука, которая только называет и описывает свои объекты, работает в *шкалах наименований* (это одна из разновидностей номинальных шкал). Наука, которая ещё и классифицирует объекты, работает в *шкалах классификации* (другая разновидность номинальных шкал). Резкий разрыв между науками подобного типа и науками физического цикла связан с тем, что последние работают преимущественно в значительно более сильных *пропорциональных шкалах* (им свойственно понятие единиц величин).

Между номинальными и пропорциональными находятся порядковые и интервальные шкалы. Интервальные шкалы встречаются сравнительно редко. Нет ли наук, работающих в шкалах порядка?

Возможно, такого рода наукой была *сравнительная анатомия* в том виде, как её развивал учитель Кювье, переживший своего ученика, – Карл Фридрих Кильмейер (1765–1844). Рассматривая какой-либо орган или какую-либо функцию человеческого организма, Кильмейер прослеживал изменения этого органа или функции в *нисходящем ряду* организмов. Вот пример:

“...Способность получать разнообразные, различные между собой впечатления, в ряду животных вниз от человека, постепенно всё суживается” (цитируем по [67, с. 22]).

Эту идею движения “вниз от человека” развил Кювье, ставший признанным основателем *палеонтологии*.

Кильмейер формулировал целый ряд биологических “законов”, используя исключительно порядковые шкалы (конечно, в его время нынешнего понятия шкалы не было). Вот один из таких “законов”, связывающих между собой два упорядоченных атрибута объектов:

“Многообразие возможных ощущений убывает в [нисходящем] ряду организмов, тогда как лёгкость и тонкость оставшихся ощущений в ограниченном круге увеличивается” [67, с. 23]

Интересно, что подобный же “закон компенсации” изложил в 1795 г. Иоганн Вольфганг Гёте (1749–1832), который был не только поэтом, но и своеобразным философом природы. Согласно этому “закону”, например, удлинение ног и шеи жирафа компенсировано укорочением его туловища [там же]. Правда, о таких соотношениях знал ещё Аристотель [67, с. 24].

Упорядочение растительного и животного миров учёными XVIII в. не сразу привело к идее эволюции организмов. Её не было ни у Линнея, ни у многих современных ему зоологов. Виды растений и животных представлялись не-

изменными, а если изменялись, то только (как считал Кювье) в результате катастроф, подобных всемирному потопу. Первую, во многом ошибочную, *эволюционную теорию* опубликует уже за пределами рассматриваемого нами века – в 1809 г. – Жан Ламарк (1744–1829).

В качестве ещё одной описательной науки в XVIII веке появилась *метрология*. Историки метрологии возразят: с древнейших времён существовала деятельность по поддержанию единства мер, без которого невозможна ни торговля, ни какое бы то ни было производство. Это верно, но само слово *метрология*, по-видимому, впервые встретилось в названии книги, упомянутой Михаилом Федосеевичем Маликовым в его классическом труде [68, с. 9].

Её автор – француз Paucton; название: “*Métrologie, ou Traité des Mesures, Poids et Monnoies des Anciens Peuples et des Modernes*” (Метрология, или трактат о мерах, весах и монетах древних и новых народов, 1780 г.).

Как пишет М.Ф. Маликов, в этой книге рассматривались, в частности, “вопросы, не имеющие прямого отношения к метрологии, как, например, теория простых и сложных процентов, поверхность и население разных стран и городов, выход муки и хлеба из зерна, количество высеваемых семян, душевое потребление хлеба и т. п.”. Добавим: сведения о денежных единицах, отражённые даже в названии книги – “...о мерах, весах и *монетах*”, – мы сейчас тоже не относим к метрологии.

Интригующими представляются заключительные слова комментария Маликова к книге 1780 года:

“Уже чувствуется веяние идей, под влиянием которых создавалась метрическая система”.

Из содержательной, хотя и научно-популярной работы [69], а также из того, что было написано в пособии [П2] о Гюйгенсе и Гуке, можно заключить, что веяние этих идей чувствовалось намного раньше, ещё в XVII веке.

Действительно, одна из ведущих идей создателей метрической системы заключалась в поиске естественного эталона длины как величины, через которую определяется ряд других величин.

Но ведь естественный эталон в виде *минуты меридианного круга* был предложен ещё в 1670 г. Габриэлем Мутоном (1618–1694).

Другой естественный эталон длины в виде *секундного маятника* предлагали: Станислав Пудловский (1597–1647), Тит Бураттини (1615–1682), Жан Пикар (1620–1682), Христиан Гюйгенс (1629–1695), Роберт Гук (1635–1703), Олаф Рёмер (1644–1710).

Бураттини даже придумал для “универсальной меры” термин *метр*. Автор настоящего издания не знает, было ли известно это предложение создателям метрической системы, которые называли *метром* свою единицу длины.

Другую идею метрической системы – десятичное деление единиц величин – выдвигали Габриэль Мутон и Роберт Гук тоже в XVII веке.

Но какую бы значимость ни имели перечисленные предложения, более важно то, что метрическая система действительно была реализована в революционной Франции в течение всего нескольких лет.

Декрет о реформе системы мер вышел 8 мая 1790 г., а уже 10 декабря 1799 г. французским законом в качестве эталона единицы длины был принят так называемый *архивный метр*, и одновременно определён килограмм как единица массы.

Процесс создания метрической системы, а также ход её внедрения во Франции и в других странах подробно описан в книге И.Я. Депмана [69]. Для нас наиболее существенно то, что для назначения размера метра как десяти-миллионной доли четверти Парижского меридиана понадобилось *точно измерить* (методами триангуляции) длину определённой дуги этого меридиана.



Рис. 1.12. Измерение дуги меридиана (по книге [69])

Была выбрана дуга  $9^{\circ}40'$  между Дюнкерком и Барселоной (рис. 1.12). Оба пункта не только находились на Парижском меридиане, но и были приморскими – не было разницы высот. К измерениям приступили 25 июня 1792 г., а закончились работы только осенью 1798 г.

М.Ф. Маликов, отмечая наличие у метрологии “административно-технической и научной сторон” [68, с. 3–4], добавил, что обе стороны “можно проследить с глубокой древности”.

С этим вряд ли можно согласиться: простой набор сведений об используемых мерах трудно назвать наукой. По мнению автора настоящего издания, только разработка метрической системы впервые придала метрологии статус полноценной научной дисциплины.

Научная сторона метрологии будет развиваться в течение всего следующего века, причём её органической частью станут методы обработки экспериментальных данных.

## 1.7. Технические эксперименты XVIII века

В рассматриваемом нами веке инженерное дело, можно сказать, получило общественное признание. Об этом говорит, в частности, издание в 1729 г. книги Бернара Фореста де Белидора (1697–1761) “Les science des Ingénieurs...” (Инженерная наука...) [55, с. 56].

Заметим, что английское слово Engineer (инженер) выглядит так, как будто оно произведено от Engine (машина). По-французски *инженер*, как мы только что видели, пишется иначе, потому что оно в действительности произведено от латинского корня, того же, от которого произошло английское *ingenuity* – *изобретательность*. Сходно пишется слово *инженер* и по-немецки. Это, конечно, лучше характеризует инженерную деятельность.

Для инженерных расчётов понадобились исходные данные, многие из которых могли быть получены только экспериментально. Поэтому, как уже говорилось в разделе 1.2, в XVIII веке, наряду с научными экспериментами, заметное место заняли эксперименты *технические*. Их мы и рассмотрим.

Технические эксперименты, по-видимому, можно разделить на четыре класса: исследование (а также испытание) *сооружений*, исследование (а также испытание) *устройств*, исследование (а также отработка) *технологических процессов* и исследование *материалов*.

В рассматриваемую нами эпоху для исследований и испытаний *сооружений* ещё не используется тензометрическая аппаратура – в фундаментальном историческом исследовании по сопротивлению материалов [55] слово *тензометр* впервые встречается в связи с именем Иоганна Баушингера (1833–1893), первого директора Мюнхенского политехнического института.

Только в 1871 г. при этом институте была основана первая лаборатория по испытанию материалов, где применялись изобретённые Баушингером зеркальные тензометры [55, с. 335–336].

Значит, в XVIII веке испытания сооружений (или их моделей, таких как модель арочного моста Кулибина) могли давать только двоичный ответ: выдерживает нагрузку – не выдерживает нагрузки.

Исследования технических *устройств* в рассматриваемый нами период ещё немногочисленны, а разрабатываемые для этих целей стенды несложны. Два примера экспериментов на моделях были приведены в разделе 1.2 (см. рис. 1.4).

В обоих случаях опускание известного груза с известной высоты позволяло оценить затраченную работу.



В статье [70] отмечено, что в 1777 г. во Франции, а в 1795 в Англии были опубликованы результаты испытаний моделей судов в бассейнах – определялось сопротивление воды движению кораблей. В 1793–1798 гг. появились результаты *натурных испытаний*, в которых определялась зависимость скорости хода от очертаний подводной части судна.

Примером исследований *технологических процессов* могут быть выполненные, начиная с 1715 г., Рене Антуаном Фершо де Реомюром (1683–1757) многочисленные эксперименты в области металлургии чугуна и стали.

Реомюр был разносторонним учёным. Я.Г. Дорфман называет его “естествоиспытателем и инженером” [8, с. 313]. Наиболее крупный труд Реомюра посвящён *энтомологии*. Оставил след он и в истории *физиологии животных* (о чём скажем ниже). В члены Парижской Академии он был принят за работы по *математике*, а то, что он был ещё и *физиком*, не требует пояснений.

Хорошим примером технического эксперимента могут быть также обширные исследования процессов изготовления цветной смальты для мозаик, выполненные Михаилом Васильевичем Ломоносовым.

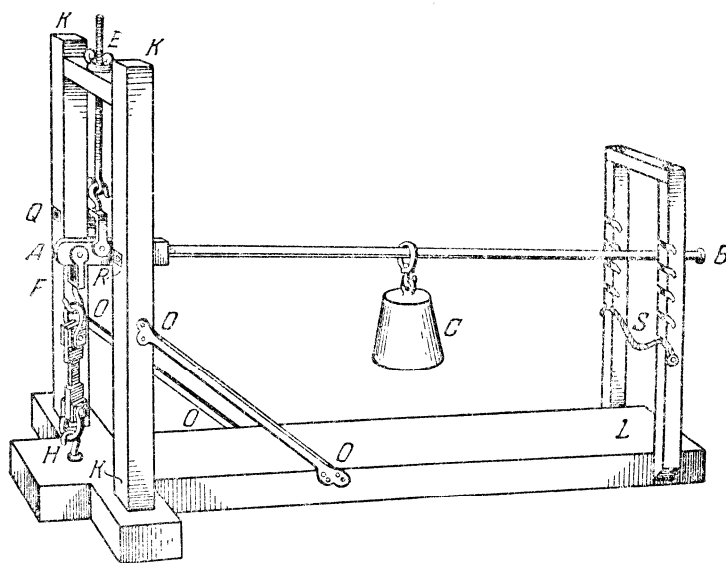


Рис. 1.13. Машина Мушенбрека для испытания образцов на растяжение (по книге С.П. Тимошенко [55])

Исследования *материалов*, по-видимому, выполнялись главным образом для определения их прочностных характеристик (хотя были и другие задачи, например, исследование оптических стёкол). Именно в XVIII веке появился термин *сопротивление материалов*. По сведениям С.П. Тимошенко [55, с. 57], первой с таким названием вышла книга: Girard P.S. Ingenieur des ponts et

chausses. *Traité analytique de la résistance des solides* (Жирар П.С. Инженер мостов и дорог. Аналитический трактат по сопротивлению твёрдых тел, 1798 г.).

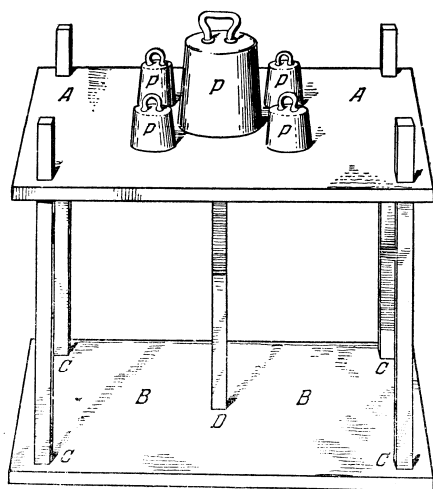


Рис. 1.14. Схема установки Мушенбрека для испытания на сжатие (по книге [55])

В этой области активно экспериментировал упомянутый выше Питер ван Мушенбрек. На рис. 1.13 показано устройство его машины для испытаний на растяжение. Обращает на себя внимание отсутствие каких-либо средств измерения деформации образца. На установке более простого устройства (рис. 1.14) Мушенбрек испытывал стойки на сжатие. Результаты этих испытаний подтвердили теоретические выводы Эйлера о критической нагрузке.

Такой же простой была установка Мушенбрека для испытаний на изгиб: к деревянному брусу, лежащему на двух опорах, в середине подвешивалась грузоприёмная платформа для гирь [55, с. 71–72].

Жорж-Луи Леклер, граф Бюффон (1707–1788), упоминавшийся выше в связи с геометрическими вероятностями, выполнил, наряду с многочисленными другими работами, обширные исследования механических свойств дерева. Он критиковал Мушенбрека за использование образцов малых размеров, свойства которых имели большой разброс; сам же испытывал реальные балки сечением до  $20 \times 20 \text{ см}^2$  при пролёте до 8,5 м [55, с. 73]. Испытательные установки большого размера строил и Жирар, автор первой книги по сопротивлению материалов.

Среди многочисленных исследований М.В. Ломоносова (рис. 1.15) можно отметить эксперименты по определению прочности металлических проволок на разрыв [62, с. 81]. При этом Ломоносов заметил, что между наложением груза и разрывом проволо-



Рис. 1.15. Михаил Васильевич Ломоносов (портрет из книги И.Б. Литинецкого [70])

ки может пройти некоторое время, тем большее, чем меньше превышение накладываемого груза над минимальным грузом, вызывающим разрыв.

*Точило для исследования твердости камней и металлов  
или в точении в 2 диаметра или по окружности.*

*Рисунок 3.*

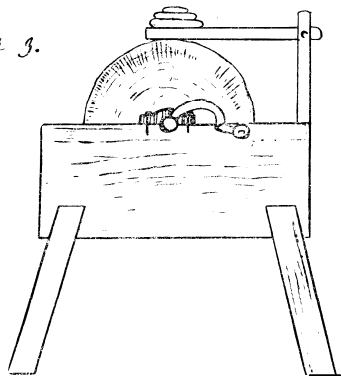


Рис. 1.16. “Точило” Ломоносова  
(по книге [71])

Ломоносова вообще интересовал вопрос о силе “сцепления частиц” тел, как твёрдых, так и жидких.

Для исследования этого сцепления в *твёрдых телах* он выполнял испытания не только на разрыв, но и на истирание с помощью специального “точила” [62, с. 80; 71, с. 26], а также на растирание с помощью ступ и пес-тиков [62, с. 82]. Кроме того, он на-блюдал под микроскопом частицы же-лезной проволоки, отделяющиеся от

неё под действием слабой кислоты [71, с. 27–29]. По-видимому, это было пер-вое применение микроскопа в химии [62, с. 89–90].

В связи с “точилом” Ломоносова (рис. 1.16), в книге [71] отмечено, что в технической литературе встречается термин *круг Баушингера*. Но упомянутый нами выше Баушингер намного позже создал установку аналогичного назначе-ния. Он использовал горизонтальный чугунный диск, на который нужно было периодически подсыпать наждак, чтобы испытать на истирание прижимаемый к диску образец.

Для опытов с *жидкостями* Ломоносов в 1752 г. разработал вискозиметр или, как гласит рукописная надпись на его чертеже (рис. 1.17), “инструмент для исследования вязкости жидких материй по числу капель”. При небольшом за-зоре между стенками воронки и находящимся в ней стеклянным шаром жид-кость из воронки вытекала по каплям.

Возможно, это был первый в мире относительный вискозиметр.

## 1.8. Научные эксперименты XVIII века

Начнём с краткой характеристики экспериментальной *химии*. Насколько слабой была *теоретическая* основа химии XVIII века, видно хотя бы из того, что некоторые историки науки рассматривают ошибочную теорию флогистона, разработанную в 1697–1703 гг. Георгом Эрнстом Шталем (1659–1734), – он упоминался в этом издании в связи с воззрениями Ламетри, – как первую *тео-рию научной химии*.

Тем не менее, ещё до “эпохи флогистона” наметились определённые сдвиги.

В XVI–XVII вв., в так называемый *период ятрохимии* (медицинской химии), были открыты многие реакции, которые впоследствии были использованы для качественного анализа.

Сам термин *химический анализ* ввёл Роберт Бойль (напомним даты его жизни: 1627–1691). Он же “систематически использовал экстракты растений

(лакмус, экстракт фиалки и др.) и животных тканей для определения кислотности и щелочности растворов; например, он установил, что в щелочном растворе экстракт фиалки становится зеленым” [72, с. 13]. Считается, что именно он закончил с ятрохимией, отделил химию от медицины.

В XVIII веке наиболее заметные события в химии были связаны с исследованием газов. Термин *газ* был ранее придуман – произведён от греческого слова *хаос* – Яном Баптистом ван Гельмонтом (1579–1644).

Английский ботаник, физиолог и химик Стивен Хейлз (1677–1761) – его фамилию можно встретить в различных транскрипциях – изобрёл “пневматическую ванну”.

Это приспособление для сбора газов, выделяющихся при нагреве веществ или при химических реакциях, представляло собой сосуд, заполненный водой и погружённый вверх дном в ванну с водой. Собираемый газ вытеснял воду из сосуда.

Позже Джозеф Пристли (1733–1804) заметил, что газы могут растворяться в воде, и заменил воду ртутью. Он собрал и изучил аммиак и ряд других газов.

Новые газы открывались один за другим.

В 1754 году Джозеф Блэк, нагревая белую магнезию, получил углекислый газ, вначале представлявший “связанным воздухом”.

В 1766 Генри Кавендиш (1731–1810), действуя кислотами на металлы, получил и исследовал водород.

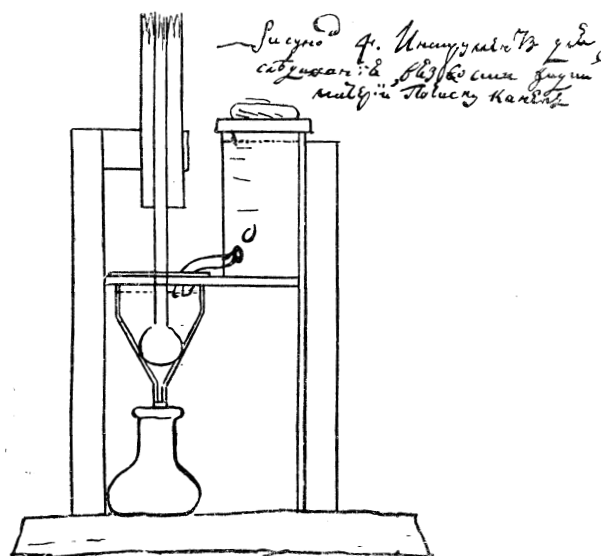


Рис. 1.17. Капельный вискозиметр Ломоносова (по книге [70])

В 1772 г. шотландский химик, ботаник и врач Даниэл Резерфорд (1749–1819), изучая воздух из закрытого сосуда, в котором погибло животное, выделил азот, который поначалу считался "флогистированным воздухом".

Другим способом получил азот Кавендиш: он пропускал воздух через раскалённые угли и затем удалял образовавшийся углекислый газ.

В 1774 г. Джозеф Пристли сообщил Антуану Лорану Лавуазье (1743–1794) об открытии газа, в котором вещества горели особенно ярко. Этот газ вначале рассматривался как "дефлогистированный воздух"; позже Лавуазье назвал его кислородом.

Ещё раньше, в 1771 г., свойства кислорода описал шведский химик Карл Вильгельм Шееле (1742–1786), но публикация его работы задержалась до 1777 г.

Открытие ряда новых веществ потребовало обновления химической номенклатуры. Это обновление и было выполнено Лавуазье в сотрудничестве с рядом французских учёных. Считается, что в конце XVIII века произошла "химическая революция". С этим можно согласиться с учётом состояния химии в предыдущем периоде. Однако эта наука оставалась в большой степени качественной. Приведём, например, цитату из учебника [72, с. 13]:

"Крупнейшим аналитиком XVIII в. был шведский химик Т. Бергман (1735–1784). Он впервые провел различие между качественным и количественным химическим анализом, обобщил накопленный к тому времени материал о применении паяльной трубки в анализе".

Что такое *паяльная трубка*? Это просто трубка, снабженная на одном конце мундштуком для дутья, а на другом – платиновым соплом. Через неё можно было дуть на пламя свечи или лампы так, что язычок пламени становился горизонтальным и имел острый высокотемпературный конец.

Паяльная трубка была удобным, легко переносимым средством качественного анализа, например, минералов при полевых работах.

В книге для детей [73] красочно описано, как молодой химик Дэви, упоминавшийся в предыдущем разделе, исследовал новые, неизвестные для него газы... просто *вдыхая их*.

Из принципов количественного анализа можно назвать *титриметрию*, которая и зародилась в XVIII веке: Клод Жозеф Жоффруа (1685–1752) в 1726 г. "осуществил нейтрализацию кислот в аналитических целях" [72, с. 15]. Термин *титрование* был позже введён Жозефом Луи Гей-Люссаком (1778–1850). Конечно, важнейшим средством количественных исследований оставались *весы*.

Например, точное взвешивание позволило Михаилу Васильевичу Ломоносову установить закон сохранения массы веществ при химических реакциях.

### **Методологическое прерывание 1.9.**

#### **Структурная общность титрования и взвешивания**

Титрование и взвешивание на рычажных весах с гирями – очень разные операции. Тем не менее, им можно приписать одну и ту же структуру (рис. 1.18.).

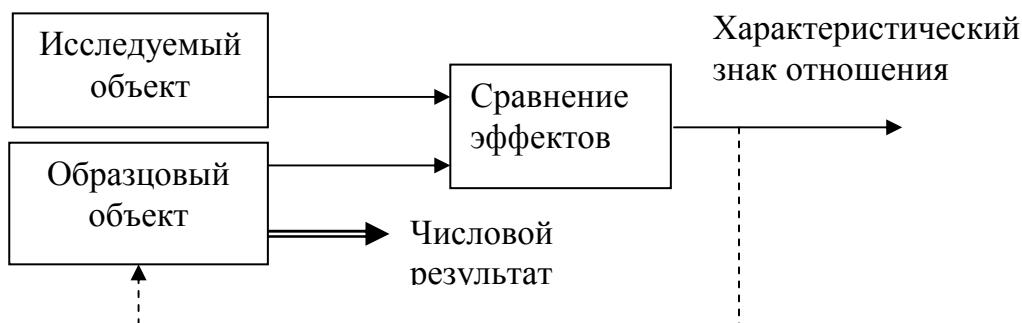


Рис. 1.18. Структура, общая для титрования и взвешивания

В случае взвешивания исследуемый объект – это взвешиваемое тело; образцовый объект – набор гирь. Каждая гиря, при всей простоте своего “устройства”, имеет два информационных выхода: аналоговый выход в виде своей массы и цифровой выход в виде *значения* массы. Обычно это значение наносится прямо на гирю.

Сравниваются при взвешивании не сами объекты, а вызываемые ими эффекты – моменты сил тяжести (эти силы возникают под действием на объекты общего для них гравитационного поля). Неравенство моментов выявляется по отклонению коромысла весов от равновесия. Это есть *характеристический знак отношения* – в данном случае отношения типа больше↔меньше. Человек, наблюдая этот знак, изменяет образцовый объект (накладывает или снимает гири) до исчезновения видимого отклонения от равновесия. Результат взвешивания складывается из числовых значений масс наложенных гирь.

В случае титрования к исследуемому раствору добавляется малыми дозами нейтрализующий его раствор известной концентрации. Сравнение происходит непосредственно в смеси этих растворов. Видимым для человека характеристическим знаком отношения является изменение окраски индикатора, когда среда в сосуде превращается из кислотной в щелочную или наоборот.

В отличие от взвешивания, при титровании образцовый объект не имеет цифровых информационных выходов, и его количество нужно *измерять*, например, с помощью градуированной бюретки. Имеется и ряд других различий между этими операциями; их анализ предоставим читателю.

Схемой рис. 1.18 описывается множество других измерительных операций. В некоторых случаях уместно усложнение структуры: так, для описания взвешивания

на безмене целесообразно изобразить в явном виде преобразование сил тяжести в моменты (присутствующее на рис. 1.18 в скрытом виде), поскольку человек при взвешивании меняет коэффициент одного из этих преобразований.

Автору настоящего издания неизвестны работы, в которых проводился бы систематический анализ всевозможных измерительных операций хотя бы в таком приближении, как это было сделано здесь применительно к взвешиванию и титрованию. По-видимому, нет и работ, в которых исчерпывающим образом рассматривались бы различные принципы сравнения при измерении.

### ***Возврат из прерывания 1.10.***

Деятельность Ломоносова была направлена на превращение химии в точную науку, В 1741 г. он работал над сочинением “Элементы математической химии”, а в 1752 г. написал “Введение в истинную физическую химию” – это был курс, прочитанный студентам в 1752–1754 гг. В этой работе Ломоносов писал (цитируем по книге [62, с. 78]):

“Мы захотели назвать этот труд физической химией потому, что решили, прилагая к тому всё старание, включить в него только то, что содействует научному объяснению смешения тел. Поэтому мы считаем необходимым всё, относящееся к наукам экономическим, фармации, металлургии, стекольному делу и т. д., отсюда исключить и отнести в особый курс технической химии”.

По-видимому, понятие *физической химии* было введено Ломоносовым впервые в мировой науке. Хочется отметить также очень ясную постановку задачи в труде Ломоносова, очистку учебного курса от прикладных вопросов. Для контраста вспомним содержание упомянутой выше книги по метрологии, в которой затрагивался даже вопрос о “выходе муки и хлеба из зерна”.

По глубине и свободе химического мышления рядом с Ломоносовым, вероятно, можно поставить только Лавуазье. Но их трудно сравнивать: с одной стороны, у Лавуазье были намного лучшие, чем у Ломоносова, условия для экспериментальной работы, а с другой стороны, ведь Лавуазье по приговору революционного трибунала окончил жизнь на гильотине (конечно, не как учёный, а как откупщик), а Ломоносов умер своей смертью.

Возможности химического анализа заметно возрастут в начале следующего, XIX века, когда в распоряжении химиков окажется источник постоянного электрического тока – вольтов столб. Но и в XVIII веке делались попытки воздействовать на вещества электрическими искрами.

После химии естественно перейти к экспериментальной *физиологии*, которая в рассматриваемый период во многом соприкасалась с химией. Из раз-

личных разделов физиологии нужно выбрать те, в которых в XVIII веке произошли события, интересные с позиций истории информационной сферы. Такие события имели место, по нашему мнению, в физиологии кровообращения, пищеварения, дыхания, а также в электрофизиологии.

В физиологии *кровообращения* знаменательным событием было первое измерение артериального давления. Стивен Хейлс, упоминавшийся выше как изобретатель “пневматической ванны”, в 1733 г. [18, с. 80] ввёл стеклянную трубку в артерию лошади и водяным манометром измерил давление крови. Он установил также наличие корневого давления у растений.

В физиологии *пищеварения* отметим опыты Реомюра, который давал птицам заглатывать кусочки губки с привязанными к ним нитками. Извлекая губку за нитку, Реомюр отжимал из неё сок и анализировал его [18, с. 93–96]. Ранее, ещё в 1664 г., пробы пищеварительных соков получал Рене де Грааф (1641–1673), но он делал это хирургическим путём.

Действие пищеварительной системы организма на пищу изучал на себе итальянский физиолог Лазаро Спалланцани (1729–1799). Он проглатывал мешочки из холста, заполненные различной пищей. Когда мешочек выходил из организма, Спалланцани отмывал его и исследовал содержимое [18, с. 96].

В физиологии *дыхания* важным рубежом было осознание роли кислорода. Как было видно из раздела 3.4 пособия [П2], к этому были близки Роберт Бойль и Роберт Гук. В работе [18, с. 15] упоминается ещё Джон Мейоу (1641–1679), предположивший аналогию дыхания и горения. Но Лавуазье пошёл дальше.

Рисунки 1.19 и 1.20 (на следующей странице) заимствованы нами из той же книги [18]. На них изображены опыты Лавуазье по измерению потребления мужчиной кислорода. На обоих рисунках присутствует дама – секретарь.

*Электрофизиология*, в отличие о других перечисленных выше областей физиологии, возникла только в XVIII веке, – точнее, даже в его конце.

В 1781 г. французский врач Пьер Бертолон (1742–1800) издал книгу, которая в 1789 г. была переведена на русский язык под названием “Об электрической материи тела человеческого” [18, с. 58]. Автор работы [18], Владимир Олегович Самойлов, странно высказался о книге Бертолона:

“Нервная сущность (*spiritus animalis*) трактовалась [в ней] как электрический процесс...”

Что такое “нервная сущность”? Ведь *spiritus animalis* – это дословно *животный дух*, а читатель, возможно, помнит, что ещё Декарт [П2, с. 200], а потом Ламетри (настоящее издание, с. 23) описывали работу нервной системы как



движение неких *животных духов*. Нет ничего удивительного в том, что эти “духи”, наконец, материализовались!

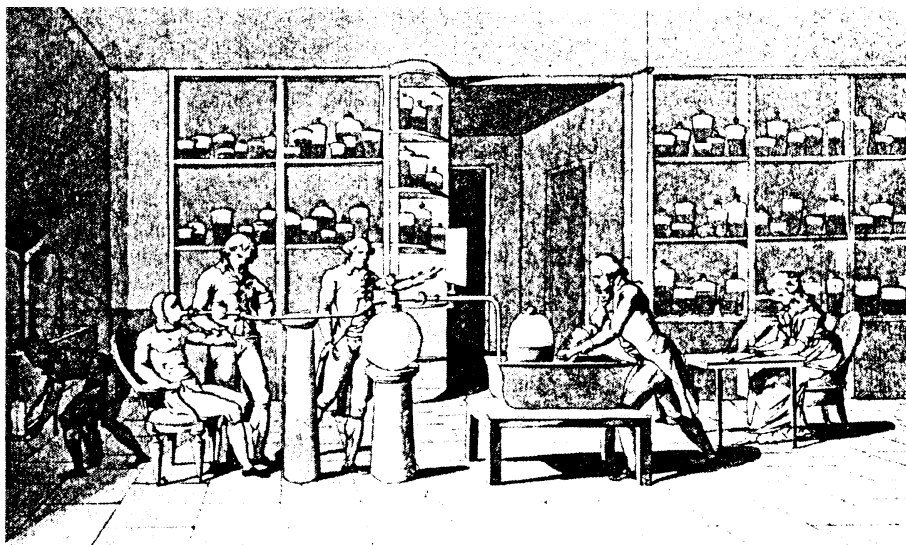


Рис. 1.19. Измерение потребления кислорода в покое

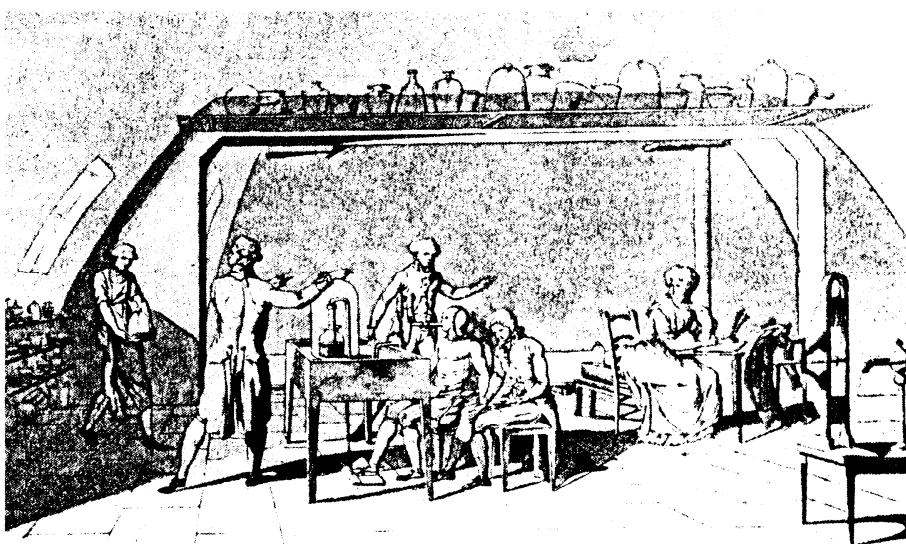


Рис. 1.20. Измерение потребления кислорода при физической работе

Это, однако, вряд ли можно считать гениальной догадкой Бертолона, потому что ко времени издания его книги исследования электричества значительно продвинулись (о чём будет сказано ниже). В частности, ещё в 1773 г. Джон Уолш указал на электрическую природу действия рыбы, которую после этого стали называть электрическим скатом [1, с. 190].

Луиджи Гальвани (1737–1798) свои первые электрофизиологические опыты на лягушках (рис. 1.21) выполнил в 1780 г., уже имея опыт исследования мышечных движений лягушек.

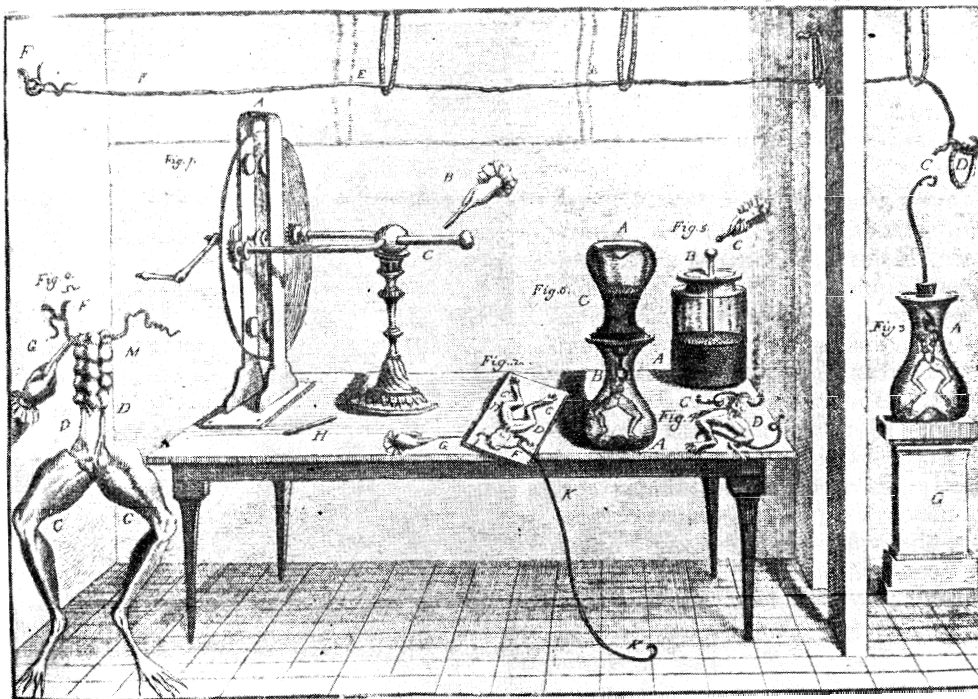


Рис. 1.21. Первые опыты Гальвани (по книге Марио Льюцци [1])

Натолкнул его на эти опыты случай: на столе, где лежала препарированная лягушка, находилась электрическая машина. Случайно помощник Гальвани коснулся скальпелем нерва лягушки в момент, когда из кондуктора машины извлекалась искра. При этом мышцы конечности лягушки стали сильно сокращаться [1, с. 192].

Гальвани заинтересовался этим явлением и стал разнообразить опыты. В частности, он соединял мышцы и нервы лягушки металлической дугой с крючком. Мышцы лягушки сокращались уже без всякого внешнего источника электричества, причём сокращение было особенно интенсивным, когда дуга и крючок состояли из разных металлов, например, железа и меди. Множество таких дуг можно видеть на рисунках в книгах [1, с. 194; 18, с. 59].

Физиолог Гальвани счёл *лягушку* источником “животного электричества”. Напротив, физик Алессандро Вольта (1745–1827), повторивший в 1792 г. опыты Гальвани, обратил внимание на роль *разнородных металлов* и задался вопросом, – не является ли лягушка просто *индикатором* электричества, вырабатываемого этими металлами?

Не будем входить в подробности возникшей дискуссии о наличии или отсутствии *животного электричества*. В конечном счёте оказалось, что и в живых организмах имеются источники слабых электрических сигналов, и в контакте разнородных металлов возникает электричество.

Для нас важно то, что в 1796 г. Вольта обнаружил контактное электричество чисто физическими средствами, без лягушки.

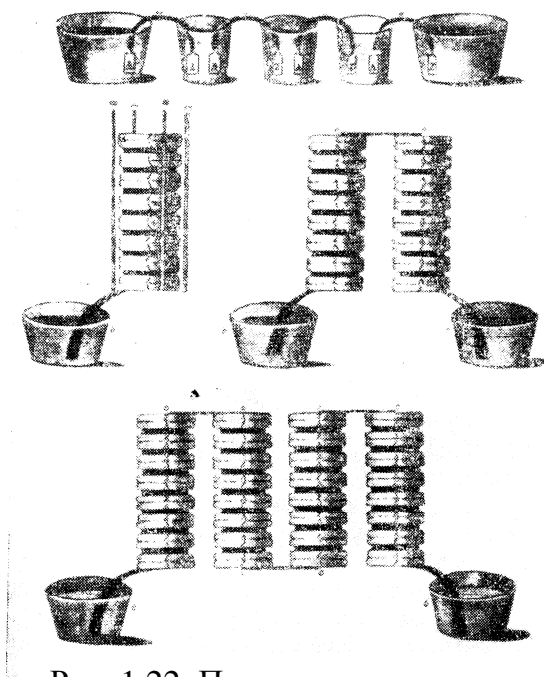


Рис. 1.22. Первые электрические батареи Вольта (по книге [1])

В конце 1799 г. ему удалось увеличить наблюдаемый эффект путём последовательного соединения пар разнородных металлов (цинка и серебра). Каждую из этих пар он либо погружал в жидкость в отдельной чашке, либо разделял прокладкой из влажной ткани (рис. 1.22).

Теперь мы расстанемся с физиологией и, поскольку уже затронули *исследования электричества*, продолжим рассказ о некоторых заметных событиях в этой области, последовавших после опытов Хоксби, Грея и Дюфе [П2, с. 376–377].

Одним из таких событий было открытие *лейденской банки*, первого электрического конденсатора.

Лейденская банка (на рис. 1.21 она стоит на столе справа) была открыта тоже случайно и почти одновременно двумя исследователями [1, с. 173]:

“В 1745 г. немецкий каноник Эвальд Юрген фон Клейст, пытаясь, по-видимому, изготовить себе электризованную воду, которая считалась полезной для здоровья, и независимо от него лейденский физик Мушенбрек, продев в горлышко банки с водой гвоздь, дотронулись им до проводника действующей электрической машины; затем, прервав контакт, они притронулись другой рукой к гвоздю и испытали очень сильный удар...”.

Впоследствии банка с водой была заменена сосудом с двумя обкладками из фольги, внутри и снаружи.

Примерно в это же время был изобретён *электроскоп* – первое устройство позволявшее дать приближенную количественную оценку электрическим явлениям. Согласно Марио Льюцци [1, с. 180], электроскоп с пробковыми шариками на льняных нитях был впервые описан неизвестным автором в 1746 г., а модифицированный вариант этого прибора был введён в употребление Джоном Кантоном (1718–1772) в 1753 г.

В 1782 г. Вольта предложил конденсаторный электроскоп, содержащий две изолированные друг от друга пластины. Зарядив нижнюю пластину, соеди-

нённую с выводом электроскопа, при заземлённой верхней, можно было затем удалить верхнюю пластину. Уменьшение ёмкости нижней пластины приводило к значительному росту напряжения на ней. Он же заменил пробковые шарики лёгкими соломинками.

В 1787 г. двумя другими исследователями был предложен электроскоп с металлическими листочками [1, с. 183–184].

Своим путём шёл Георг Вильгельм Рихман (1711–1753). Он упоминался выше в связи с калориметрическими экспериментами, но наиболее известные его работы посвящены электричеству.

Рихман родился и получил начальное образование в нынешней Эстонии, продолжил образование в Германии. В статье [74] читаем: «В 1735 г. Рихман зачисляется студентом “физического класса” университета при Петербургской Академии наук, а через шесть лет за особые успехи назначается профессором (академиком) по кафедре физики... К исследованию электрических явлений Рихман приступил в 1744 г.».

Согласно той же статье [74], “уже в 1746 г.” Рихман использовал колокольчик (рис. 1.23) в качестве индикатора электричества. Несколько другие даты приведены в работах [62; 71]. Из текстов этих авторов можно заключить, что в 1745 г. у Рихмана был если не сам прибор, то по крайней мере *чертёж* “указателя электричества”, состоявшего из железной колонки (“линейки”), льняной нити, прикреплённой к её верхнему концу, и *градуированного квадранта*, по которому перемещался свободный конец нити при её отталкивании от заряженной колонки.

Этот чертёж воспроизводился многими авторами, писавшими о Рихмане, а Я.Г. Дорфман вынес его даже на обложку своей книги [8]. По его мнению, Рихман в 1745 г. уже *сконструировал* указатель электричества [8, с. 284].

Такое внимание к несложному устройству вполне оправдано: это был первый в мире электроизмерительный прибор с градуированной шкалой, хотя о пропорциональной зависимости между отклонением нити и какой-либо электрической величиной не могло быть и речи. Об этом с полной ясностью писал сам Рихман [8, с. 285].

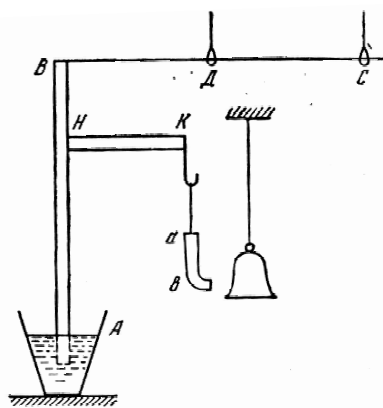


Рис. 1.23. Колокольчик Рихмана, 1746 г. (по статье [74])

Иное мнение высказал И.Б. Литинецкий: “По шкале квадранта производились измерения получаемого между нитью и линейкой угла, *пропорционального* величине электрического заряда” [71, с. 70, курсив мой – В. Кн.].

Очевидно, этот автор, не подумав, выдал желаемое за действительное. Ведь само понятие заряда в то время нуждалось в прояснении.

На той же странице в книге [71] помещён рисунок экспериментальной установки Рихмана и Ломоносова с двумя такими “указателями электричества”, датированный 1751 годом (значит, к этому времени указатели были достоверно реализованы), а в книге [62, с. 150] имеется датированный 1753 годом рисунок “усовершенствованного электрометра” (рис. 1.24).

Как видно, простая железная колонка заменена в этом электрометре лейденской банкой, а вместо квадранта шкала нанесена на почти полукруговой сектор. Не полагал ли Рихман, что под действием силы отталкивания нить может отклониться почти до вертикали? Или он просто использовал имевшуюся в наличии шкалу?

Как известно, начиная с 1752 г. Рихман с помощью своих установок исследовал *атмосферное электричество* – он и погиб от грозового разряда 26 июля 1753 г.

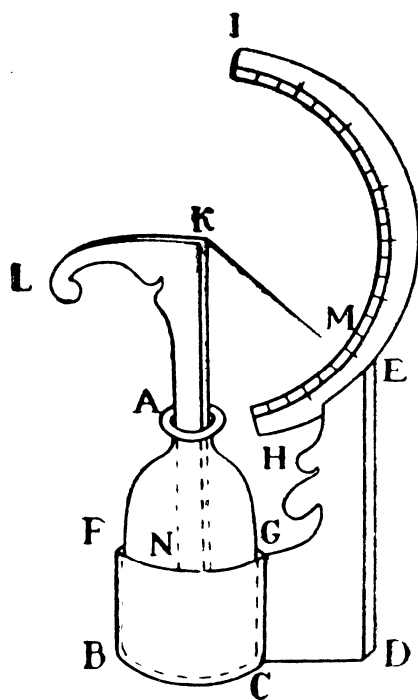


Рис. 1.24. Электрометр Рихмана, 1753 г. [62]

История начального этапа этих исследований – наша следующая тема. Она в большой степени связана с именем Бенджамина Франклина (1706–1790) – американского государственного деятеля, просветителя, учёного.

Свои научные знания Франклин получил путём самообразования. В 1731 г. он основал в Филадельфии первую публичную библиотеку, в 1743 г. – Американское философское общество, в 1751 г. – Филадельфийскую Академию.

Франклин занимался метеорологией, океанографией, акустикой, калориметрией, но наибольшую научную известность принесли ему работы в области электричества.

В противоположность бытовавшему представлению о двух родах электричества, Франклин придерживался теории об одном виде электрической материи, которая может находиться в заряженных телах в избытке или в недостатке. Однако его

больше интересовали прикладные вопросы. Историк науки, привыкший противопоставлять картезианскую методологию ньютонианской, причислил бы Франклина к закоренелым антикартезианцам хотя бы на основании такого его высказывания:

“Для нас наиболее важным является не знание способа, которым природа осуществляет свои законы; достаточно знать сами эти законы” [1, с. 174].

Это звучит почти как пресловутое “гипотез не измышляю” Ньютона. Впрочем, мы в пособии [П2] попытались показать, что слова Ньютона не следует понимать буквально. Что же касается слов Франклина, то в них виден скорее американский прагматический подход.

В соответствии с такой своей позицией Франклин, заметив, что “электрический флюид” можно извлечь из наэлектризованного тела, приблизив к нему остроконечный проводник, задумал опытным путём получить электричество из грозового облака.

О своих исследованиях Франклин сообщал в письмах Питеру Коллинсону (1694–1768), члену английского Королевского общества. В справочном пособии [75, с. 199–204] приведено одно из ранних писем Франклина (11 июля 1747 г.). В нём сообщалось о том, что острие длинного тонкого кинжала способно на расстоянии снять заряд с наэлектризованного чугунного шара.

(К сожалению, автор настоящего издания слишком поздно узнал о существовании замечательной хрестоматии [75] – в ней приведены отрывки важнейших сочинений множества учёных, от Аристотеля и Лукреция до Лебедева и Гиббса, а также биографические справки. Были бы полезными ссылки на неё в предыдущих текстах.)

В 1748–1749 гг. у Франклина зародилась идея молниеотвода: “...Не ответят ли острия электрический огонь из тучи тихо, быть может, ещё до того, как она приблизится на ударное расстояние...?” [75, с. 198].

Как утверждает Марио Льюэци, [1, с. 175], Франклин в письме от 29 июля 1750 г. сообщил Коллинсону о намерении поставить опыт с длинным железным шестом для извлечения электричества из грозовой тучи.

Коллинсон попытался опубликовать письма Франклина в трудах Общества. Получив отказ, он в 1751 г. издал в Лондоне письма за свой счёт.

Идея Франклина встретила горячий отклик на континенте, и 10 мая 1752 г. в Марлийском саду французский физик и ботаник Франсуа Далибар (1703–1799) – он издал письма Франклина в переводе на французский – выполнил предложенный опыт. Во время прохождения грозового облака была полу-

чена искра от высокого металлического шеста. Этот опыт почти сразу был повторен другими исследователями, и сам Франклин повторил его в июне того же года с помощью воздушного змея. Это дало окончательный ответ на вопрос, одинакова ли природа молнии и электрической искры, получаемой в лаборатории.

Ломоносов заинтересовался грозами раньше, ещё в 1744 г. [62, с. 153], а после опыта Далибара стал проводить наблюдения на собственной “громовой машине”. По утверждению И.Б. Литинецкого [71, с. 71], «С помощью “громовой машины” и электрометра Ломоносов впервые в истории науки установил наличие электричества в атмосфере в отсутствии грозы». Это произошло 25 и 28 апреля 1753 г.

В работе, опубликованной позже [62, с. 156], находим более осторожное высказывание: с помощью электрометра Ломоносову “независимо от французского физика Л.Г. Лемонье удалось обнаружить электрическое поле в атмосфере при отсутствии грома и молнии”.

Перейдём к экспериментам, имевшим целью найти закон *силового взаимодействия заряженных тел*. После ряда попыток различных исследователей удовлетворительные результаты косвенным путём получил Генри Кавендиш (напомним даты жизни: 1731–1810). Более прямые методы применил позже Шарль Огюстен Кулон (1736–1806).

Эксперименты двух этих учёных, а также их предшественников, описаны и обсуждены в ряде работ историка науки Сергея Ростиславовича Филоновича [75–79].

Как отмечено в статье [76], одним из первых попытался измерить силу электростатического взаимодействия в 1746 г. Христиан Готлиб (или Теофил, что по значению то же) Кратценштейн (1723–1795).

Около 1750 г. Даниил Бернулли измерял силу взаимодействия с помощью прибора типа ареометра. В обоих случаях геометрия эксперимента (размеры и форма взаимодействующих тел) не позволяла сделать достоверные выводы из данных опыта.

Далее в [76] описан эксперимент Дж. Робайсона (1739–1805), ученика Джозефа Блэка. В установке Робайсона взаимодействовали маленькие шарики. Учёный сделал вывод, что “действие между сферами в точности пропорционально обратному квадрату расстояния между их центрами” [76, с.44]. Но он опубликовал свои результаты только в 1801 г., и его работа не повлияла на развитие исследований по электростатике в XVIII веке.

Говоря об опытах Кавендиша, нужно начать с того, что Бенджамин Франклин в 1755 г. обнаружил отсутствие заряда на *внутренней поверхности* наэлектризованного сосуда из проводящего материала. По его совету подобные опыты с оловянным цилиндрическим кубком провёл Джозеф Пристли.

Пользуясь аналогией с силой тяжести, которая, как показывает теория, не должна действовать на тело, помещённое внутри сферической оболочки, Пристли сделал вывод о справедливости закона обратных квадратов также и для электрических сил взаимодействия. Но в его аргументации был ряд слабых мест, в частности – отсутствие полной аналогии между гравитацией и электростатикой.

Опыты Кавендиша (около 1773 г.) были основаны на той же идее, что и опыты Пристли, но выполнялись на неизмеримо более высоком научном и методическом уровне.

Теория опыта Кавендиша состоит в рассмотрении зависимости поведения заряженной частицы, находящейся в зазоре между двумя концентрическими сферами, от распределения зарядов между этими сферами и от показателя степени в законе электростатического отталкивания.

В соответствии с этим экспериментальная установка (рис. 1.25) состояла из двух проводящих полусфер, которые могли соединяться, а затем быстро раздвигаться, и проводящего шара, который при соединённых полусферах располагался концентрично между ними.

Задачу эксперимента Кавендиш формулировал чётко:

“Целью следующих экспериментов был ответ на вопрос: когда полый шар электризуется, заряжается ли малый шар, вложенный в первый и соединённый с ним каким-либо проводником? Таким образом можно найти закон электрического притяжения и отталкивания” (цитируем по книге [79, с. 72]).

Эксперимент производился следующим образом. Полусферы соединяли проводником с внутренним шаром и сдвигали, так что они охватывали шар. От специальной батареи конденсаторов, напряжение которой контролировалось, заряжали внешние полусферы. Затем удаляли соединительный провод, раздви-

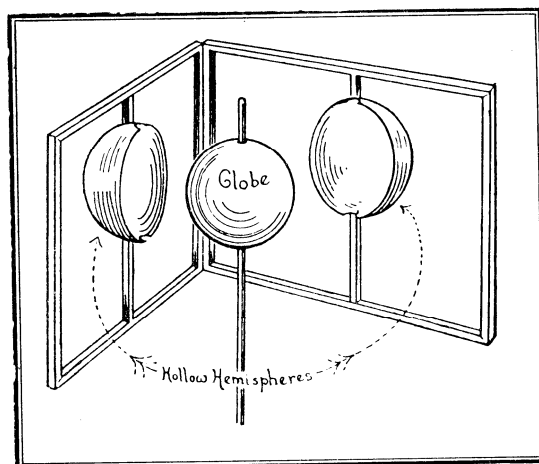


Рис. 1.25. Упрощённая схема экспериментальной установки Кавендиша



гали полусферы и снимали с них заряд. Внутреннего шара касались стеклянной палочкой, в одном месте обёрнутой станиолем, к которому были подвешены два пробковых шарика. Опыт проводился дважды, при различной полярности заряда, предварительно сообщаемого пробковым шарикам.

Если бы внутренний шар оказался заряженным, то расхождение пробковых шариков в последовательных опытах изменялось бы *различным образом*. Предварительный заряд шариков был нужен для уменьшения порога чувствительности индикаторного устройства.

По оценке Кавендиша (потребовавшей дополнительных экспериментов!), таким способом можно было зарегистрировать передачу внутреннему шару менее чем  $1/60$  части заряда. В результате теоретического анализа, кратко описанного в той же книге [79, с. 75–76], Кавендиш сделал вывод:

«Таким образом, мы можем заключить, что электрическое притяжение (и отталкивание) должно быть обратно пропорционально расстоянию в степени, лежащей между  $2 - 1/50$  и  $2 + 1/50$ , и нет оснований полагать, что закон отличается от закона “обратных квадратов”».

Результаты Кавендиша не были известны современникам – подготовленную статью он не опубликовал. Только в 1874 г., при открытии в Кембридже Кавендишской физической лаборатории [80], один из её основателей герцог Девонширский (потомок Кавендиша) поручил Джемсу Клерку Максвеллу разобрать рукописи Кавендиша [79, с. 70]. Работа Максвелла затянулась до 1879 г.; но в этом же году рукописи были изданы.

Однако уже в 1878 г. сотрудник Максвелла Дональд Макалистер повторил опыт по схеме Кавендиша с более совершенной аппаратурой, получив допускаемую поправку ко второй степени в законе электростатического взаимодействия  $\pm 1/21600$  вместо  $\pm 1/50$ , как это было у Кавендиша [79, с. 144–145].

Новую проверку осуществили в конце 1930-х годов американцы С. Плимpton и У. Лоутон [79, с. 206–211]. В отличие от предшественников, они подавали на внешний шар переменное напряжение частотой 2 Гц, что позволило устранить некоторые погрешности и увеличить чувствительность аппаратуры (в которой уже использовалась электроника). Оцененная ими поправка к квадратичному закону не превышала  $\pm 2 \cdot 10^{-9}$ .

Более сложные экспериментальные установки были использованы Д. Бартлеттом, П. Голдхагеном и Э. Филипсом, которые использовали пять концентрических сфер и работали на частотах 250 и 2500 Гц (их результаты опубликованы в 1970 г.). Затем последовали опыты Д. Уильямса, Дж. Фаллера

и Г. Хилла, – они заменили сферы икосаэдрами и работали на частоте 4 МГц (результаты опубликованы в 1971 г.).

В итоге допускаемая поправка к показателю степени 2 была снижена до величины, немногим большей  $10^{-16}$  [79, с. 211–223].

Уменьшение зоны неопределённости от 0,02 до  $10^{-16}$  прекрасно характеризует совершенствование экспериментальной техники за 200 лет – от 1773 г. до 1971 г.

Шарль Огюстен Кулон в своих опытах второй половины 1780-х годов, как уже было сказано, непосредственно исследовал взаимодействие между заряженными шарообразными телами.

К постановке этих исследований он пришёл сложным путём.

Опустим детали биографии Кулона и начнём с того, что в 1777 г. он взялся за работу над конкурсной темой, предложенной Парижской Академией наук. В формулировку этой темы входило, в частности, требование изыскать лучший способ подвешивания магнитных стрелок. Мемуар Кулона, получивший премию на конкурсе, был опубликован в 1780 г.

Кулон использовал оригинальный способ изучения упругих свойств шёлковых нитей и волос, которые предполагалось использовать для подвешивания стрелок. К исследуемой нити он подвешивал за его центр круглый медный диск, который располагался горизонтально. Получалась колебательная система. Период колебаний диска при исходно закрученной нити составлял несколько секунд или десятков секунд, и легко поддавался измерению.

Кулон обнаружил, что создаваемый нитью противодействующий момент пропорционален углу закручивания (что следовало из наблюдаемой изохронности колебаний) и в больших пределах не зависит от её натяжения. Последнее проверялось путём подвешивания к нити дисков различной массы (но, по видимому, одного диаметра). При этом период колебаний оказывался пропорциональным квадратному корню из массы диска.

Кулон выяснил также, что противодействующий момент обратно пропорционален длине нити, и предположил с некоторой осторожностью, связанной с трудностью точного измерения диаметра нити, что момент пропорционален кубу диаметра. Последнее впоследствии оказалось неверным. В том же мемуаре Кулон рассмотрел влияние сопротивления воздуха на затухание колебаний (впоследствии Кулон проведёт специальное исследование вязкого трения).

Каким же образом исследование нитей привело Кулона к электростатике? Это получилось почти случайно. Жан Кассини (1748–1845), четвёртый астро-

ном из знаменитой династии Кассини, привлёк Кулона к работе над прибором для геомагнитных измерений, в котором нуждалась Парижская обсерватория.

При испытаниях прибора обнаружилось возмущение стрелки, вызванное приближением экспериментатора. Кулон предположил, что причиной возмущения могли быть силы электростатического взаимодействия, и для борьбы с ними предложил заменить шёлковую (изолирующую) нить подвеса металлической [77, с. 11].

Для этого потребовались новые опыты, по изучению кручения теперь уже металлических нитей. Работа, более глубокая, чем предыдущая, была закончена и опубликована в 1784 г. Кулон показал, что противодействующий момент пропорционален углу закручивания, четвёртой степени диаметра нити (теперь это было верно), и обратно пропорционален её длине.

Интересно, что Кулон, как и Ломоносов, видел одну из целей своей работы, по его словам, “в исследовании, какие следствия можно вывести относительно *законов сцепления* и упругости тел” [там же, курсив мой – В. Кн.]. Оба учёных одинаково стремились проникнуть в теорию твёрдых тел на недостижимом для них уровне, близком к молекулярному!

Располагая упругой нитью как хорошо изученным средством измерения малых моментов и сил, Кулон сразу же применил её в установке, которую назвал “электрическими весами” (рис. 1.26, а). Первый его мемуар, посвящённый исследованиям электростатических взаимодействий, появился в 1785 г.

Эксперимент выполнялся следующим образом. Исходно с помощью крутильной головки, расположенной сверху узкого стеклянного цилиндра, бузинные шарики, которые видны на рисунке внутри более широкого цилиндра, приводились в соприкосновение так, чтобы проходящая внутри узкого цилиндра тонкая серебряная нить не была закручена.

Этому состоянию соответствовали нулевые отсчёты по двум угловым шкалам: одна из них установлена на узком цилиндре для измерения угла поворота крутильной головки, другая нанесена на широкий цилиндр для измерения отклонения коромысла, несущего на одном конце подвижной шарик. На другом конце коромысла расположен противовес, одновременно служивший успокоителем колебания коромысла.

Далее, шарикам сообщался некоторый заряд, и они отталкивались друг от друга, так что коромысло поворачивалось. Угол поворота можно было отсчитать по нижней шкале, он соответствовал расстоянию между шариками. Этот же угол являлся углом закручивания нити.

Если теперь повернуть крутильную головку так, чтобы шарики сблизись (но не соприкоснулись!), то по отсчёту, взятому по нижней шкале, можно определить новое расстояние между шариками, а с учётом отсчёта по верхней шкале найти новый угол закручивания нити.

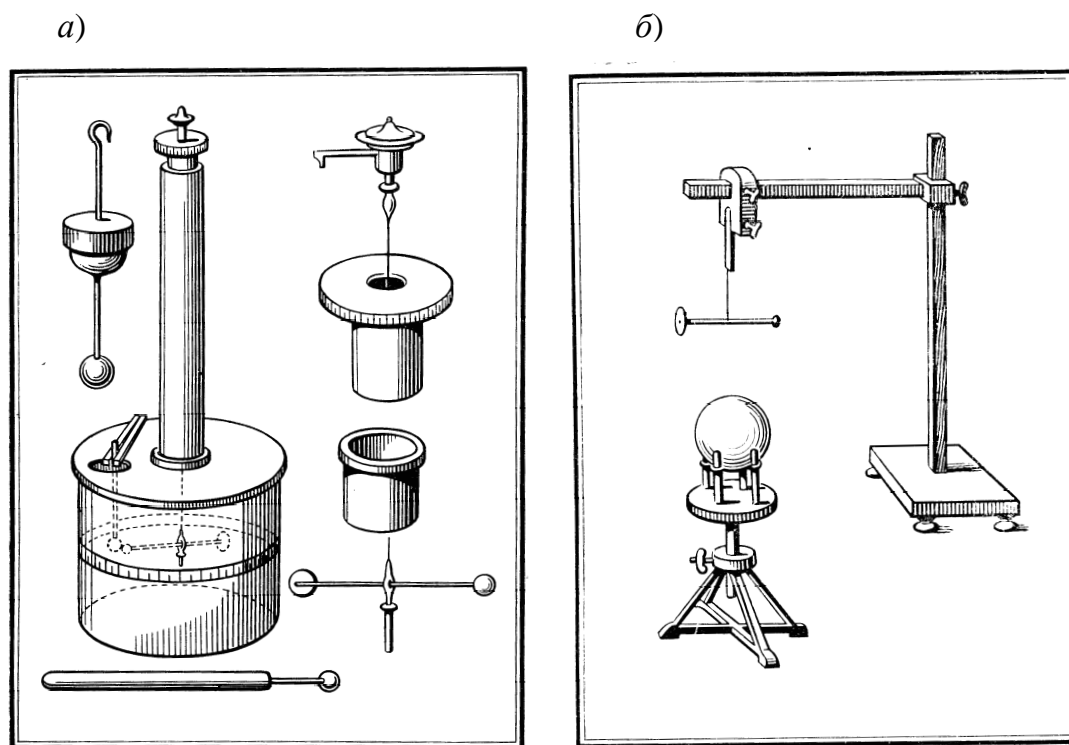


Рис. 1.26. Экспериментальные установки Кулона для исследования электростатического отталкивания (а) и притяжения (б)

Повторяя эти действия, Кулон получил зависимость угла закручивания нити (а значит, и её момента, и силы взаимодействия) от расстояния между шариками при почти постоянном, хотя и неизвестном, заряде. Скорость стекания заряда Кулон оценил с помощью отдельного опыта [75, с. 248].

В работах [77, с. 14; 79, с. 101] приведены данные, относящиеся к трём точкам этой зависимости, заимствованные из мемуара Кулона 1785 года. Закон “обратных квадратов” был подтверждён с погрешностью около 12 %.

Для исследования сил притяжения установка по рис. 1.26, а оказалась непригодной: при сближении шариков сила взаимодействия возрастала, что вызывало ещё большее сближение, и в результате шарики стремились соприкоснуться. Кулон полностью изменил метод исследования и экспериментальную установку (рис. 1.26, б). Он перешёл от измерения угла закручивания упругой нити к измерению *периода колебаний* подвеса в электрическом поле (аналогичных колебаниям обычного маятника в гравитационном поле). Отметим, что это

было уже второе применение *частотного метода исследования* в работах Кулона! Теперь упругость нити нужно было сделать по возможности малой (она стала влияющим фактором), и Кулон вернулся к тонким шёлковым нитям.

Интересно, что разные авторы воспроизводят рис. 1.26, *а* без каких-либо изменений, но с рис. 1.26, *б* дело обстоит иначе. У Я.Г. Дорфмана (мы заимствовали рисунок 1.26 из его книги [8, с. 297]) и у С.Р. Филоновича в трёх его работах [75, с. 250; 76, с. 53; 79, с. 109] – везде шар на подставке занимает *различные положения* по отношению к стойке с колебательной системой. По-видимому, правильно расположен шар только на рисунке в книге [79], где его центр находится на одной прямой со стержнем колебательной системы (“иглой из шеллака”, по выражению Кулона).

Тело, притягивавшееся к шару, представляло собой кружок из позолоченной бумаги. В эксперименте шару сообщалась от лейденской банки “электрическая искра”, а от шара путём электростатической индукции, с помощью вспомогательного проводящего тела, позолоченный диск заряжался противоположно шару. После регистрации времени 15 колебаний иглы держатель нити передвигался по перекладине, регистрировались следующие 15 колебаний, и так повторялось ещё раз. Расстояния от центра шара до диска составляли 9, 18 и 24 дюйма. Весь опыт занял 4 минуты [75, с. 251–252].

Так как период колебаний обратно пропорционален корню из возвращающей силы, то из закона “обратных квадратов” должна была следовать прямая пропорциональность периода расстоянию от центра шара до диска. После учёта скорости утечки заряда (найденной экспериментально) Кулон получил отклонение от пропорциональности 5 %.

Результаты Кулона далеко не сразу были приняты научной общественностью. Многие считали, что они имеют частный характер и справедливы только для использованной Кулоном геометрии опыта.

Опыт с крутильными весами Кулона (по рис. 1.26, *а*) историки науки сравнивают с внешне похожим на него опытом Кавендиша, который тоже использовал крутильные весы, но для решения другой задачи – *определения средней плотности Земли*. К этой задаче мы и перейдём.

Определение средней плотности Земли – задача, равносильная определению её массы. А это последнее для нас сейчас более понятно в другой формулировке – как нахождение гравитационной постоянной  $\gamma$  в формуле закона всемирного тяготения

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

Однако в такой постановке задачу стали рассматривать лишь через несколько десятилетий после Кавендиша [78, с. 66].

Так или иначе, требовалось в земных условиях измерить силу гравитационного взаимодействия двух тел известных масс.

Такие измерения пытались выполнить и до Кавендиша. Получил известность опыт Невила Маскелайна, проделанный в 1774 г. возле горы Шихаллиен в Шотландии по схеме, приведённой на рис. 1.27. Отклонения отвесов от вертикали измерялись астрономическими методами. Эксперименты по такой же схеме были повторены в XIX веке [81, с. 180]. Ясно, что точность результатов была невысокой из-за трудности оценки массы горы.

Идея опыта Кавендиша принадлежала английскому исследователю Джону Мичеллу (Michell, 1724–1793). Мичелл даже построил прибор, но не успел им воспользоваться. Через третьи руки прибор попал к Кавендишу, который существенно видоизменил его (практически изготовил заново), прежде чем приступить к эксперименту в 1798 г.

Интересно, что методика эксперимента, включавшая определение упругих свойств подвеса по периоду свободных колебаний, была в общих чертах сообщена Мичеллом Кавендишу *до* опытов Кулона, а Кавендиш опубликовал свои результаты *после* этих опытов и поэтому не забыл сослаться на Кулона. Сокращённый русский перевод статьи Кавендиша помещён в справочном пособии [75, с. 255–268], а довольно подробный пересказ – в статье [77].

На рис. 1.28 (на следующей странице) показано устройство крутильных весов Кавендиша. Маленькие шарики, подвешенные к лёгкому коромыслу длиной 6 футов, притягиваются к большим шарам, которые с помощью вёрота, расположенного наверху, можно переставлять, так что они оказываются то с одной стороны от маленьких шариков, то с другой.

После перестановки шаров коромысло начинало колебаться (с периодом 7 минут). Его новое среднее положение и период колебаний определялись по довольно сложному алгоритму, на основе наблюдения максимальных отклонений и определённых промежуточных положений коромысла [75, с. 258–259]. Для наблюдений служили короткие телескопы, наведённые на шкалы из слоновой кости.

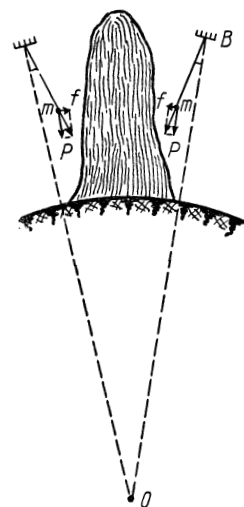


Рис. 1.27. Схема опыта Маскелайна (по книге [81])

Шкалы были разделены на двадцатые доли дюйма; благодаря использованию нониуса можно было уверенно отсчитать сотые доли дюйма.

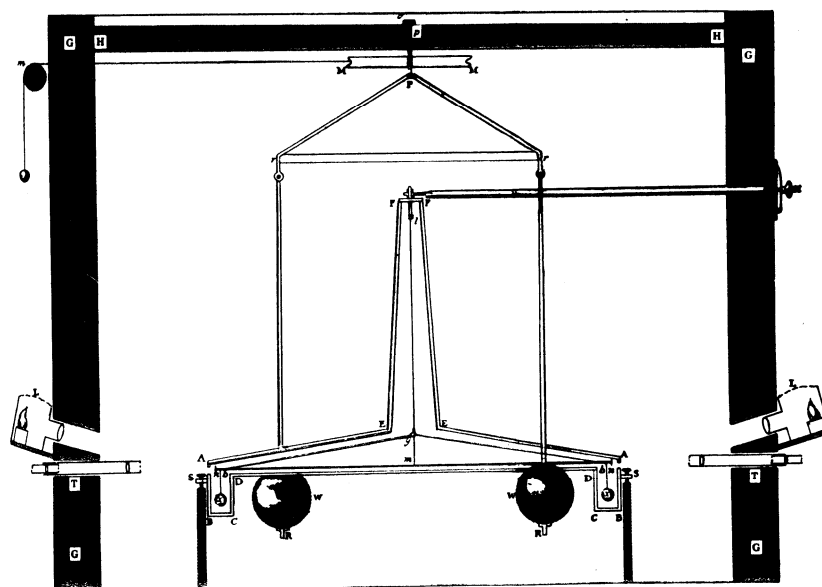


Рис.1.28. Крутильные весы Кавендиша  
(по книге [75])

Легко вычислить: так как длина коромысла составляла 72 дюйма, каждый градус дуги окружности, по которой двигались шарики, соответствовал  $72 \cdot 3,14 / 360 = 0,628$  дюйма, так что 0,01 дюйма соответствовала примерно угловой минуте.

Обработка экспериментальных данных была проведена Кавендишем с такой же тщательностью, как и подготовка аппаратуры. К сожалению, в хрестоматии [75] опущена существенная для нас часть статьи Кавендиша – поиск возможных влияющих факторов, зато этот вопрос обсуждён в работе [77].

Интересно, что наибольшее влияние оказал фактор, который Кавендиш исследовал последним, считая его воздействие маловероятным – токи воздуха, вызванные разностью температур различных частей экспериментальной установки.

Думается, что сказанного достаточно для того, чтобы оценить качество работы, выполненной Кавендишем.

Опыты с крутильными весами повторяли в 1837 г. Ф. Райх и в 1843 г. Ф. Бейли. Они всё ещё ставили задачу нахождения средней плотности Земли.

В 1982 г. Дж. Лютер и У. Таулер с помощью крутильных весов заново определили гравитационную постоянную [78, с. 64–69].

Сравнивая эксперименты Кулона и Кавендиша, С.Р. Филонович пришёл к следующему выводу [77, с. 35]:

“Конечно, оба исследователя в опытах с крутильными весами значительно опередили свою эпоху. Однако если эксперименты Кулона как бы завершали определённый этап в развитии эксперимента, к началу которого относятся, например, опыты Гюйгенса с маятниковыми часами, то исследования Кавендиша открывали новую страницу в истории эксперимента”.

Наверное, не только Кавендиш, но и Вольта, тоже работавший на грани веков, “открывал новую страницу” в развитии информационной сферы человеческой деятельности. Для истории информационной сферы важен переход в исследованиях электричества от качественных методов (например, наблюдения искр) к количественным экспериментам.

Одновременно происходил медленный, но очень важный процесс вызревания системы электротехнических понятий, – прежде всего, *физических величин*, характеризующих электричество. Так, Кулон уже владел понятием ёмкости; правда, этот факт не был известен его современникам. Вольта, изобретатель электрофора [1, с. 182], очевидно, хорошо понимал аддитивность зарядов; он имел ясное представление о ёмкости и напряжении. Его работа “Lettere sulla metrologia elettrica” (Письма об электрической метрологии) действительно положила начало электрической метрологии. Вольта даже предложил единицу напряжения, равную около 13,35 В [1, с. 183].

### **1.9. Развитие средств информационной техники**

Из различных средств информационной техники в XVIII веке по-прежнему выделяются *средства наблюдения и измерения*.

Их мы частично описывали в предыдущих разделах. Обратим внимание, между прочим, на резкие различия в сложности и качестве аппаратуры. Достаточно сравнить примитивную установку Мушенбрека (см. рис. 1.14) или “точило” Ломоносова (см. рис. 1.16) с приборами Кулона и Кавендиша.

Однако выше были затронуты не все области, в которых нужны были средства наблюдения и измерения. В частности, не рассматривались наблюдательная астрономия (и вообще оптика), навигация и метеорология.

Как раз в этих областях очень активной была изобретательская деятельность Михаила Васильевича Ломоносова. На ней в основном предлагается сосредоточить внимание, поскольку научные интересы Ломоносова поистине мо-



гут служить индикатором актуальности проблем, которыми он занимался. Но, даже взяв за основу творчество одного Ломоносова, придётся ограничиться немногими примерами, – иначе раздел разрастётся до размеров монографии, наподобие книги [71].

Одним из показательных примеров может служить работа Ломоносова над совершенствованием зеркального телескопа Ньютона.

Ломоносов видел недостаток телескопа Ньютона в наличии, наряду с основным зеркалом, небольшого плоского зеркала, расположенного на оси трубы телескопа и направляющего собранные основным зеркалом лучи к глазу наблюдателя. Это второе зеркало загораживало свет, идущий к основному зеркалу.

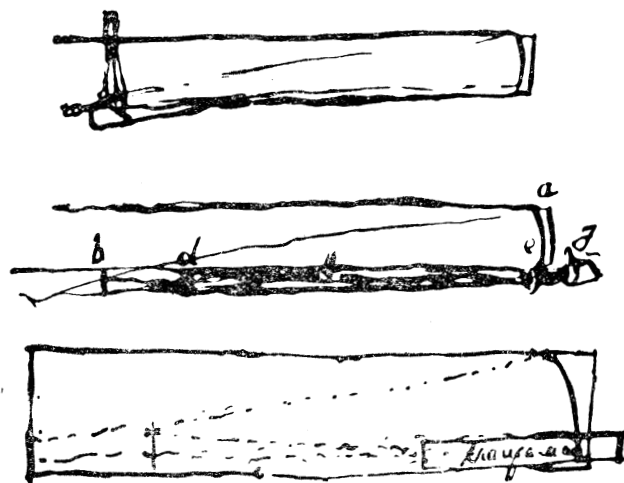


Рис. 1.29. Эскизы телескопов Ломоносова с наклонным зеркалом (по книге [71])

Ломоносов предложил несколько вариантов телескопов, в которых основное зеркало было установлено *с некоторым наклоном*, а второе зеркало либо вообще отсутствовало, либо располагалось за пределами трубы и не загораживало свет (рис. 1.29). Изготовленный в 1762 г. образец однозеркального телескопа оказался работоспособным, и было начато изготовление более совершенного инструмента, однако сведений об окончании этой работы не имеется [62, с. 134].

К сожалению, такой же была судьба большинства других изобретений Ломоносова – многие приборы остались в эскизах или, по его собственным словам, “годами не могли быть закончены” [62, с. 97].

Независимо от Ломоносова телескоп с наклонным зеркалом был намного позже – в 1789 г. – реализован Гершелем (рис. 1.30). Это имя встречалось выше в разделе 1.6, где говорилось об открытии инфракрасной области спектра.

Творческий путь Гершеля настолько своеобразен, что нужно сказать о нём несколько слов, опираясь на книги [58; 75].

Фридрих Вильгельм Гершель, “один из величайших астрономов всех времён и всех стран” [58, с. 125], родился в Ганновере 15 ноября 1738 г. в семье музыканта Иакова Гершеля, который сумел приобщить к музыке всех своих

шестерых сыновей и четырёх дочерей. В 1759 г. (по [58]) или в 1757 г. (по [75]) Вильгельм уехал в Англию (там он стал Вильямом) и некоторое время жил в бедности, но, благодаря музыкальным способностям, в 1765 г. получил место органиста в Галифаксе, а в 1766 г. – более выгодное место в Бате.

Получаемые средства позволили Гершелю заняться самообразованием. Он по книгам освоил латинский и итальянский языки, а также “глубоко изучил сочинение Р. Шмидта о математической теории музыки” [58, с. 126]. Для этого ему потребовались знания алгебры и геометрии, и он изучил математику настолько глубоко, что в 1779 г. подал работу на конкурс из области *математической физики* – о колебаниях нагруженной струны.

История науки знает много случаев, когда люди с естественнонаучным образованием вносили существенные вклады в гуманитарные области, – назовём хотя бы химика Александра Порфирьевича Бородина, который стал великим композитором. Но в лице Гершеля мы сталкиваемся с редким обратным явлением: человек, вышедший в жизнь как гуманитарий, прославился естественнонаучной деятельностью!

Сыграл свою роль случай: “простой двухфутовый телескоп попался в руки Гершеля” [там же]. Не сумев достать более сильный инструмент, Гершель приступил к самостоятельному изготовлению зеркальных телескопов.

Араго, в своём красочном стиле, пишет об этом так:

“Музыкант превратился в металлурга и оптика, начал опыты над сплавкой металлов, чтобы получить вещество, наиболее отражающее свет; начал обтачивать его в параболические зеркала; начал исследование причин, от которых полировка переменяет правильность формы зеркал, и пр.” [58, с. 126–127].

В 1774 г. Гершель уже имел телескоп собственной конструкции с фокусным расстоянием 5 футов. Не остановившись на этом, он начал делать телескопы в 7, 8, 10 и 20 футов. Самый большой его инструмент, изготовление которо-

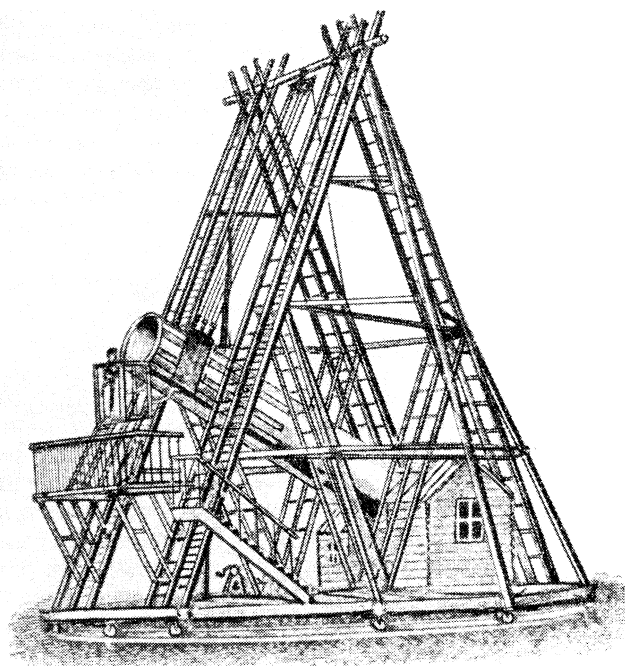


Рис. 1.30. Телескоп Гершеля  
(по книге [62])

го продолжалось с конца 1785 до осени 1789 г., имел трубу длиной 39 футов 4 дюйма (около 12 метров!) и диаметром 4 фута 10 дюймов [58, с. 132–133].

Эту работу удалось выполнить благодаря поддержке короля Георга III, который ещё раньше “назначил Гершелю пожизненный пансион в 300 гиней и дом возле Виндзора...” [58, с. 127]. Но и усилия самого Гершеля были колоссальными. Когда он начинал полировать зеркало для телескопа, то работал непрерывно по двенадцать или даже шестнадцать часов, не отвлекаясь ни на обед, ни на ужин, чтобы не испортить работу [58, с. 132].

Гершель сделал массу астрономических открытий; в частности, он обнаружил новую планету (Уран), два спутника Сатурна, множество туманностей и звёздных скоплений; а также оставил ряд рекомендаций, относящихся к устройству телескопов и методологии астрономии. С его работой об инфракрасных лучах можно ознакомиться по справочному пособию [75].

Умер Гершель 23 августа (по [58]) или 25 августа (по [75]) 1822 г.

Читатель, сравнивая Ломоносова и Гершеля, может задуматься о том, что же продуктивнее – оставить потомкам огромное количество разнообразных идей, новизна и значимость которых в большинстве случаев оценивается лишь многие десятилетия спустя, или, заняв некоторую научную нишу, настойчиво трудиться в ней и обогатить её целым рядом конкретных результатов? Очевидно, науке нужны деятели разных типов, как бы дополняющие друг друга.

Ломоносов разрабатывал ряд других оптических устройств, в частности, “ночезрительную трубу” – специальную подзорную трубу, позволявшую лучше видеть в сумерках (но, конечно, не в полной темноте), и “гидроскопическую трубу”, обеспечивавшую хорошую видимость в воде.

Весьма актуальной в XVIII веке была проблема создания *морского барометра*, который мог бы надёжно работать в условиях качки. Ломоносов в 1758 г. предложил оригинальное решение в виде двух расположенных горизонтально термометров – спиртового и воздушного. Последний имел обычный стеклянный шарик и капилляр, но они были заполнены воздухом, и только небольшая порция жидкости отделяла воздух в шарике и примыкавшей к нему части капилляра от наружного воздуха.

Такое устройство было чувствительно не только к температуре, но и к давлению наружного воздуха – при постоянной температуре воздушный термометр работал как барометр с *газовой пружиной*.

Ломоносов предлагал градуировать оба термометра по реперным точкам (0°C и 90°C) при известном атмосферном давлении. Если при дальнейшем ис-

пользовании прибора показания термометров не совпадали, это означало отклонение давления воздуха от принятого при градуировке [62, с. 187–189].

С принципиальной точки зрения в морском барометре Ломоносова мы видим едва ли не первый в мире пример измерительного устройства с несколькими (в данном случае двумя) чувствительными элементами, обладающими малой, но различной избирательностью к нескольким факторам. Такое устройство требует *совместной обработки* первичных данных для получения окончательных результатов измерения.

Конечно, эта методологическая сторона дела (сейчас она воплощается, в частности, в так называемых “электронных носах”) ускользнула от таких историков как авторы книг [62; 71]. Они ограничились добросовестным изложением фактов.

Первоначальная конструкция прибора имела ряд недостатков. Ломоносов доработал её и добился того, что морскими барометрами была оснащена экспедиция, вышедшая в 1765 г. на кораблях “Чичагов”, “Панов” и “Бабаев” для исследования Северного морского пути [62, с. 194].

Экспедиция оказалась неудачной, и о приборах, разработанных для неё Ломоносовым, забыли. Однако через 50 лет (!) в мире возобновились разработки барометров с газовой пружиной, по принципу действия сходных с прибором Ломоносова, хотя и заметно отличавшихся от него по конструкции. А.А. Елисеев и И.Б. Литинецкий пишут об этом так:

«Произведённые нами исследования позволили установить, что разработанная Ломоносовым конструкция “морского барометра” была повторена в 1816 г. английским учёным Александром Эдди (А. Adie), в 1825 г. – немецким физиком Е.Ф. Августом (Е.Ф. August), в 1837 г. – соотечественником последнего Германом Коппом (Н. Кopp), в 1855 г. – русским морским офицером Н. Ханыковым, в 1866 г. – профессором французского университета М. Гюйо (М. Guiot) и в 1873 г. – Гансом и Гермари (Hans, Hermary)» [62, с. 196].

Разработка, названная последней в этом перечне, была не только опубликована в 1873 г. в трудах Парижской Академии наук, но и представлена в 1878 г. на Парижской выставке в качестве “абсолютного барометра”, в результате чего честь открытия стали приписывать Гансу и Гермари. Однако посетивший выставку капитан-лейтенант (впоследствии академик) Михаил Александрович Рыкачёв (1840–1919) сумел в 1879 г. восстановить приоритет Ломоносова, создавшего свой прибор *на 120 лет раньше*.

Работы, развивавшие идею Ломоносова, продолжались до середины XX века. В частности, к 1929 г. относится походный барометр финского физика V. Väisälä (не родоначальника ли известной нынешней фирмы, выпускающей метеорологические приборы?), к 1943–1947 гг. – серия экспедиционных барометров, разработанных в ЦКБ Главного управления гидрометеорологической службы СССР [62, с. 200]. Были и другие разработки.

Заметим: ведь здесь шла речь об истории *одного прибора*. Насколько же сложной и запутанной была бы *полная история приборостроения*, если бы кто-то решился её написать?!

Добавим, что ещё один прибор с двумя термометрами, работающими в разных условиях, был построен в 1828 г. упомянутым выше немецким физиком Эрнстом Фердинандом Августом (1795–1870). Это был *психрометр* – применяемый и сейчас прибор для измерения влажности воздуха.

Идея газовой пружины была использована Ломоносовым и в другом изобретении, которое сам автор назвал универсальным барометром, хотя по существу устройство было *гравиметром*. По-видимому, это предложение, которое имело целый ряд недостатков [62, с. 221–222], ему не удалось реализовать. Но сама идея гравиметра с газовой пружиной была опять-таки заново открыта через полтора столетия после работ Ломоносова – газовые гравиметры строили в конце XIX в. Маскар, в 1914 г. Л.Дж. Бриггс, в 1930 и 1938 гг. Г. Гаальк, в 1934 г. А.А. Михайлов. Достигнутая точность характеризовалась погрешностью порядка нескольких миллигал [62, с. 224–230].

Среди множества идей Ломоносова, относящихся к метеорологии и метеорологическим приборам, выделяется идея “аэродромической машины” – небольшого вертолѐта с пружинным двигателем, который предполагалось использовать в качестве метеорологического зонда.

Изготовленный образец имел два несущих винта; они располагались соосно и вращались в противоположные стороны. При испытаниях в 1754 г. образец развивал некоторую подъёмную силу, но она оказалась недостаточной для отрыва от Земли, так что прекрасная идея осталась нереализованной [62, с. 206–209].

В пособии [П2, с. 375–376] мы описали другое изобретение Ломоносова из области метеорологии – регистрирующий анеморумбометр (1748 г.). О нём рассказано и в книгах [62; 71]. Сила и продолжительность ветра в том или ином направлении отображалась в этом устройстве количеством ртути, накопившемся в соответствующем секторе круглого “деревянного вместилища”.

Сведений о реализации этого интересного замысла Ломоносова нет, зато известно, что в 1862 г. на лондонскую выставку инструментов кораблевождения норвежец Ведадь Ярмберг представил “компас с механизмом для замечания курсов и времени плавания по каждому курсу” [62, с. 264]. В этом приборе имелся часовой механизм, который через каждые 5 минут освобождал небольшой костяной шарик. Шарик скатывался в одно из 64 отделений кругового вместилища в зависимости от показаний компаса. Шарик можно было пронумеровать, и по номерам шариков, попавших в различные отделения, восстановить курс судна.

Ещё раз мы видим повторное, – спустя более, чем столетие, – воспроизведение (с определённым усовершенствованием) идеи Ломоносова. Теперь это был способ регистрации некоторого физического процесса.

История *регистрирующих приборов*, по нашему мнению, – специфическая область истории техники, недостаточно изученная. Ведь даже по поводу “часов погоды” Роберта Гука – возможно, первого в мире регистрирующего прибора – имеются разногласия относительно того, был ли этот прибор реализован, а о том, какой *способ регистрации* использовал Гук, вообще не пишут.

И здесь опять приходится вернуться к Ломоносову. Ведь одним из его изобретений, относящихся к навигационным приборам, был *самопишущий компас*.

Запись на бумажной ленте, которая протягивалась с помощью часового механизма, предлагалось производить прикреплённым к картушке компаса карандашом, который прижимался к ленте “самой лёгкой пружинкой из проволоки” [62, с. 262–264].

Такое устройство было бы пригодно для регистрации только небольших отклонений от некоторого постоянного курса судна, – ведь возможные перемещения карандаша по бумажной ленте в конструкции Ломоносова были ограничены.

Но с общей приборостроительной точки зрения значительно серьёзнее выглядит другой недостаток предложения Ломоносова. Какой бы лёгкой ни была пружинка, прижимающая карандаш, должно было существовать трение между ним и бумагой, являвшееся причиной погрешности. Так как прибор не был реализован, погрешность от трения осталась не оцененной.

Поскольку мы уже несколько раз обращались к событиям XIX века, сделаем это и сейчас. В той же книге [62, с. 265–266] отмечено, что в 1868 г. капитан Альбини представил на выставку в Гавре печатающий компас. В нём кар-

тушка компаса была снабжена лёгким медным кольцом с обращёнными вниз *выпуклыми делениями* (так написано в книге [62], но представляется, что это должны были быть не просто штрихи, а, скорее всего, *цифры*).

Под картушкой размещалась движущаяся красящая лента, а ещё ниже – тоже движущаяся бумажная лента. Через каждые 30 или 60 секунд небольшой стержень ударял по кольцу картушки и через красящую ленту отпечатывал на бумаге соответствующее деление.

Авторы книги [62] присоединились к суровой критике этого прибора, появившейся в том же 1868 г. Они сочли ударный принцип печати недостатком, которого, по их мнению, был лишён компас Ломоносова.

По-видимому, они не знали, что и в XX веке выпускались самопишущие приборы “с падающей дужкой”. В этих приборах, благодаря кратковременному (только на время удара дужкой) соприкосновению пишущего органа с бумагой, устранялось трение – *главный источник погрешности*, с которым при мало-мощном измерительном механизме не удавалось справиться иными средствами.

Ломоносов предложил ещё целый ряд навигационных приборов. Читатель может найти их описание в цитированных нами книгах. Мы же не будем на них останавливаться – для наших целей важнее общая характеристика происходившего, а для её формулирования представленный здесь и в предыдущих разделах фактический материал представляется достаточным.

Итак, можно сделать вывод: в то время как *научным* приборам в XVIII веке достаточно было существовать в виде уникальных образцов, в том же веке стали отчётливо ощущаться (по крайней мере, деятелями с широким кругозором, типа Ломоносова) запросы практики к созданию разнообразных средств наблюдения и измерения *для массового применения*. Они будут реализованы позже – это видно по тем многочисленным обращениям к фактам XIX века, которые нам пришлось делать по ходу изложения.

Несколько обособленной областью информационной сферы является *часовое дело*. Заметим, что часы не являются измерительным прибором – фактически они представляют собой своеобразную *меру*, которая воспроизводит *шкалу времени*.

В XVIII веке совершенствование хода маятниковых часов и часов с системой баланс – спираль достигло такой стадии, когда стала заметной температурная погрешность часов и стала необходимой *температурная коррекция*. Это подробно описано В.Н. Пипуныровым в монографии [82].

Неясно, были ли часовщикам известны результаты дилатометрических исследований Мушенбрека. Как отметил Пипуныров, часовщики, работая над температурной коррекцией часов, выполняли свои эксперименты самостоятельно [82, с. 228].

Ртутный термокомпенсированный маятник Георга Грагама (1678–1751) “стал известен после доклада Грагама в Королевском обществе в 1726 г., хотя эксперименты с ним начались на девять лет раньше” [82, с. 226]. О том значении, которое придавал этому изобретению его автор, свидетельствует присутствие ртутного маятника на портрете Грагама – он имеется в книге [82].

Независимо от него Джон Гаррисон (1693–1776) разработал *решётчатый* термокомпенсированный маятник, состоявший из стальных и латунных стержней, имевших различные коэффициенты расширения [82, с. 236–237]. Он оказался удобнее ртутного. Решётчатые маятники можно видеть и сейчас во многих старинных стенных часах.

Марио Льюцци в своей книге [1, с. 221] приписал создание решётчатого маятника Грагаму, которого назвал Джорджем Грехемом (в оригинале фамилия пишется Gragam) и указал другую дату его рождения: 1675 г. В действительности Грагам знал об изобретении Гаррисона и даже изготовил несколько часов с решётчатым маятником [82, с. 238].

В часах с системой баланс – спираль первоначально вводили температурную коррекцию путём воздействия на спиральную пружину. Например, в морских часах Гаррисона № 3 и № 4 (каждый экземпляр этих уникальных часов вошёл в историю!) биметаллическая пластина, изгибаясь, изменяла действующую длину пружины [82, с. 301–302].

Впоследствии стали использовать разрезные биметаллические балансы, или иные способы воздействия не на возвращающую силу пружины, а на момент инерции баланса.

История создания Гаррисоном первых часов, пригодных для определения долготы в море с точностью, которую требовало английское Бюро долготы, подробно изложена в монографии Пипунырова [82, с. 296–307].

Первое испытание началось в ноябре 1761 г.: экспедиция отправилась из Портсмута на Ямайку с часами № 4 Гаррисона. В ней участвовал сын Гаррисона Уильям.

Экспедиция вернулась в Портсмут в марте 1762 г., и за время плавания часы отстали на 1 минуту 5 секунд. Эта погрешность оказалась меньше, чем допускалось постановлением английского парламента для получения премии



20 тысяч фунтов стерлингов [82, с. 304–305]. После ряда других проверок и испытаний часов Джон Гаррисон всё-таки получил заслуженную премию.

Но часы Гаррисона оказались только эпизодом в истории хронометрии, не получившим дальнейшего развития. Другие часовщики, в частности, Пьер Леруа (1717–1785), пошли своими путями.

Не будем углубляться дальше в историю совершенствования часов, упомянем только о том, что Леруа искал и нашёл условия, при которых спиральная пружина обеспечивала *изохронность* колебаний баланса [82, с. 314]. Это важно для нас, поскольку до сих пор мы предполагали, вслед за Гуком, что колебания системы баланс – спираль всегда изохронны. Но при повышении требований к точности хода часов оказалось, что это не так. Подобное обнаружение новых, не замеченных ранее источников погрешностей можно считать типичным для измерительной техники.

Говоря о развитии часового дела, нельзя упускать из виду его общекультурного и общетехнического значения. Этому вопросу в монографии [82] посвящён специальный раздел (страницы 188–193). Там отмечено, что “большинство изобретателей машин в XVIII веке были часовщиками или были близко знакомы с устройством часов”. Часы изготовлял Харгривс, изобретатель машины “Дженни”; часовщиком был Аркрайт, усовершенствовавший её. Создатель механического ткацкого станка Картрайт строил модель судна с часовым механизмом, а Фултон, создавший настоящий пароход, первоначально был часовщиком.

Как было уже сказано в пособии [П2, с. 366], в XVIII веке были выполнены замечательные куклы-автоматы на основе часовых механизмов. Жак Вокансон (1709–1782) изготовил куклу-флейтиста, перебиравшего пальцами как настоящий музыкант, и утку, которая махала крыльями, крикала, пила воду и клевала зерно как настоящая птица. Пьер Дроз (1721–1790) сделал механического писца, рисовальщика и девушку-клавесинистку. Эти типичные для галантного XVIII века изделия оставили след в культуре. В известной новелле Эрнста Теодора Амадея Гофмана (написанной в 1818 г.) герой влюбляется в искусно сделанную куклу-автомат, умеющую танцевать. А позже на этот сюжет был создан балет “Коппелия”.

Возникали ли мысли об использовании автоматов с часовыми механизмами не только в качестве игрушек? В.Н. Пипуныров [82, с. 188–189] привёл две цитаты из произведений Карла Маркса, в которых утверждается, что часы навели на мысль о применении автоматов *в производстве*.

По мнению автора настоящего издания, если такая мысль и возникала, то она была в известной степени ущербной: на основе механизмов типа часов могли быть созданы только автоматы *с жёсткой программой*, не имеющие информационных входов для изменения поведения в соответствии с обстановкой. Да и само производство даже во времена Маркса – не говоря уже о XVIII веке – далеко не было готово к автоматизации.

Зато в философском плане ещё в XVII веке было обычным делом рассматривать часы как образец закономерно действующей системы. Весь видимый мир представлялся философам чем-то вроде часового механизма, а Бог был часовщиком, причём спорили только о том, достаточно ли Богу один раз запустить мировые часы, или он должен время от времени чинить их. Человека тоже нередко сравнивали с часами, и, например, болезнь представляли своего рода неисправностью часов.

### ***Методологическое прерывание 1.10.***

#### ***Сколько уровней в человеке?***

Когда первобытный человек впервые научился изготавливать глиняную посуду, ему пришла в голову мысль: а не сам ли он изготовлен таким же образом? Почему же он двигается и делает разные дела? Очень просто: в него вложена душа.

Известна средневековая легенда о Големе, которого пражский раввин Лев вылепил *из глины* и оживил, вложив ему в рот пергамент с некой надписью.

Когда человек научился строить довольно сложные механизмы, ему пришла в голову мысль: а не сам ли он представляет собой движущийся механизм? Почему же он мыслит? Опять потребовалась душа. (Если читатель в этом месте вспомнил о книге Ламетри “Человек-машина”, то возразим ему: это название было направлено как раз против тех, кто *считал животных машинами*, не имеющими души).

А раз человек в своей основе похож на часовой механизм, почему не попробовать воспроизвести его действия в искусно сделанной кукле?

С течением времени выяснилась чрезвычайная сложность “вещественного” (какая уж тут *глина*?! ) и “энергетического” уровней человеческого организма. Но вот человек научился строить более или менее сложные информационные системы. И не могла не придти ему в голову мысль: а не сам ли он является информационной системой? Это – третий, информационный уровень, на котором уже и душе нет места.

И опять заходит речь о воспроизведении – на этот раз не глиняного тела, не подвижных суставов, а человеческого мышления, которое предлагается имитировать с помощью программ искусственного интеллекта.

Не будем ни предрекать скорый успех работам по искусственному интеллекту, ни искать доказательств нереализуемости поставленных целей. Вместо этого попробуем взглянуть со стороны предыдущих двух уровней на нынешний третий уровень

тех же попыток обратить достижения технологии на воспроизведение чего-либо человеческого.

Прежде всего, заметим, что мы имеем дело с типичной ситуацией, когда люди заявляют: “До сих пор действовали неправильно или чего-то не понимали, и только теперь...”. Такова была позиция первых христиан (“Только теперь будем жить по правильным заповедям...”), предтеч Французской революции (“Только теперь наступает царство Разума...”), и даже основоположников марксизма (“Только теперь будет построено бесклассовое общество...”). Разве не так же рассуждают программисты: “Только теперь мы сможем воспроизвести мышление...”?

Опыт показывает, что эти “только теперь” всегда оказывались не такими, какими они рисовались деятелям, выдвигавшим подобные заявления. Хотелось бы, чтобы читатель самостоятельно обдумал результаты известных ему заявлений такого типа, а в дальнейшем научился распознавать очередные “только теперь...”.

Далее, люди, действовавшие на первых двух уровнях, очевидным образом недооценивали сложность задачи. Это ясно по отношению к глиняному телу Голема, а также и по отношению к однообразным движениям кукол. Вероятно, и сейчас недооценивается сложность человеческого мышления, над изучением которого нужно ещё много работать.

И последнее. Люди, мыслившие на первом, “глиняном” уровне, вряд ли предполагали, что когда-то появится третий, информационный уровень. Их кругозор был ограничен глиной. А наш кругозор разве бесконечен? Можем ли мы утверждать, что выше информационного уровня ничего нет? Казалось бы, к сочетанию наречия, причастия и существительного в формулировке “мир есть *закономерно движущаяся материя*” уже нечего добавить. Но, может быть, мы просто не способны увидеть более высокие уровни?

### ***Возврат из прерывания 1.10.***

Добавим, что зрелище синхронного хода нескольких часов, никак не связанных друг с другом, могло навести мыслящих людей на философскую идею *предустановленной гармонии*.

В качестве важного класса средств информационной техники следовало бы рассмотреть ***средства вычисления***. Но в XVIII веке в этой области после машины Лейбница не удалось серьёзно продвинуться.

Историки вычислительной техники (см., например, [7; 83]) называют, кроме имён немногих учёных и инженеров, вносивших не принципиальные изменения в машину Лейбница, только вюртембергского пастора М. Гана, построившего несколько экземпляров довольно удачной машины со ступенчатыми валиками, а также Е. Якобсона из польского Несвижа.

Существенный скачок в этой области произойдёт только в следующем веке, когда, с одной стороны, появится *арифмометр* Томаса – первая механическая вычислительная машина, получившая массовое применение, а, с другой стороны, Чарльз Бэббидж сделает свои удивительные изобретения, на столетие опередившие развитие технических средств вычисления.

Зато технические *средства управления на основе обратной связи* появились именно в XVIII веке. Мы рассматривали их в разделе 1.2 – это центробежный регулятор скорости паровой машины Уатта и поплавковый регулятор уровня воды Ползунова.

Как уже было сказано, на материале центробежного регулятора в следующем веке начнёт развиваться теория автоматического управления – сначала как ветвь механики, и только намного позже как общая теория динамических систем.

*Средства программного управления*, как тоже было сказано в разделе 1.2, получили заметный импульс к развитию на грани XVIII и XIX веков – в виде разработки ткацкого станка Жаккара с управлением от перфокарт.

Само по себе программное управление применялось задолго до этого, – например, в устройствах боя механических часов. Принципиально новой у Жаккара была возможность быстрого перепрограммирования путём смены перфокарт.

К устройствам программного управления можно отнести и *копировальные станки*, получившие распространение в XVIII веке (в частности, в России – благодаря работам Андрея Константиновича Нартова).

Отметим, что на копировальные станки в нашей стране возлагались немалые надежды даже в тридцатых и сороковых годах XX века. Наш знаменитый Тарас Николаевич Соколов (1911–1979) в 1939 г. защитил кандидатскую диссертацию “Электро-автоматическое копирование по шаблону и модели на металло-обрабатывающих станках”, а позже руководил работами по созданию копировально-фрезерных станков.

Но копировальные станки имели своего рода *аналоговую память*, а у ткацкого станка Жаккара память была цифровой (и даже двоичной)! В этом тоже виден шаг вперёд принципиальной важности.

Следует напомнить: двоичное представление информации по существу использовалось ещё в древнеегипетском способе умножения [П1, с. 65–66]. В Новое время своеобразную двоичную систему предложил Джон Непер (см. раздел 1.5 в пособии [П2]). О двоичном представлении информации в самом

общем плане писал Фрэнсис Бэкон [П2, с. 111]. Он же описал систему шифрования (точнее, стеганографии) с использованием двоичного представления букв [П2, с. 110–111]. Наконец, о вычислениях в двоичной системе размышлял Лейбниц [П2, с. 354].

Такова история двоичного представления. Но, по-видимому, только Жаккар, вряд ли опираясь на какую-либо математику или цифровую технику, реализовал двоичное представление в техническом устройстве.

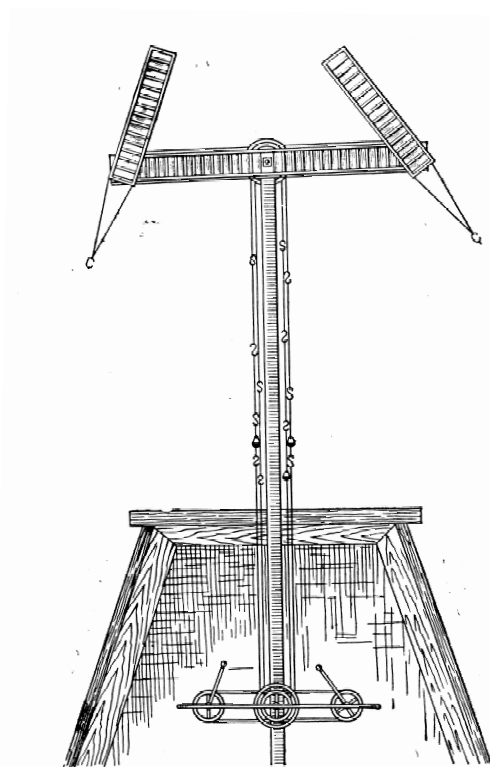


Рис. 1.31. Сигнальное устройство (семафор) телеграфа Шаппа

Ещё один класс средств информационной техники образуют *средства связи*. В этой области в XVIII веке произошёл существенный скачок, связанный с широким практическим применением оптического (на принципе демонстрации видимых на расстоянии сигналов) телеграфа Клода Шаппа (1763–1805).

До этого был предложен оптический телеграф Роберта Гука, некоторое время применявшийся на практике; был также испытан (но не внедрён) телеграф Гийома Амонтонна [84; а также П2, с. 294–295].

Система Шаппа оказалась удачнее. Она, с некоторыми разновидностями, получила распространение в ряде стран, включая Россию, и была вытеснена толь-

ко электрическим телеграфом.

Сигнальное устройство телеграфа Шаппа (рис. 1.31) имело вращающийся рычаг – *регулятор* длиной от 9 до 14 футов, на концах которого помещались два *индикатора* или *крыла* длиной 6 футов.

Каждое крыло могло находиться в одном из семи хорошо различимых положений: в горизонтальном, в двух вертикальных (вверх или вниз от регулятора) и в четырёх, составляющих углы  $45^\circ$  с горизонтом. Регулятор мог занимать одно из четырёх положений.

Таким образом, вся подвижная часть могла находиться в  $7 \cdot 7 \cdot 4 = 196$  различных состояниях, из которых было отобрано 98 наиболее легко распознаваемых – 92 рабочих и 6 контрольных [84, с. 188].

Передача велась целыми словами – был составлен словарь на 92 страницах по 92 слова на странице. Это позволяло выбирать нужное слово двумя посылками [84, с. 190]. Линия связи состояла из ряда станций, отстоявших друг от друга примерно на 10 км.

Шапп привёз свой замысел в Париж в 1792 г., а официально его система была одобрена в 1793 г. Было решено начать постройку линии Париж – Лилль под руководством Шаппа, которому было впервые в мире присвоено звание *телеграфного инженера* [84, с. 188]. Строительство заняло около года.

В 1798 г. вошла в строй линия Париж – Страсбург – Брест, в 1803 г. была построена линия Париж – Милан, и далее строительство линий во Франции и сопредельных странах продолжалось.

Скорость передачи можно оценить по данным, приведённым в статье [84]: прохождение одной посылки по линии Париж – Тулон протяжённостью 1068 км через 100 промежуточных станций занимало 20 минут.

С точки зрения задач настоящей работы представляется важным мнение, высказанное одним из ответственных деятелей Франции в связи с телеграфом Шаппа: *связь способствует сплочению нации*.

Система Шаппа быстро вышла за пределы Франции. В 1795 г. семафоры Шаппа были установлены в Испании и в Италии [84, с. 192]. В России о Шаппе узнали в 1794 г., но линии связи начали строить только в XIX веке. Были предложены собственные системы оптического телеграфа, но ни не получили распространения.

**Итак**, в XVIII веке из различных средств информационной техники по-прежнему наиболее заметны (и быстро развиваются) средства наблюдения и измерения. Но принципиальное значение имеет появление новых классов устройств – средств *автоматического регулирования* и средств *быстрой связи* на больших расстояниях.

Долгое время новые средства не будут претендовать на особое место в информационной сфере. Только в XX веке средства регулирования и быстрой связи сделают резкий рывок, и начнётся соревнование между этими двумя видами устройств (с участием также средств *вычислительной техники*, которые в итоге выйдут на первый план и выступят в качестве объединяющего фактора) за первое место по значимости в информационной технике.

И в 1948 г. Винер определит свою *кибернетику* как *управление и связь* в животном и машине!

### 1.10. Научное и техническое образование

В предыдущем пособии [П2] мы, из-за обилия материала по развитию научной революции, почти не обращали внимания на изменения, происходившие в XVII веке в *образовании*. Между тем, в Европе продолжали возникать образовательные учреждения. А.Н. Боголюбов пишет [85, с. 92–93]:

“В XVII в. в Центральной Европе повсеместно возникают рыцарские академии, являвшиеся в некотором отношении реальными школами и воплотившие некоторые из идей Лейбница... Возникло много новых университетов: Гиссен (1607), Падеборн (1615), Ринтельн (1621), Зальцбург (1623), Оснабрюк (1630), Линц (1636), Бамберг (1648), Герборн (1654), Дуйсбург (1656), Киль (1665), Инсбрук (1672), Галле (1694)”.

Новые университеты возникали и в XVIII веке; в Германии это Бреславль (1702), Геттинген (1734), Эрланген (1743) [85, с. 98].

Во Франции в XVIII веке было 22 университета, но они, по словам Био (цитируем по [86, с. 180]), “отстали во всём, что касается науки и техники, на несколько столетий. Перипатетические в то время, когда учёный мир вместе с Декартом отказывается от философии Аристотеля, они делаютя картезианскими, когда все становятся ньютонианцами”.

Не были на высоте новых требований и английские Оксфорд с Кембриджем (а других в Англии долго не было). Более передовые позиции занимали университеты Шотландии.

В России в 1724 г. был учреждён и в 1726 г. начал работать Академический (в составе Академии наук) Университет в Петербурге, с небольшим числом обучающихся. По оценке Боголюбова [85, с. 108], он больше напоминал аспирантскую группу. Много сил отдал развитию университета Ломоносов. Но после его смерти, в 1766 году, университет был слит с академической гимназией и фактически перестал существовать (возрождён в 1819 г.).

В 1728 г. на набережной Невы была открыта Кунсткамера, – тоже своего рода образовательное учреждение. Одновременно открылась для всеобщего посещения библиотека Академии наук – первая в России публичная библиотека.

Московский университет, который называют первым настоящим университетом России, был учреждён в 1755 г. указом императрицы Елизаветы Петровны. Университет состоял из философского, юридического и медицинского факультетов; в его организации активно участвовал Ломоносов (сам не преподававший). Через год стала общедоступной университетская библиотека.

Наряду с экстенсивным ростом, происходило упорядочение образовательных программ. В области *математики* много сделали для этого Леонард Эйлер [85, с. 96] и Христиан Вольф [85, с. 98]. Что касается *физики*, то, по утверждению А.Н. Боголюбова, самостоятельных кафедр в университетах ещё не было, и физику преподавали профессора математики (да и многие разделы физики были тогда отнесены к математике): “В Лейденском университете профессора математики были с’Гравезанд и Питер ван Мушенбрек (Мусхенбрук), оба – физики” [85, с. 97].

Далее тот же Боголюбов пишет:

«Три важнейших учебника физики, вышедшие в XVIII в., были: “Математические основания физики, экспериментально подтверждённые” с’Гравезанда (1720), “Курс экспериментальной философии” Десагилье (1725), “Элементы физики” ван Мушенбрека (1734). Во всех трёх книгах воспроизводятся разные аппараты, которые служили в то время в качестве экспериментальной и демонстрационной техники».

Мнению Боголюбова об отсутствии кафедр физики в университетах XVIII века противоречат два факта из истории русской науки.

Во-первых, выше, на с. 103, мы приводили цитату из статьи [74], где утверждалось, что Рихман был назначен профессором (академиком) *по кафедре физики* университета при Петербургской Академии наук.

Во-вторых, известно, что при организации Московского университета Ломоносов настоял на *отдельной профессуре по физике* на философском факультете.

Этот факультет обеспечивал широкую общенаучную подготовку для дальнейшего обучения на юридическом или медицинском факультете (или для продолжения философского образования). Интересно, что на том же философском факультете первый профессор *математики* А.А. Барсов одновременно читал лекции по *словесности* (а не по физике!).

Самостоятельный физико-механический факультет (первоначально – отделение) появился в Московском университете в 1804 г. Он состоял из девяти кафедр. Кафедра теоретической и опытной физики перешла с философского факультета, а кафедра химии – с медицинского. В Петербурге физико-механический факультет появился при воссоздании университета в 1819 г.

Важнейшей стороной развития европейского образования в XVIII веке стала организация многочисленных школ для подготовки специалистов в различных областях хозяйства и военного дела.



В России уже в 1701 г. была открыта Школа математических и “навигацких” наук в Москве, и там же Артиллерийская (пушкарская) школа.

В 1712 г. образована первая Военная инженерная школа, которая в 1719 г. была переведена из Москвы в Петербург и после ряда преобразований стала Военно-космической Академией имени А.Ф. Можайского.

В 1715 году в Санкт-Петербурге на базе старших мореходных классов Навигацкой школы была создана Морская Академия, которая тоже после множества преобразований и переименований стала Высшим военно-морским училищем имени М.В. Фрунзе.

История создания, перемещений и преобразований инженерных школ в России, включая непростые вопросы *поиска преподавателей и набора слушателей*, весьма интересна, но мы не будем углубляться в неё.

Вместо этого упомянем о *горнозаводских школах*, имевших целью подготовку квалифицированных рабочих и техников для горной промышленности.

Первоначально такая подготовка производилась на Олонецких заводах. В 1721 г. открылись первые горнозаводские школы на Урале, в 1724 г. была учреждена школа повышенного типа в Екатеринбурге. В дальнейшем число школ быстро росло.

Наконец, 21 октября (1 ноября) 1773 г. императрица Екатерина II утвердила доклад Сената об учреждении Горного училища при Берг-коллегии. Впоследствии оно превратилось в Горный институт.

Считается, что Горное училище явилось первым высшим техническим учебным заведением России.

Добавим, что ещё раньше – в 1764 г. – Екатерина II основала первое в стране учебное заведение для женщин – Воспитательное общество благородных девиц (Смольный институт).

В Западной Европе известность получили французские инженерные школы [86, с. 181]:

“До революции [1789 г.] математические и физико-химические дисциплины преподавались в основном в военно-инженерных привилегированных школах (Школа мостов и дорог – основана в 1747 г.; Школа военных инженеров – основана в 1748 г. в Мезьере; Школа учеников артиллерии – основана в 1772 г.). Наиболее известной среди них была Мезьерская школа, где в течение двадцати лет преподавал Монж и которую окончили [Лазар] Карно и Приер”.

Замечательным событием в истории инженерного образования было создание в революционной Франции *Политехнической школы*.

Это название школа получила не сразу. Осенью 1794 г. в Париже открылась Нормальная школа с четырёхмесячным обучением [86, с. 180]. Затем была основана Школа общественных работ, рассчитанная на трёхгодичное обучение (в действительности оно всячески ускорялось). Осенью 1795 г. вышло два закона, изменивших название школы – она стала Политехнической, – а также установивших её структуру и задачи.

Политехническая школа с двухлетним сроком обучения должна была давать выпускникам общее образование для дальнейшей специализации в практических школах. Выпускники предназначались также для теоретических работ в области точных наук [86, с.185].

Политехническая школа – даже самим процессом своей организации! – сыграла важную роль в развитии французской науки. В 1797 г. школу окончил Гей-Люссак, а в 1798 г. в неё поступил семнадцатилетний Пуассон, быстро обнаруживший исключительные способности [86, с. 186–187].

В Англии для пропаганды научных знаний в 1799 г. был основан Королевский институт. Позже, уже в XIX веке, в ряде промышленных городов возникли так называемые гражданские или краснокирпичные (Red Brick) университеты на базе колледжей прикладной направленности.

Скажем ещё несколько слов об отношении общества к учёным в конце XVIII века. В декрете Национального Конвента Франции (1793 г.) содержалась замечательная формулировка, которую хочется выделить шрифтом:

***“Люди, преданные этому великому искусству открытий, должны быть независимы и свободны, и общество должно взять на себя расходы, необходимые для обеспечения им именно такого положения”.***

Уникальным событием в истории науки Нового времени стал египетский поход Наполеона – военная операция, совмещённая с научной экспедицией. Вместе с армией Наполеона в Египет отплыли 167 учёных, инженеров и людей искусства! Из них 32 не вернулись.

Членов экспедиции берегли от опасностей военных действий. Легендарной стала команда: “Ослов и учёных – на середину”, отданная Наполеоном перед началом важного сражения.

Результаты обработки материалов, собранных экспедицией, были опубликованы в виде многотомного труда “Описание Египта”. В числе находок экспедиции был знаменитый Розеттский камень с надписями, который впоследствии позволил расшифровать египетские иероглифы.

И вместе с тем известен ответ председателя Революционного трибунала Коффиналя на петицию в защиту Лавуазье, приговорённого вместе с другими откупщиками к смерти на гильотине: “Республика не нуждается в учёных”.

Может быть, именно непредсказуемость, свойственная революционной Франции, была причиной того, что в 1800 г. итальянец Алессандро Вольта сообщил об открытии источника постоянного электрического тока не учёным соседней Франции, а секретарю английского Королевского общества?

### **Заключение по главе 1**

А.Н. Боголюбов в статье [85, с. 98] заметил, что XVIII век – это “век переходный, не устоявшийся”. Так ли это, и много ли было в истории “устоявшихся” веков, – вопрос спорный. Но весь материал главы позволяет сделать вывод: с точки зрения истории информационной сферы первая половина XVIII века была потрачена в основном на закрепление результатов научной революции; почти всё новое было сделано во второй его половине. При этом важнейшие события в информационной сфере сосредоточились в конце века или даже слегка вышли за его пределы.

На следующей странице приведён перечень некоторых событий второй половины века, подтверждающий только что сказанное.

Насколько эти события значимы? Попробуем, начиная с конца нашего перечня, выбрать несколько из них и дать краткую оценку их воздействия на дальнейшее развитие информационной сферы.

Идея *перфокарт Жаккара*, как пишут авторы монографии о Бэббидже [7, с. 77], сначала получила распространение “в музыкальных аппаратах, наборных машинах и в других случаях”.

Важно, что эта идея (повторим сказанное нами выше на с. 17), была в середине XIX века использована Чарльзом Бэббиджем при работе над его *аналитической машиной* – механическим прообразом современных компьютеров. Перфокарты Бэббидж предполагал использовать для выбора выполняемых операций над числами и для управления пересылками данных в машине, в частности, для ввода в неё данных. Как известно, до практического применения Бэббидж свою машину не довёл.

Зато большим практическим успехом стало применение перфокарт американцем немецкого происхождения Германом Холлеритом (1860–1929) для обработки данных переписи населения. Здесь основным достоинством перфокарт явилась лёгкость их сортировки.

1752 г. Ломоносов создал капельный вискозиметр  
 1752 г. Ломоносов написал “Введение в истинную физическую химию”  
 1752 г. получена искра от грозового облака  
 1753 г. Рихман погиб от грозового разряда  
 1755 г. основан Московский университет  
 1758 г. Ломоносов создал морской барометр  
 Около 1760 г. Блэк создал калориметр  
 1761–1762 гг. испытаны в море часы Гаррисона  
 Около 1773 г. Кавендиш провёл опыт с полусферами  
 1773 г. учреждено Горное училище в Петербурге  
 1774 г. Пристли открыл кислород  
 1777 г. во Франции опубликованы результаты опытов с моделями судов  
 1778–1779 гг. изданы “Народные песни” Гердера  
 1780 г. издана (возможно, впервые) книга по метрологии  
 1780 г. Гальвани начал опыты по электричеству на лягушках  
 1784 г. запатентована машина Уатта двойного действия с центробежным регулятором  
 1785 г. издан мемуар Кулона по электростатическим взаимодействиям  
 1786 г. прочитана лекция Уильяма Джонса, положившая начало сравнительно-историческому языкознанию  
 1788 г. издана “Аналитическая механика” Лагранжа  
 1789 г. Ингенгауз исследовал теплопроводность  
 1789 г. Гершель закончил большой телескоп  
 1793 г. начата постройка линии Париж – Лилль телеграфа Шаппа  
 1794–1795 гг. создана Политехническая школа в Париже  
 1796 г. Вольта обнаружил контактное электричество физическими средствами  
 1798 г. издана (возможно, впервые) книга по сопротивлению материалов,  
 1798 г. Румфорд провёл опыт с водяным калориметром  
 1798 г. Кавендиш провёл опыт по определению плотности Земли  
 1798 г. Наполеон начал египетский поход с участием учёных  
 1799 г. узаконен архивный метр и определён килограмм  
 1799 г. Вольта создал гальванические батареи  
 1799 г. основан Королевский институт в Лондоне  
 1800 г. Гершель открыл инфракрасную область спектра  
 1802 г. появился термин *биология*  
 1804 г. Бетховен закончил Третью (Героическую) симфонию  
 1804 г. Жаккар создал ткацкий станок с управлением от перфокарт

Имеются сведения о том, что идею механизации обработки данных предложил Холлериту его старший коллега Джон Шоу Биллингс (1838–1913), который прямо ссылаясь на перфокарты Жаккара. Другим источником этой идеи могло быть наблюдение за работой железнодорожных кондукторов, пробивавших в билетах пассажиров различные комбинации отверстий.

В шестидесятых – семидесятых годах XX века перфокарты стали использовать для ввода программ в электронные вычислительные машины. Например,

студент, обучающийся программированию, писал текст программы на специальном бланке. Бланк передавался операторам, которые пробивали перфокарты и вводили программу в машину. Если не было ошибок, студент получал распечатку результатов и колоду перфокарт, которую можно было использовать повторно. Эта технология быстро устарела, но перфокарты и сейчас используются – например, для управления вязальными машинами.

Напомним, что в перфокартах использовалась двоичная система *первичных знаков*. Двоичная система *счисления* получила преимущественное распространение только в середине XX века.

Открытие *инфракрасной области спектра* ясно показало, что различие между видимым светом и тепловым излучением носит не качественный, а количественный характер. Вскоре после открытия Гершеля были обнаружены ультрафиолетовые лучи. В настоящее время нам известен (и используется, в основном, в информационной сфере) огромный диапазон длин волн электромагнитных излучений. Подробно говорить об этом излишне.

Создание *электрохимической батареи*, первого в мире источника постоянного электрического тока, о котором Вольта известил учёный мир весной 1800 года, стало началом развития электротехники. Эта новая область техники, в составе энергетической (“сильноточной”) и информационной (“слаботочной”)

частей, в основном сложилась к концу XIX века. О ходе её развития нужно будет рассказать в следующей главе.

Разработка *метрической системы*, начало которой было положено установлением размера метра, с самого начала направлялась “на все времена, для всех народов” – такова была надпись на медали, которую предполагалось отчеканить в ознаменование этого события (Рис. 1.32).



Рис. 1.32. Проект медали, подготовленной в ознаменование создания метрической системы (рисунок из Интернета)

лось отчеканить в ознаменование этого события (Рис. 1.32).

Медаль не была изготовлена, но установление во Франции единиц метрической системы привело к международному сотрудничеству в области метрологии, которое не прекратилось после подписания в 1875 г. метрической конвенции, и продолжается в настоящее время.

Отметим важное для информационной сферы следствие создания метрической системы – унификацию языка науки. В пособии [П2] мы неоднократно подчёркивали, что творцы научной революции предпочитали выражать физические законы пропорциями, а не уравнениями. Отчасти это объяснялось тем, что уравнения, в отличие от пропорций, *зависели от выбора единиц*. Теперь это неудобство устранялось.

Вне связи с созданием метрической системы мы рассматривали исследования XVIII века в области электрических и тепловых явлений. Но в этих исследованиях делались завоевания, очень важные именно для дальнейшего развития метрологии – формировались системы понятий, специфических для этих областей, и среди этих понятий – *физические величины*, новые для науки.

Мы в [П2, с. 252] приводили слова академика Дородницына о том, что «наука становится точной..., когда таинственным образом возникают “величины”... и законы, их связывающие». Вот такие “таинственные” процессы и происходили в науке XVIII века при исследованиях электричества и тепла.

Практическая реализация *оптического телеграфа* Шаппа потеряла смысл после создания в середине XIX века электрического телеграфа. Сама по себе технология Шаппа была тупиковой. Но отметим, во-первых, что линии оптического телеграфа были, по-видимому, первой в мире *крупной технической системой* (и замечательно, что возникла она в информационной сфере!), и, во-вторых, что оптические способы передачи информации сейчас, на несравненно более высоком технологическом уровне, конкурируют с электрическими и зачастую вытесняют их.

Эксперименты в области *тепловых явлений*, выполненные в XVIII веке Рихманом, Вильке, Блэком, Румфордом, Лавуазье, Ингенгаузом, как было уже сказано в разделе 1.6, стали как бы разбегом для того прыжка, который термодинамика совершит в следующем веке. Таким же разбегом перед будущим прыжком электротехники представляются исследования XVIII века по электростатике.

В перечне событий на с. 135 почти не представлена *химия*, но, подводя итоги развития информационной сферы в XVIII веке, нельзя не упомянуть революцию в химии, связанную с деятельностью Лавуазье.

Итак, можно сказать, что XVIII век подготовил ряд новых областей знаний к тому развитию, которое ожидало их в следующем веке.

## Литература к главе 1

1. *Льоцци М.* История физики. – М. : Мир, 1970. – 464 с.
2. *Баранова Т.* Переход от средневековой ладовой системы к мажору и минору в музыкальной теории XVI–XVII веков // Из истории зарубежной музыки: Сборник статей, вып. 4 / Сост. Р.К. Ширинян. – М. : Музыка, 1980. – С. 6–27.
3. *Козлов Б.И.* Возникновение и развитие технических наук: Опыт историко-теоретического исследования. – Л. : Наука, 1987. – 248 с.
4. *Шахов Э.К., Ашанин В.Н.* Разделение функций – основной принцип совершенствования средств измерений // Датчики и системы. – 2006. – № 7. – С. 2–6.
5. *Алейников А.Ф., Гридчин В.А., Цапенко М.П.* Датчики (перспективные направления развития): Учеб. пособие. / Под ред. проф. М.П. Цапенко. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2001. – 176 с.
6. *Максвелл Д.К., Вышнеградский И.А., Стодола А.* Теория автоматического регулирования (линеаризованные задачи). / Редакция и комментирование А.А. Андропова и И.Н. Вознесенского. – М. : Изд-во АН СССР, 1949. – 430 с.
7. *Апокин И.А., Майстров Л.Е., Эдлин И.С.* Чарльз Бэббидж (1791–1871). – М. : Наука, 1981. – 128 с. [Во всей этой книге принято написание *Бэббидж*].
8. *Дорфман Я.Г.* Всемирная история физики с древнейших времен до конца XVIII века. – М. : Наука, 1974. – 352 с.
9. *Черепнёв А.И.* Из истории обработки металлических цилиндров // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 21: История машиностроения. – М. : Изд-во АН СССР, 1959. – С. 83–103.
10. *Боголюбов А.Н.* Основания науки о машинах в трудах Эйлера // Вопросы истории естествознания и техники. – 1962. – Вып. 13. – С. 124–129.
11. *Конфедератов И.Я.* Машина (опыт определения, классификации и периодизации) // Вопросы истории естествознания и техники. – 1959. – № 8. – С. 82–94.
12. *Шалютин С.М.* Об объективных предпосылках кибернетики и её перспективах // Кибернетика и диалектика. / Отв. ред. А.Д. Урсул. – М. : Наука, 1978. – С. 20–40.
13. *Кнорринг В.Г.* История кафедры Измерительных информационных технологий. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 259 с.
14. *Бокарёв В.А.* Человеческая деятельность и диалектика развития понятия “управление” // Кибернетика и диалектика. / Отв. ред. А.Д. Урсул. – М. : Наука, 1978. – С. 64–82.
15. *Кант И.* Сочинения в шести томах. Том 3. / Ред. тома и автор вступит. статьи Т.И. Ойзерман. – М. : Мысль, 1964. – 800 с.
16. *Нарский И.С.* Западноевропейская философия XVIII века. – М. : Высшая школа, 1973. – 302 с.

17. *Ламетри Ж.О.* Сочинения. / Общ. ред., предисл. и примеч. В.М. Богуславского. – 2-е изд. – М. : Мысль, 1983. – 509 с.
18. *Самойлов В.О.* Иллюстрированный очерк истории физиологии. – СПб. : Изд-во С.-Петербургского ин-та истории РАН “Нестор-История”, 2005. – 136 с.
19. *Кондильяк Э.Б.* Сочинения в трёх томах. Том 1 [в его выходных данных предполагалось двухтомное издание]. / Общ. ред., вступит. статья и примеч. В.М. Богуславского. – М. : Мысль, 1980. – 334 с.
20. *Кондильяк Э.Б.* Сочинения в трёх томах. Том 2. / Общ. ред. и примеч. В.М. Богуславского. – М. : Мысль, 1982. – 541 с.
21. *Кондильяк Э.Б.* Сочинения в трёх томах. Том 3. / Общ. ред. и примеч. В.М. Богуславского. – М. : Мысль, 1983. – 388 с.
22. *Брунер Дж.* Психология познания. За пределами непосредственной информации. / Предисл. и общ. ред. А.Р. Лурия. – М. : Прогресс, 1977. – 412 с.
23. *Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И.* Теоретические основы информационной техники. – Изд. 2-е. – М. : Энергия, 1979. – 512 с.
24. *Винер Н.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – М. : Советское радио, 1958. – 216 с.
25. *Аристотель.* Сочинения в четырех томах. Т. 1. / Под ред. В. Ф. Асмуса. – М. : Мысль, 1976 – 550 с.
26. *Нарский И.С.* Давид Юм. – М. : Мысль, 1973. – 180 с.
27. *Юм Д.* Сочинения в двух томах. Том 1. / Общ. ред., вступит. статья и примеч. И.С. Нарского. – М. : Мысль, 1966. – 848 с.
28. *Юм Д.* Сочинения в двух томах. Том 2. / Общ. ред. и примеч. И.С. Нарского. – М. : Мысль, 1965. – 928 с.
29. *Левин Г.Д.* Метод семейных сходств как форма обобщения // Научное знание: логика, понятия, структура. / Отв. ред. В.Н. Карпович, А.В. Бессонов. – Новосибирск, 1987. – С. 22–37.
30. *Асмус В.Ф.* Иммануил Кант. – М. : Наука, 1973. – 535 с.
31. *Нарский И.С.* Кант. – М. : Мысль, 1976. – 207 с.
32. *Длугач Т.Б.* И. Кант: от ранних произведений к “Критике чистого разума”. / Отв. ред. Т.И. Ойзерман. – М. : Наука, 1990. – 136 с.
33. *Кант И.* Сочинения в шести томах. Том 1. / Ред. тома А.В. Гулыга, вступит. статья Т.И. Ойзермана – М. : Мысль, 1963. – 544 с.
34. *Кант И.* Сочинения в шести томах. Том 2. / Ред. тома А.В. Гулыга, вступит. статья А. Арсеньева и А. Гулыги. – М. : Мысль, 1964. – 511 с.
35. *Сергеев В.* Искусственный интеллект – это ещё и экспериментальная философия // Знание – сила. – 1989. – № 6. – С. 48–53.
36. *Гердер И.Г.* Избранные сочинения. – М.-Л. : Гослитиздат, 1959. – 392 с.
37. *Корсунская В.М.* Карл Линней. – Л. : Детская литература, 1975. – 192 с.



38. *Лессинг Г.Э.* Избранные произведения. – М. : Гослитиздат, 1953. – 640 с.
39. Философский словарь. / Под ред. М.М. Розенталя. – М. : Политиздат, 1972. – 496 с.
40. Говорящий сокол. / Пер. с англ. Г.С. Усовой. – СПб. : Изд-во ДЕАН, 2005. – 224 с.
41. *Усова Т.В.* Прогулка. Стихи и песенки Матушки Гусыни: Сборник стихов. / Сост. Т. Усова. Пер. Т. Усовой, Г. Усовой. – СПб. : Изд-во ДЕАН, 2011. – 240 с.
42. *Шрейдер Ю.А.* О диалектике семиотических категорий // Кибернетика и диалектика. / Отв. ред. А.Д. Урсул. – М. : Наука, 1978. – С. 236–250.
43. *Кара-Мурза С.Г.* Манипуляция сознанием. – М. : Изд-во Эксмо, 2003. – 832 с.
44. *Асафьев Б.В.* Музыкальная форма как процесс. – Л. : Гос. муз. изд-во, 1963. – 379 с.
45. *Толкин Дж.Р.Р.* Сильмариллион. Эпос нолдоров. – М. : ГильЭстель, 1992. – 416 с.
46. Рождение нового мира. – М. : Советская Россия, 1986. – 398 с.
47. *Лосев А.Ф.* Музыка как предмет логики // Лосев А.Ф. Из ранних произведений. – М. : Изд-во “Правда”, 1990. – С. 193–390.
48. *Хэзмондали Д.* Музыка. Почему она так важна для нас. – Харьков : Изд-во Гуманитарный Центр, 2014. – 240 с.
49. *Кузнецов К.А.* Музыкально-исторические портреты. – М. : Музгиз, 1937. – 200 с..
50. *Куперен Ф.* Искусство игры на клавесине. – М. : Музыка, 1973. – 152 с.
51. *Алексеев А.Д.* Клавирное искусство: Очерки и материалы по истории пианизма. – М.-Л. : Музгиз, 1952. – 252 с.
52. *Гарднер М.* Путешествие во времени. – М. : Мир, 1990. – 341 с.
53. *Зарипов Р.Х.* Музыка и искусственный интеллект // Число и мысль. Сборник. Вып. 3. – М. : Знание, 1980. – С. 169–191.
54. Песни первой французской революции. / Подбор текстов, вступит. статья и комментарии А. Ольшевского. – М.-Л. : Academia, 1934. – 811 с.
55. *Тимошенко С.П.* История науки о сопротивлении материалов. – М. : Гос. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1957. – 536 с.
56. *Шереметевский В.П.* Очерки по истории математики. / Под ред. и с предисл. А.П. Юшкевича. Изд. 4-е. – М. : Изд-во ЛКИ, 2010. – 184 с.
57. *Стройк Д.Я.* Краткий очерк истории математики. – М. : Наука, гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1969. – 328 с.
58. *Араго Ф.* Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров. Том I. – Ижевск : НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2000. – 496 с.

59. *Лагранж Ж. Л.* Аналитическая механика. – Т. I. – М.-Л.: Гос. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1950. – 594 с.
60. *Харламов П. В.* Почему спорят механики об основаниях своей науки? // Исследования по истории физики и механики, 1989. – М. : Наука, 1989. – С. 186–204.
61. Леонард Эйлер. Сборник статей в честь 250-летия со дня рождения, представленных АН СССР. – М. : Изд-во АН СССР, 1958. – 611 с.
62. *Елисеев А.А., Литинецкий И.Б.* М.В. Ломоносов – первый русский физик. – М. : Гос. изд-во физ-мат. лит-ры, 1961. – 292 с.
63. *Кулагин В.И.* Теплоёмкость // Российская метрологическая энциклопедия. – СПб. : “Лики России”, 2001. – С. 446–448.
64. *Александров Ю.И.* Калориметрия // Российская метрологическая энциклопедия. – СПб. : “Лики России”, 2001. – С. 435–442.
65. *Соколов Н.А.* Теплопроводность // Российская метрологическая энциклопедия. – СПб. : “Лики России”, 2001. – С. 450–452.
66. *Кнорринг В.Г.* Теоретические основы информационно-измерительной техники. Основные понятия теории шкал: Конспект лекций. – Л. : Изд. ЛПИ, 1983. – 44 с.
67. *Канаев И.И.* Карл Фридрих Кильмейер (1765–1844). – Л. : Наука, Лен. отделение, 1974. – 68 с.
68. *Маликов М.Ф.* Основы метрологии. Часть первая. Учение об измерении. М. : Комитет по делам мер и измерительных приборов при СМ СССР, 1949. – 480 с.
69. *Депман И.Я.* Возникновение системы мер и способов измерения величин. М. : Учпедгиз, 1956. – 136 с.
70. *Барбачёв Н.И.* Из истории морского судостроения XVIII и первой половины XIX века // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 29: История машиностроения. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – С. 202–263.
71. *Литинецкий И.Б.* М.В. Ломоносов – основоположник отечественного приборостроения. – М.-Л. : Гос. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1952. – 160 с.
72. Основы аналитической химии. В двух томах. – Т. 1 / под ред. Ю.А. Золотова. 5-е изд. – М. : Издательский центр “Академия”, 2012. – 384 с.
73. *Могилевский Б.Л.* Живи в опасности! Повесть о великом химике Гемфри Дэви. – М. : Детгиз, 1970. – 240 с.
74. *Сотин Б.С.* Работы Г.-В. Рихмана по электричеству // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 44: История энергетики, электротехники и связи. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – С. 3–42.
75. *Голин Г.М., Филонович С.Р.* Классики физической науки (с древнейших времён до начала XX в.): Справ. пособие. М. : Высшая школа, 1989. – 576 с.
76. *Филонович С.Р.* К истории экспериментального обоснования закона Кулона // Максвелл и развитие физики XIX – XX веков. / Отв. ред. Л.С. Полак. – М. : Наука, 1985. – С. 40–57.

77. *Филонович С.Р.* Физический эксперимент и его восприятие I // Исследования по истории физики и механики 1988. – М. : Наука, 1988. – С. 5–36.
78. *Филонович С.Р.* Физический эксперимент и его восприятие II // Исследования по истории физики и механики 1989. – М. : Наука, 1989. – С. 38–69.
79. *Филонович С.Р.* Судьба классического закона: прошлое и настоящее закона Кулона. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1990. – 240 с. (Библиотечка “Квант”. Вып. 79).
80. *Кудрявцев С.П.* Максвелл и Кавендишская лаборатория // Максвелл и развитие физики XIX – XX веков / Отв. ред. Л.С. Полак. – М. : Наука, 1985. – С. 193–200.
81. *Завельский Ф.С.* Масса и её измерение. Изд. 2-е. – М. : Атомиздат, 1974. – 240 с.
82. *Пипуныров В.Н.* История часов с древнейших времён до наших дней. – М. : Наука, 1982. – 496 с.
83. *Майстров Л.Е., Петренко О.Л.* Приборы и инструменты исторического значения: Вычислительные машины. – М. : Наука, 1961. – 158 с.
84. *Титова В.М.* Развитие ранних технических средств связи в России // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 44: История энергетики, электротехники и связи. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – С. 79–212.
85. *Боголюбов А.Н.* Точные науки как предмет преподавания в университетах // Физика на рубеже XVII – XVIII вв. / Отв. ред. А.Н. Боголюбов. Составитель У.И. Франкфурт. – М. : Наука, 1974. – С. 75–119.
86. *Боярский П.В.* Политехническая школа в первое десятилетие своего существования // Физика на рубеже XVII – XVIII вв. / Отв. ред. А.Н. Боголюбов. Составитель У.И. Франкфурт. – М. : Наука, 1974. – С. 179–189.

## 2. Развитие информационной сферы в XIX веке

### 2.1. Девятнадцатый век – от паровоза к автомобилю

Переходя к XIX веку, приходится снова менять манеру изложения. Слишком многое вместил в себя этот век. Невозможно, скажем, труды его философов рассматривать так же подробно, как мы себе позволили в предыдущей главе осветить учение Ламетри. Теперь придётся излагать материал почти конспективно, по возможности отбрасывая всё, что не относится непосредственно к информационной сфере.

Прежде всего это относится к *политической и социальной* сторонам исторического процесса. Новый век начался наполеоновскими войнами – это ещё наследие века предыдущего. Но затем последовал быстрый рост капиталистического производства на новой машинной технической базе. Он сопровождался созданием невыносимых условий для рабочих – достаточно прочитать работу Фридриха Энгельса “Положение рабочего класса в Англии” (1845 г.).

И уже в первой половине века начинаются восстания; в 1848 г. по Европе прокатывается волна революционных движений с участием рабочих, а в 1871 г. на короткое время ярко вспыхивает Парижская коммуна. Казалось бы, конец капитализма недалёк, как это предрекалось марксистской теорией. Однако наступило затишье, и до конца века борьба пролетариата свелась к деятельности социал-демократических партий.

Сложную картину представляют *национальные движения*. Их переплетение с завоевательными войнами мы рассматривать не будем, но нельзя не сказать об объединении Германии при гегемонии Пруссии, которое завершилось в 1871 г. Германская промышленность вышла на передовые позиции в Европе, – в частности, и по производству средств информационной техники. Русские инженеры многому учились у немцев.

В области *культуры* тоже происходят сложные процессы. В начале века преобладает романтизм – в литературе, в живописи, в музыке, – но, например, ярчайший романтик Эжен Делакруа (1798–1863) оказывается современником спокойного представителя *академизма* в живописи, Жана Огюста Доминика Энгра (1780–1867).

Во второй трети века выделяется по своей значимости реализм. Но, например, основоположник *импрессионизма* в музыке Клод Дебюсси (1862–1918) считал своим учителем убеждённого реалиста Модеста Петровича Мусоргского (1839–1881), – видимо, находя у него черты импрессионизма?!

Наш Иван Сергеевич Тургенев (1818–1883) – несомненный реалист в литературе, однако в текстах его прозаических произведений как будто слышатся интонации Шопена, тонкого романтика (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Фредерик Шопен.  
Портрет работы Эжена Делакруа

### *Методологическое прерывание 2.1.*

#### *Ярлыки в искусстве и науке*

Приведённые примеры (их могло быть гораздо больше) говорят о том, что рубрикация в искусстве во многом условна, тем более что не всякий художник захочет отнести себя к какой-либо рубрике.

Однако, по мнению автора настоящего издания, особую роль в истории культуры сыграло название *импрессионисты* (первоначально так обозвал группу художников критик Луи Леруа в разгромной статье о выставке 1874 года).

Конечно, и до этого были групповые названия, например, “Озёрная школа” английских поэтов – Вордсворт, Кольридж и Саути; или наша “Могучая кучка”. Но *импрессионисты* (от *impression*, впечатление) – это, возможно, первый из своеобразных *ярлыков*, обозначающих принципиальную позицию художников.

Впоследствии такие ярлыки стали придумываться целенаправленно, иногда даже раньше, чем создавались соответствующие им произведения. Целый поток таких ярлыков находим в истории искусства начала XX века (сведения следующего абзаца даём по книге [1]).

Осенью 1905 г. состоялась выставка художников-*фовистов* (“диких”). Вскоре это течение иссякло. В 1908 г. на выставке в Париже впервые проявился *кубизм*. В 1909 г. заявил о себе *футуризм*. В следующем году возник *абстракционизм*.

В дальнейшем новые ярлыки тоже продолжали придумываться. Так, в 1915 г. появился *супрематизм* Казимира Малевича. И не только в живописи возникали ярлыки – например, в 1912 г. в русской литературе “серебряного века” оформился *акмеизм*. Ярлыки стали новым явлением в информационной сфере.

Что произошло? Ведь большинство оригинальных художников не украшало себя ярлыками. Скажем, Винсента ван Гога и Поля Сезанна причисляют к *постимпрессионистам*, но это не ярлык, а просто указание на период их деятельности. Сезанн есть Сезанн, никакого ярлыка ему не требуется. То же можно сказать о композиторах. Сергей Сергеевич Прокофьев в ранних афористических “Мимолётностях” –

иной, чем в прощальной Седьмой симфонии, но и то и другое – Прокофьев, *этим всё сказано*. Конечно, например, в Интернете можно прочесть и такое: “С начала 1930-х годов музыкальный стиль Прокофьева становится более умеренным, сочетая в себе модернизм, импрессионизм и поздний романтизм”. Но все эти три “-изма”, даже вместе взятые, *ничего не говорят* о своеобразном творческом почерке композитора.

Видимо, ярлыки стали нужны тем деятелям искусства, которые решили поставить некий принцип или определённую технику (вроде *пуантилизма* в живописи или *додекафонии* в музыке) *впереди творчества*, и хотя бы таким способом выделиться среди коллег.

Автор настоящего издания не берётся судить о том, насколько сказанное о ярлыках можно отнести к современным так называемым *музыкальным стилям*. Зато смело можно сказать: нынешние *сюрреализм* и *поп-арт* – типичные ярлыки (кстати, последний из названных ярлыков показывает, что вовсе не обязательно ярлыку оканчиваться на *-изм*).

Какие методологические выводы можно сделать из сказанного? Очевидно, учёный или инженер может работать в выбранной области, добиваясь того, чтобы *само его имя* было гарантией высокого качества его работ. Но он может также (в порядке некоторой саморекламы) придумать ярлык для комплекса своих работ, и это иногда помогает в их продвижении.

Вспоминается ситуация, когда на Электромеханическом факультете Ленинградского политехнического института сходные идеи независимо пришли в голову Михаилу Михайловичу Фетисову и Анатолию Алексеевичу Денисову. Но Фетисов говорил о мало кому понятных *магнитогидродинамических преобразователях*, а Денисов придумал (или нашёл) эффектное название для своих работ – *флюидика*.

Мало найти хорошее название для комплекса своих работ – нужно уметь отстоять его. История техники показывает, что это бывает не под силу даже крупным коллективам. В своё время выпускник Ленинградского политехнического института член-корреспондент АН СССР Константин Борисович Карандеев придумал науку *Автометрию* и в 1965 г. в Новосибирске основал журнал с тем же названием. Имя науки вошло в словари и энциклопедии, журнал (изменившись) продолжает выходить, но вот переводится он за рубежом *под другим названием*, без всякой “-метрии” – Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing, да и вряд ли кто из учёных и инженеров нашей страны скажет сейчас: “Я работаю в области автометрии”. Интересно было бы собрать коллекцию названий таких *несостоявшихся наук*.

### ***Возврат из прерывания 2.1.***

Симптомом оживления ***национального самосознания*** в XIX веке стало появление у одного народа за другим гениальных творцов, как будто не имевших предшественников. Особенно это заметно в музыке. У русских появился

Михаил Иванович Глинка (1804–1857); у поляков – Фредерик Франтишек Шопен (1810–1849); у чехов – Бедржих Сметана (1824–1884); у норвежцев – Эдвард Григ (1843–1907).

Да и у народов с развитой музыкальной культурой в XIX веке появляются гениальные выразители народного духа. Вряд ли можно указать композитора, который был бы в большей степени немцем, чем Роберт Шуман (1810–1856), а музыка Сезара Франка (1822–1890) как бы напоена воздухом Франции, хотя сам он по происхождению – бельгиец. В Австрии сталкиваются германская и славянская культуры, и это придаёт особый характер её музыке.

Но если *искусство* XIX века прошло, в самых общих чертах, путь от романтизма через реализм к импрессионизму – искусству впечатлений (художественные направления, намеренно деформирующие реальность, возникнут позже), то *философия* уже в этом веке пришла к более серьёзному отклонению от попыток объективного отражения действительности.

Мы имеем в виду иррационалистическое течение в философии, современная форма которого намечается уже в начале века, отчётливо проявляется в творчестве Серена Обю Кьеркегора (1813–1855), а затем ещё усиливается. Его представители сосредоточиваются на переживаниях человека; они отрицают и возможность рационального познания действительности, и элементы разумности в самой действительности. Это – зародыши будущего *экзистенциализма*.

Пока ещё рассуждения ведутся всерьёз. Но не наметилась ли уже тогда дорога, которая в XX веке привела к характерному для постмодернизма издевательскому отношению ко всему культурному наследию человечества?

Двойственно ощущали себя в XIX веке *науки* физико-математического цикла. С одной стороны, создавалось впечатление, что с завершением механической картины мира приближается к концу и формирование самой науки. С другой стороны, поскольку быстрое развитие математики в предыдущую эпоху оставляло без внимания её *основания*, теперь закономерно обнаружилось, что с этими основаниями не всё в порядке. Образно говоря, учёным показалось, что наука упирается головой в потолок (пока в конце века она не прорвалась в микромир), и вместе с тем они почувствовали трясину под ногами.

Иррационалистические направления в философии вряд ли интересны с позиций истории информационной сферы, и мы в дальнейшем к ним не вернёмся, но *поиск оснований науки*, напротив, потребует нашего внимания

Всё сказанное выше относилось к *духовной жизни* европейского общества в XIX веке. Можно было бы ещё много говорить об этом, но всё-таки нужно

оправдать заголовок этого раздела и обратиться к наиболее заметной черте века – к результатам развития *машинной индустрии*.

Созданный Уаттом паровой двигатель стал внедряться в различные отрасли не только заводского производства, но и транспорта.

Английский инженер Ричард Тревитик (1771–1833) ещё в 1801 г. построил безрельсовую паровую повозку, а в 1803 г. создал первый паровоз для рельсового пути. По сведениям газеты “Санкт-Петербургские ведомости” (от 24 марта 2014 г.), Тревитик получил патент на паровоз 24 марта 1802 г.

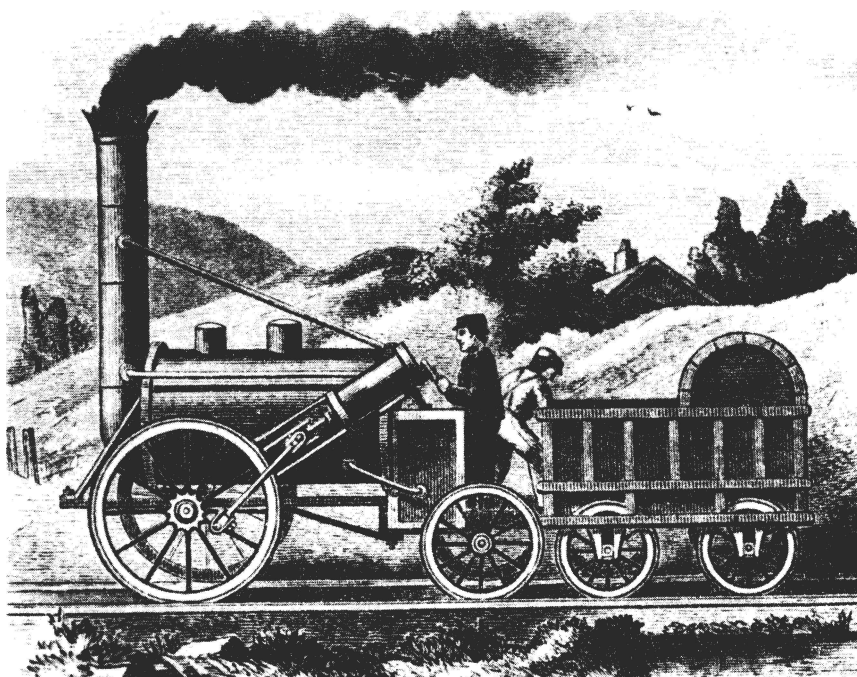


Рис. 2.2. Паровоз “Ракета” Джорджа Стефенсона

История паровоза отражена в ряде монографий, например: *Карташов Н.И. История развития конструкции паровоза: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., доп – М. : ОНТИ НКТП СССР, гл. ред. машиностроит. и автотракторной лит-ры, 1937. – 256 с.* Любители Интернета могут обратиться, например, к сайту истории изобретений – [istoriz.ru](http://istoriz.ru). Из ряда создателей паровоза мы упомянем только наиболее известного – Джорджа Стефенсона (1781–1848). Он построил свой первый паровоз в 1814 г., а в сентябре 1825 г. паровоз его конструкции провёл поезд с пассажирами из Дарлингтона в Стоктон. Перед поездом мчался всадник с флагом, очищавший пути от публики...

Наконец, в 1829 г. состоялись состязания паровозов в Рейнхилле на специально выделенном участке пути, где лучшим оказался паровоз Стефенсона “Ракета” (рис. 2.2). На этом закончилось “детство” паровозов.



Наряду с совершенствованием паровоза, важной явилась замена первоначальных чугунных рельсов, которые легко ломались, на более дорогие железные. Некрасовская строка “быстро лечу я по рельсам чугунным” – ошибка.

Возникало также сомнение – достаточным ли будет трение между гладкими колёсами паровоза и гладкими рельсами? Для разрешения этого сомнения был выполнен специальный эксперимент.

В России первая рельсовая дорога с паровой тягой была построена в 1834 г. на Нижнетагильском металлургическом заводе Демидовых отцом и сыном Черепановыми. Длина дороги составила 854 м,

В мае 1836 г. началось строительство первой в России железной дороги общего пользования Петербург – Царское Село – Павловск, а осенью 1837 г. Царскосельская железная дорога была открыта. Впечатление, ею производимое, хорошо выразил в 1840 г. Нестор Васильевич Кукольник в своей “Попутной песне”:

Дым столбом – кипит, дымится  
Пароход...  
Пестрота, разгул, волнение,  
Ожиданье, нетерпенье...  
Православный веселится  
Наш народ.  
И быстрее, шибче воли  
Поезд мчится в чистом поле...



Рис.2.3. А.П. Бородин

В ноябре 1851 г. было открыто регулярное пассажирское сообщение по железной дороге Петербург – Москва. Строительство железных дорог в России, как и в других странах, быстро расширялось. Это имело и некоторые отрицательные социальные последствия – в частности, облегчался вывоз зерна. С точки зрения истории информационной сферы важно, что железная дорога была крупной технической системой, требовавшей *информационного обслуживания* с помощью подсистем связи и сигнализации.

Видимо, не сразу была осознана необходимость *точного исследования* процессов, происходящих при работе паровоза. Инженер Александр Парфеньевич Бородин говорил в 1881 г. на заседании Технического съезда представителей обществ железных дорог [2]:

“В то время как мы должны дорожить сбережением даже 1 % расхода топлива, ошибки в результатах при испытаниях пробными поездками всегда превосходят 10 %”.

В книге “История железнодорожного транспорта России. Том 1. 1836–1917” (она размещена в Интернете без указания авторов и выходных данных) отмечено, что созданная в 1881 г. испытательная лаборатория Бородина в Киевских мастерских была *первой в мире*. Из этой книги мы заимствовали портрет Бородина (рис. 2.3).

При испытаниях в лаборатории Бородина [2] паровоз был неподвижен. С его ведущих колёс снимались сцепные дышла, так что шатуны работавшей паровой машины приводили в движение только одну колёсную пару. Для её свободного вращения делалось углубление в полу. Посредством ременной передачи эта колёсная пара соединялась с *валом отбора мощности*, который приводил в действие станки мастерской. Таким образом, энергия паровоза при испытаниях не растрачивалась зря.

Приборное оборудование Бородина [2] – это манометры; счётчик числа оборотов; индикаторы, “снимающие диаграммы с обеих полостей каждого цилиндра”; калиброванный бак с водомерным стеклом; весы, имевшие погрешность 0,1 кг (взвешивался даже отработанный пар после конденсации!).

Заметим, что старейший завод манометров в Москве (сейчас – ООО “Манометр”, его сайт – [manometr.com](http://manometr.com)) был основан меццанином Фёдором Фёдоровичем Гакенталем позже, в 1886 г.

В последующие годы лабораторные испытания паровозов проводились иначе – на так называемых *катковых станциях*. Первая такая станция была пущена в США в 1891 г. [2].

А.П. Бородин со своим помощником, инженером Л.М. Леви, провёл также хорошо продуманные *путевые* испытания паровозов. В 1881 г. поездки совершались по расписанию, а в 1883 г. были организованы специальные опытные поездки [3]. В упомянутой выше книге отмечено также, что “впервые для испытания паровозов в 1898 г. инж. Г.Н. Теодорович использовал на Харьковско-Николаевской дороге динамометрический вагон”. На этом событии мы кончим обсуждение испытаний паровозов.

Паровая машина была применена на водном транспорте. Первый практически пригодный пароход создал американский изобретатель Роберт Фултон (1765–1815). Он ещё в 1803 г. демонстрировал в Париже на Сене паровое судно, но не получил поддержки французского правительства. После возвращения

в США он построил колёсный пароход “Клермонт” (рис. 2.4), который в 1807 г. совершил первый рейс по Гудзону от Нью-Йорка до Олбани, и далее стал использоваться регулярно.

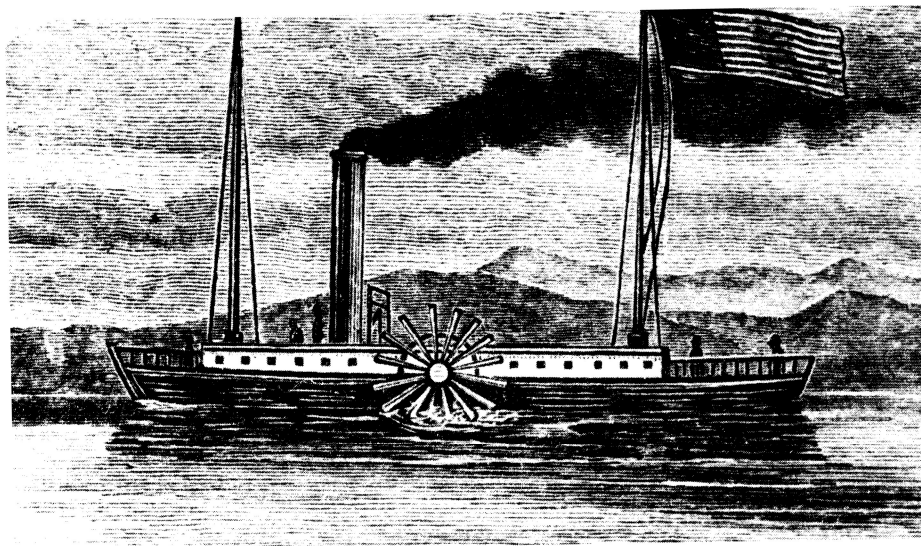


Рис. 2.4. Пароход Фултона.  
На его мачтах могли подниматься паруса

В России первый пароход “Елизавета”, сооружённый инженером и предпринимателем, выходцем из Шотландии, Чарльзом Бёрдом (1766–1843), совершил свой первый рейс из Петербурга в Кронштадт в ноябре 1815 г.

Англичанин Френсис Смит в 1838 г. построил первый в мире морской *винтовой* пароход “Архимед” [4]. Паровые суда везде вытесняли парусные.

Паровые машины устанавливались и на безрельсовые сухопутные повозки. Ещё в 1769 г. появился паровой автомобиль Никола Жозефа Кюньо (1725–1804). Он предназначался изобретателем для перевозки артиллерийских орудий, был громоздким и медленным.

Но паровые автомобили продолжали строиться и в XIX веке. Интересные данные приведены в статье [5]:

В 1894 г. участниками первых в мире автогонок Париж – Руан (126 км) были 102 автомобиля, из них бензиновых 38, паровых 29, электрических 5, на сжатом воздухе 5, а также 25 других, в том числе мускульных.

В 1895 г. в автогонках Париж – Бордо – Париж (около 1200 км) из 46 машин было бензиновых 29, паровых 15, электрических 2.

В 1896 г. в гонках на 1720 км из 52 машин было бензиновых 48, паровых 4.

Поразительно, что всего за два года резко уменьшилась доля паровых автомобилей, которые ещё в 1894 г. составляли более четверти участников, а электрические и другие машины полностью отсеялись.

Что касается истории автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, то в той же статье [5] отмечены следующие даты:

1862 г. – попытка Этьена Лемуара (1822–1900) применить двигатель внутреннего сгорания для движения экипажа;

1875 г. – бензиновый автомобиль Зигфрида Маркуса (1831–1898) – фотография его модели (рис. 2.5) заимствована нами из Интернета;

1885 г. – патент Готтлиба Вильгельма Даймлера (1834–1900) на бензиновый мотоцикл;

1886 г. – патент Карла Фридриха Михаэля Бенца (1844–1929) на трёхколёсный бензиновый автомобиль;

1890 г. – автомобиль Эмиля Левассера (1844–1897) с передним расположением двигателя;

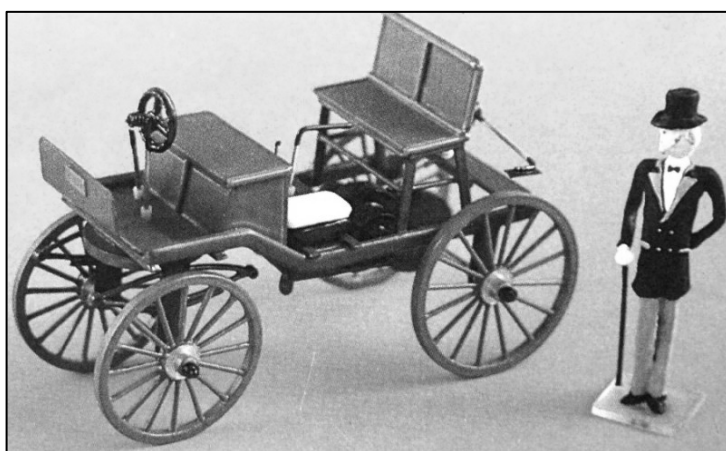


Рис. 2.5. Модель автомобиля Зигфрида Маркуса

1891 г. – начало регулярного выпуска автомобилей на заводе Панар–Левассер.

Конечно, перечень событий, важных для истории автомобиля, можно было бы значительно расширить, но мы ограничимся сказанным.

Паровая машина в XIX веке проникла и в воздух: осенью 1852 г. французский инженер Анри Жиффар (1825–1882) впервые поднялся в воздух на дирижабле с паровым двигателем.

В предыдущей главе намеренно не было рассказано о воздушных шарах братьев Монгольфье, наполняемых горячим воздухом, а также о водородном шаре Жака Александра Сезара Шарля (1746–1823), полёт на котором осуществил сам изобретатель в 1783 г.

Само по себе возникновение воздухоплавания (как, между прочим, и создание автомобиля) не имеет прямого отношения к информационной сфере, но в начале XIX века произошло интересное для этой сферы событие, связанное с воздушными шарами. Мы имеем в виду *первый в мире полёт с научными целя-*

ми, осуществлённый в России 30 июня 1804 г. (по старому стилю). Правда, ещё за 20 лет до этого приборы брали с собой в полёт на шаре пионеры воздухоплавания Джон Джеффрис и Жан Пьер Франсуа Бланшар, но научные измерения, по-видимому, не были их основной задачей.

Интереснейшие подробности полёта 1804 года можно увидеть на сайте истории авиации [retroplan.ru](http://retroplan.ru); нужно только перейти по алфавитному перечню на букву З и найти среди перечисленных там деятелей Захарова Якова Дмитриевича – первого воздухоплователя-метеоролога.

Яков Дмитриевич Захаров (1765–1836), младший брат известного архитектора Андреяна Дмитриевича Захарова, по специальности химик, в 1795 г. стал экстраординарным, а в 1798 г. ординарным академиком.

Полёт состоялся по инициативе петербургской Академии наук. Для управления шаром был заключён договор с бельгийским воздухоплателем Робертсоном; программа опытов была разработана Я.Д. Захаровым совместно с академиком Товием Егоровичем (Иоганном Тобиасом) Ловицем (1757–1804), но последний незадолго до полёта серьёзно заболел. Оболочка шара была изготовлена в Петербурге; водород поставила Академия наук.

Полёт начался вечером, около 19 часов, и продолжался 3 часа 45 минут. Шар поднялся до высоты, превышающей 2,5 км, и приземлился на расстоянии 60 вёрст от Петербурга. Все опыты, включая наблюдения за собственным самочувствием (измерение частоты пульса и дыхания, проверку слуха с помощью колокольчика), выполнял Захаров. Он брал пробы воздуха через каждый дюйм падения давления; проверял, как на высоте происходит электризация трением; выпускал на волю взятых в полёт чижей и т. д. На высоте 1770 м с помощью “голосовой трубы” (рупора) было получено чёткое эхо от земной поверхности, и стало ясно, что можно определять высоту по времени возвращения эхо.

Результаты наблюдений и проделанных опытов (полностью намеченную программу выполнить не удалось) Захаров изложил в “Рапорте”, который был опубликован.

Статья в “Ретроплане” завершается словами Дмитрия Ивановича Менделеева (который сам в 1887 г. поднимался на шаре):

“Гей-Люссак поднялся – два месяца спустя, и мы должны гордиться тем, что первое чисто метеорологическое поднятие совершено русским учёным и из Петербурга”.

Можно добавить, что в 1880–1890-х годах вышел ряд работ, посвящённых расчёту *летательных аппаратов тяжелее воздуха* [6]. Это важно для на-

шей темы, так как сразу после постройки первых самолётов (в начале следующего века) потребовалась разработка методов их испытания.

Вместе с тем многие ещё настаивали на том, что полёт на аппаратах тяжелее воздуха принципиально невозможен. В той же статье [6] упоминается Л.А. Зарубин, в 1885 г. доказывавший невозможность полёта. В Интернете можно найти и других противников авиации, даже таких, как знаменитый Уильям Томсон (лорд Кельвин), который в 1895 году заявил: “Летательные аппараты тяжелее воздуха невозможны”.

А ведь ещё в 1881 г. патент на свой самолёт получил Александр Фёдорович Можайский (1825–1890)!

Ещё более поразительно, что в том же 1885 г. молодой Константин Эдуардович Циолковский (1857–1935) издал книгу “Грёзы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения”, а вопросы невесомости рассматривались уже в его юношеских тетрадях 1878–1879 гг. [7]. Статья Циолковского “Исследование мировых пространств реактивными приборами” была опубликована в пятом номере журнала “Научное обозрение” за 1903 г., – после получения патента братьями Райт, но до их первого полёта.

Представленный здесь набросок разнообразных событий, характерных для XIX века, будет неполным, если не упомянуть о том, что в 1882 г. начала работать коммерческая электростанция Томаса Альвы Эдисона (1847–1931) в Нью-Йорке. Таким образом, называть с технической точки зрения (о научной стороне нужно говорить особо) XIX век *веком пара* неточно: это век *применения пара*, век *создания автомобиля* и век *первых шагов электротехники*.

## **2.2. Теория познания и проблема оснований науки в трудах учёных XIX века**

Картина философских учений в XIX веке более сложна, чем в предыдущих столетиях. Придётся упомянуть (в хронологическом порядке) только нескольких философов, деятельность которых представляется наиболее существенной для нашей темы, а об их учениях рассказать очень кратко.

В некоторых случаях правильнее будет говорить даже не об отдельных философах, а сразу о философских направлениях.

Наша задача осложняется ещё и тем, что в XIX веке важные философские (или ведущие к философским выводам) идеи высказывали математики, физики и другие непрофессионалы в философии. Некоторые из этих идей мы упомянем ниже в общем хронологическом порядке.

В начале века мы видим построение *Георгом Вильгельмом Фридрихом Гегелем* (1770–1831) самой колоссальной философской системы из всех, созданных после Аристотеля.

Гегель (рис. 2.6) утверждал, – может быть, не с полной серьёзностью, – что не он строит систему, а она сама строит себя. Вот его слова из “Науки логики”:

“Я, разумеется, не могу полагать, что метод, которому я следовал в этой системе логики или, вернее, которому следовала в самой себе эта система, не допускает еще значительного усовершенствования, многочисленных улучшений в частностях, но в то же время я знаю, что он единственно истинный. Это само по себе явствует уже из того, что он не есть нечто отличное от своего предмета и содержания, ибо именно содержание внутри себя, диалектика, которую оно имеет в самом себе, движет вперед это содержание. Ясно, что нельзя считать научными какие-либо способы изложения, если они не следуют движению этого метода и не соответствуют его простому ритму, ибо движение этого метода есть движение самой сути дела”.

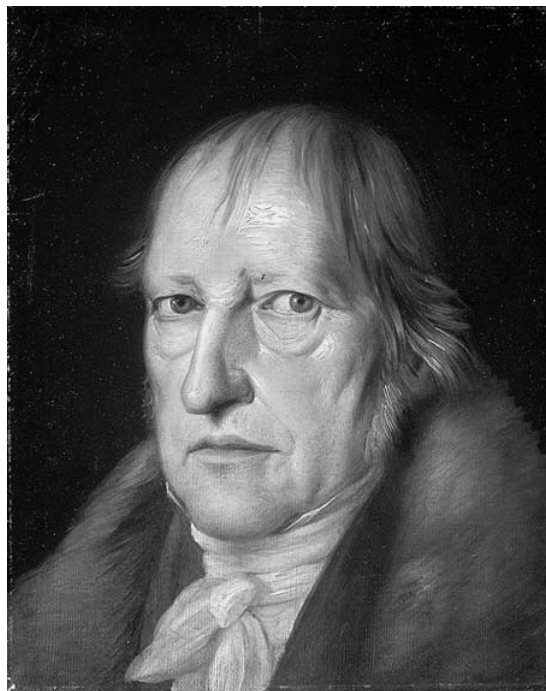


Рис. 2.6. Г.В.Ф. Гегель.  
Портрет работы Якова  
Шлезингера (1792–1855)

Метод (к тому же *движущийся*) совпадает со своим предметом и содержанием! Такого ещё не было в истории науки.

Замечательно также упоминание *ритма* как некой основы метода. Видимо, Гегель имел в виду известный *трёхдольный ритм* своей логики: тезис – антитезис – синтез (его можно обнаружить уже у Николая Кузанского!).

Если искать у Гегеля теорию познания в узком смысле этого слова, то можно пойти по пути довольно плодovitого (и много писавшего именно о Гегеле) автора – С.Н. Труфанова. В Интернете размещена его статья “Классическая теория познания Вильгельма Гегеля”, которая основана на выдержках из гегелевской “Философии духа”.

В изложении Труфанова Гегель напоминает Кондильяка. Познание начинается с *ощущений*. Поскольку они различны, необходимо *внимание*. Ощущения, выделенные вниманием, становятся внутренними *чувствами*. Результатом

различения и связывания ощущений является *созерцание*. На следующей стадии – стадии *представления* – путём *припоминания* и *воображения* вырабатываются *общие представления*. Для их закрепления вводятся сначала *символы* (не теряющие сходства с представлениями), а потом *знаки*.

В этом месте Труфанов приводит замечательные слова самого Гегеля:

“Знак следует рассматривать как нечто весьма важное. Если интеллект нечто *обозначил*, то тем самым он... дал чувственному материалу чуждое ему самому значение”.

Конечно, “чуждое”! Ведь на этой стадии по существу происходит переход от *аналогового* представления информации к *кодовому*! Поэтому и знак есть “нечто весьма важное”.

Далее Труфанов отмечает, что, по Гегелю, особым видом знаков являются *знаки-слова*, имена. Письменность содержит *знаки знаков*. В *памяти* имя вначале сливается с соответствующим представлением, но постепенно начинает заменять собой образ предмета.

Наконец, видим у Труфанова такое заключение (курсив – его):

“Каждое имя ценно для нас тем, что за ним стоит содержание обозначаемого им представления предмета. В глубинах этого содержания имена соприкасаются друг с другом и обнаруживают свои существенные связи. Наличие такой связи побуждает наш интеллект переходить к деятельности мышления. Иначе говоря, именно память человека генерирует процесс его мышления.

Таким образом, практика применения знаков-слов позволила людям, во-первых, передавать свои внутренние представления друг другу, благодаря чему они (люди) овладели речью, а во-вторых, привела к развитию третьей ступени деятельности нашего интеллекта – *мышления*”.

Можно отметить здесь две мысли, созвучные развиваемым нами идеям. Во-первых, то, что “память человека генерирует процесс его мышления” согласуется со сказанным в методологическом прерывании 1.3 о поддержании базы знаний как важнейшей функции мозга.

Во-вторых, в последнем абзаце только что приведённой цитаты по существу говорится о *коммуникативной и моделирующей функциях языка*, наличие и значение которых неоднократно подчёркивалось нами и в настоящем издании, и в предыдущих пособиях.

Конечно, в нашем кратком пересказе труфановского краткого пересказа мыслей Гегеля исчезло множество важных тонкостей. Но представляется, что с



позиций истории информационной сферы намного более важным, чем всё приведённое нами описание познавательного процесса (тем более что оно чисто созерцательно и не учитывает активности субъекта) оказывается диалектическое развитие *системы категорий*, содержащееся в “Науке логики”. Об этом мы уже говорили выше.

В отношении диалектики Гегель выступает как продолжатель Канта с его диалектическими *антиномиями чистого разума* – парами равнодоказуемых взаимно противоречащих суждений (мир конечен ↔ мир бесконечен; всякое сложное состоит из простых частей ↔ нет ничего простого, и т. д.). Но у Гегеля, в отличие от Канта, диалектическое противоречие заключается в самом содержании мысли, что и обеспечивает её саморазвёртывание.

Если, например, Аристотель даёт свои категории в виде простого перечня, то у Гегеля категории образуют систему, они опираются друг на друга, вытекают одна из другой. Для информационной сферы особенно важны такие категории как *качество, количество, мера*. Подробно рассматривает Гегель и категорию *величины* (она исследована нами на современном материале в методологическом прерывании 3.8 пособия [П2]).



Рис. 2.7. Огюст Конт

Последующие крупные философы не добивались в его системе “значительного усовершенствования, многочисленных улучшений в частностях”, чего ожидал Гегель. Они либо стояли на других исходных позициях, как критиковавший Гегеля Людвиг Фейербах (1804–1872), либо использовали диалектический метод Гегеля в своих целях, как Карл Маркс (1818–1883) и впоследствии Владимир Ильич Ленин (1870–1924), внимательно изучавший Гегеля. Конспекты Ленина изданы в составе его “Философских тетрадей”.

К той же первой трети века относятся труды социалистов-утопистов, поздних наследников французского Просвещения – Сен-Симона (1760–1825; полное имя – Клод Анри де Рувруа, граф де Сен-Симон) и Франсуа Мари Шарля Фурье (1772–1837). Они строили проекты справедливого общества, к которому надеялись перейти мирным путём.

Сотрудником и учеником Сен-Симона был **Огюст Конт** (1798–1857), основатель *позитивной философии*. Это название явилось, возможно, первым *ярлыком* в философии – раньше направления назывались по именам философов: оккамизм, картезианство, спинозизм, кантианство, гегельянство... Название *позитивизм* впервые стало отражать *намерения*, принципиальную позицию приверженцев этого учения.

Подобно тому, как Сен-Симон видел в истории человеческого общества три фазы – теологическую, метафизическую и будущую позитивную, Конт (рис. 2.7) эти же три фазы приписал истории *познания* природы.

Он требовал, чтобы “метафизика” – мировоззренческие понятия высокого уровня абстракции – была устранена из науки.

Позитивизм оказался очень живучим философским течением. От 1840-х годов, когда вышел “Курс позитивной философии” Конта, он дожил фактически до наших дней. Историки философии его похоронили где-то в середине XX века, но он продолжает существовать “подпольно”, как естественная мировоззренческая установка учёных – ведь позитивизм есть философия “положительной науки”, т. е. науки, имеющей дело с фактами. И в течение всего периода своего существования позитивизм яростно борется с “метафизикой”, к которой он относит всё, что выходит за пределы непосредственного опыта.

Приведём недавний пример. Концепция *неопределённости* в метрологии появилась, в частности, в связи с тем, что существовавшее ранее понятие *погрешности* опиралось на представление об *истинном значении величины*, а это последнее, будучи, по позитивистской терминологии, *ненаблюдаемым*, может быть отнесено к пресловутой метафизике. Конечно, сама длительность борьбы показывает, что без мировоззренческих понятий наука не может обойтись.

Последователями Конта были англичане – логик и экономист Джон Стюарт Милль (1806–1873) и социолог Герберт Спенсер (1820–1903). Заметим, что термин *социология* был введён Контом.

С позиций истории информационной сферы важно, что Милль, вслед за Бэконом, развивал *индуктивную логику* – для позитивизма характерно преувеличение роли индукции в познавательных процессах. История показала, что в области наук о природе индукция не может быть единственным методом познания, поскольку её выводы никогда не достигают полной достоверности.

К позитивизму придётся ещё вернуться: ведь в конце века получила распространение вторая его форма (или стадия) – *эмпириокритицизм*, а мы пока ещё не дошли и до середины века.

Здесь уместно отвлечься от собственно философии и отметить, что ещё в 1829 г. вышла работа **Николая Ивановича Лобачевского** (1792–1856) “О началах геометрии”. Её можно найти в сборнике [8]. Возможно, это первая из публикаций XIX века, в которых выражалось беспокойство по поводу надёжности *оснований науки*. Лобачевский (рис. 2.8) писал:

“...Кто не согласится, что никакая Математическая наука не должна была бы начинаться с таких тёмных понятий, с каких, повторяя Евклида, начинаем мы Геометрию, и что нигде в Математике нельзя терпеть такого недостатка строгости, какой принуждены были допустить в теории параллельных линий”.



Рис. 2.8. Н.И. Лобачевский

Уже в этом сочинении были изложены основы “воображаемой геометрии” Лобачевского. “Аппендикс” венгра Яноша Бойаи был издан в 1832 г., но привлёк внимание учёных ещё меньше, чем открытие Лобачевского, которое было оценено только к 1860-м годам.

Можно считать, что именно с середины шестидесятых годов проблематика оснований науки приобрела философское звучание. Затем, в рамках эмпириокритицизма, она прямо слилась с философией.

Построение непротиворечивой аксиоматической системы геометрии, отличающейся от “очевидной” евклидовой системы, произвело большое впечатление на учёных и внесло свой вклад в формирование кризиса науки. Оно явилось аргументом в пользу *конвенционализма* – философского учения о том, что научные положения выбираются не из соображений их истинности, а по соглашению (конвенции), для удобства использования.

Заслуживают внимания мировоззренческие установки Лобачевского. В геометрии он в качестве исходных понятий рассматривал *тело* и *прикосновение*. В [П2, с. 298] мы приводили замечательные (правда, чреватые опасностью *энергетизма*) слова Лобачевского: “В природе мы познаём, собственно, только движение, без которого чувственные впечатления невозможны”. Он считал необходимым выяснение – *с помощью практических измерений!* – вопроса о том, какой тип геометрии реализуется в мире.

Можно сказать, что Лобачевский был геометром-физиком (в отличие от геометров-формалистов).

Вернёмся теперь к 1840-х годам. В этот период (одновременно с книгами Кьеркегора, посвящёнными *страху*!) вышел ряд философских работ **Карла Маркса**, частично написанных в сотрудничестве с **Фридрихом Энгельсом** (1820–1895). В 1848 г. ими создан “Манифест Коммунистической партии”, блестящий по стилю и глубокий по содержанию.

После поражения революции 1848 г., в которой Энгельс участвовал лично, Маркс и Энгельс живут и работают в Лондоне. Маркс сосредоточивается на работе над “Капиталом”, в котором с большим мастерством применяет диалектический метод (к первой главе “Капитала” как к *образцу диалектики* любила обращаться Софья Александровна Яновская). Энгельс, всячески помогая Марксу, вместе с тем публикует и подготавливает ряд собственных работ.

Для истории информационной сферы большую ценность представляет его незавершённая “Диалектика природы” – совокупность набросков и отдельных статей, в которых Энгельс высказывается, в частности, о структуре и содержании различных наук.

О дальнейшем развитии марксизма как весьма влиятельного философского направления предоставим судить читателю.

В середине века завершилось формирование фундаментального общенаучного и мировоззренческого понятия *энергии*. Оно началось с разработки **Жаном Батистом Жозефом Фурье** (1768–1830) в 1807–1822 гг. *теории теплопроводности*.

Важнейшим этапом рассматриваемого процесса стала публикация в 1824 г. работы двадцативосьмилетнего **Садика Никола Леонара Карно** (1796–1832) “Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу”. Движущей силой Карно назвал механическую энергию.



Рис. 2.9. Садик Карно

Используя гидравлическую аналогию, в которой аналогом воды был *теплород* [9, с. 231], Карно (рис. 2.9) установил, что полезная работа, производимая машиной, тем больше, чем больше разность температур нагревателя и холодильника (аналогичная разности уровней – напору в гидравлике).

Идеи Карно, не оцененные современниками, спустя десять лет развил **Бенуа Поль Эмиль Клапейрон** (1799–1864); именно он ввёл в термодинамику индикаторные диаграммы – выше мы упоминали их в связи с исследованиями

А.П. Бородина. Анализ теории Карно был посвящён доклад Уильяма Томсона, лорда Кельвина (1824–1907), опубликованный в 1849 г.

Сокращённый перевод работы Карно можно найти в справочном пособии [10, с. 327–338].

Из рукописей Карно видно, что позже он отошёл от теории теплорода и стал понимать тепло как движение частиц тел. Он даже оценил механический эквивалент теплоты как 327 (вместо принятого позже значения 426,9) килограмметров на большую калорию [9, с. 231].

Обоснование теоретической и экспериментальной оценок механического эквивалента теплоты стало вторым этапом процесса формирования понятия энергии. В 1842 г. была опубликована статья немецкого врача **Юлиуса Роберта Майера** (1814–1878), исходным пунктом которой было абстрактное философское положение: причина равносильна действию [9, с. 232]. С гениальной интуицией [9, с. 233] Майер вывел значение механического эквивалента теплоты из известных ему (неточных) данных о различии удельных теплоёмкостей газов при постоянном давлении и при постоянном объёме.

В 1843 г. владелец пивоваренного завода в Лондоне **Джемс Прескотт Джоуль** (1818–1889), всю жизнь отдавший науке, с помощью калориметра экспериментально оценил механический эквивалент теплоты. Экспериментальные работы этого типа были продолжены другими учёными.

В 1847 г. появилась работа **Германа Людвига Фердинанда Гельмгольца** (1821–1894) “О сохранении силы”. Фридрих Энгельс в статье “Основные формы движения”, написанной около 1880 г. и входящей в его “Диалектику природы”, утверждал, что в сочинении Гельмгольца “не находится ровно ничего нового для уровня науки в 1847 г.”. Сейчас преобладает мнение, что Гельмгольд рассмотрел вопрос сохранения энергии с более общих позиций, и что именно его работа завершила процесс формирования общего понятия энергии (пока – под неточным именем *силы*).

Вполне объяснимое повышенное внимание физиков к энергетической стороне природных процессов способствовало развитию *энергетизма* как своеобразного философского уклона: создалось представление, что в мире нет ничего, кроме энергии, – материя как её носитель объявлялась ненужной.

Для истории информационной сферы важно, что в 1854 г. немецкий физик **Рудольф Юлиус Эмануэль Клаузиус** (1822–1888) ввёл понятие термодинамической *энтропии*. Как известно, в XX веке понятие энтропии было распространено на сигналы и сообщения.

В том же 1847 году, в котором Гельмгольц опубликовал статью о сохранении “силы”, появились теоретические работы совсем другого плана, важные для истории информационной сферы, – статья “Математический анализ логики” *Джорджа Буля* (1815–1864) и работа *Огастеса де Моргана* (1806–1871) “Формальная логика или исчисление необходимых и вероятностных умозаключений”. В 1854 г. Буль опубликовал трактат “Исследование законов мысли, на которых основываются математические теории логики и вероятностей”. Формализация логических операций только через сто лет найдёт техническое применение, и, наконец, привлечёт внимание философов.

К событиям середины века, имеющим философскую значимость, можно отнести публикацию в 1859 г. книги *Чарлза Роберта Дарвина* (1809–1882) “Происхождение видов путём естественного отбора или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь”.

Газета “Санкт-Петербургские ведомости” от 24 ноября 2014 г, напомнив об этом событии, добавила: “Огромный по тем временам тираж 1250 экземпляров был раскуплен за день”. Появление эволюционной теории развития живых существ стало революцией в *биологии*, но этим не исчерпывается значение деланного Дарвиным. Изменилась вся интеллектуальная атмосфера века.

Правда, в качестве реакции на рост материалистических и позитивистских воззрений, в середине XIX века возник целый ряд философских направлений, зовущих в прошлое: неогегельянство, неокантианство и даже неотомизм – возрождённая философия Фомы, или Томаса, Аквинского (1225–1274). Папа Лев XIII энцикликой 1879 года признал неотомизм единственно истинной религиозной философией [11, с. 278].

Эти события (как и появление *социал-дарвинизма*, переносившего на общество идеи борьбы за существование) вряд ли представляют интерес для рассматриваемой здесь истории информационной сферы; мы упоминаем о них только как о свидетельстве пестроты философской картины XIX века.

В период шестидесятых – восьмидесятых годов различные авторы опубликовали труды, посвящённые *основаниям геометрии*. В сборнике [8] помещены, в частности, работы Бернгарда Римана “О гипотезах, лежащих в основании геометрии” (доклад 1854 года, изданный в 1866 г.); Германа Гельмгольца “О фактах, лежащих в основании геометрии” (1868 г.); Феликса Клейна “Сравнительное обозрение новейших геометрических исследований” (лекция 1872 года в Эрлангене, известная как *Эрлангенская программа*); Анри Пуанкаре “Об основных гипотезах геометрии” (1887 г.).

Из-за обилия материала мы не вернёмся к истории развития математики в XIX веке, поэтому отметим здесь теоретико-познавательное значение *нового уровня математических рассуждений*, отражённого, в частности, в Эрлангенской программе. На этом уровне предметом изучения стали *свойства математических операций* безотносительно к содержанию этих операций. Основой явилась *теория групп*, которую развивали Нильс Хенрик Абель (1802–1829) и Эварист Галуа (1811–1832). К этому же новому уровню можно отнести *теорию множеств*, созданную *Георгом Фердинандом Людвигом Филиппом Кантором* (1845–1918). Парадоксы, обнаруженные в канторовой теории множеств, породили так называемый *третий кризис оснований математики*.

Эрлангенская программа Клейна, направленная на систематизацию *геометрических* учений, оказалась эффективной и в физике [12].



Рис. 2.10. Герман Гельмгольц

Особое место в потоке работ по основаниям науки занимает статья Гельмгольца “Числа и измерения в теоретико-познавательной трактовке”, опубликованная в 1887 г. [13].

Её в немецком оригинале можно найти в Публичной (теперь Российской национальной) библиотеке.

Замечательно, что даже название этой статьи прямо связывает измерения с теорией познания – не впервые ли после Николая Кузанского?

Гельмгольц (рис. 2.10) ставит вопрос о том, *в чём смысл и правомерность выражения свойств объектов числами* (ведь именно в этом суть измерения!). Ответ он ищет в наличии *аналогий* между отношениями объектов и отношениями чисел, а также аналогий между операциями над объектами и операциями над числами.

Отношения объектов задаются или выявляются в физическом эксперименте; например, отношение *равенства* освещённостей двух областей поверхности выявляется по исчезновению видимой границы между этими областями. Операции тоже выполняются опытным путём: в статье Гельмгольца отмечено, что электрические сопротивления двух проводников *складываются* при их последовательном соединении, а проводимости – при параллельном соединении. В мире чисел аналогичные отношения и операции устанавливаются аксиоматически.

Статья Гельмгольца открыла большую серию публикаций (относящихся уже к XX веку), посвящённых основаниям теории измерений. Обзор этих публикаций дан в статье [14]. Теория представления свойств объектов числами получила название *репрезентационной теории*. Её содержание выходит за рамки измерений и охватывает ряд других познавательных процедур.

### **Методологическое прерывание 2.2.**

#### ***Отношения и операции в реальном мире – иные, чем в мире чисел!***

Мы только что использовали понятия равенства и суммирования применительно к реальным объектам. Но отношение и операция с такими названиями были *определены для чисел*, а в математике отношения или операции с разными областями определения считаются различными.

Конечно, например, такая операция как сложение чисел исходно абстрагирована от объединения множеств *реальных дискретных объектов*. Если к двум цыплятам посадить ещё два, получатся четыре цыплёнка; если посадить два утёнка – будут четыре птенца, ... но если посадить два лисёнка – останутся ли четыре животных?

Как видно, даже простая формула  $2 + 2 = 4$  требует ряда оговорок при попытках применять её за пределами мира чисел, а в некоторых случаях высказывание, соответствующее формуле, может оказаться ложным.

Если даже в мире *дискретных* реальных объектов операции отличаются от сходных по названиям (и абстрагированных от действий в реальном мире!) операций с числами, то тем более это относится к объектам, которые можно считать изменяемыми *непрерывно*. То же можно сказать об отношениях. Например, важнейшее отношение *эквивалентности* (по математическому определению – рефлексивное, симметричное и транзитивное) в макром мире вообще не реализуется; равенство реальных макрообъектов *всегда* приближенно и нетранзитивно. Такая “приближенная эквивалентность” в теории бинарных отношений называется *толерантностью*.

Не всегда возможно *объединять объекты* так, чтобы значения соответствующих величин суммировались; обычным примером здесь является температура. Однако *сами по себе* значения температуры (числа!) вполне можно суммировать – например, при вычислении средней температуры.

Иногда объединение объектов приводит не к суммированию значений  $x_1$  и  $x_2$  величины  $X$ , а к формированию линейной комбинации этих значений вида  $ax_1 + bx_2$ , где  $a > 0$ ,  $b > 0$ ,  $a + b = 1$ . Этот вопрос был рассмотрен в статье [15].

Затронутая в этом прерывании проблематика весьма обширна – способы объединения объектов и способы их сравнения чрезвычайно разнообразны. Напомним хотя бы *объединение движений* на примере Ньютона: корабль движется к западу относительно Земли, моряк идёт по кораблю к востоку. Относительные движения объединяются, а их скорости суммируются (как векторы).



Нет возможности рассмотреть здесь все случаи объединения и сравнения объектов. Будем считать, что задача этого прерывания – только в том, чтобы напомнить, что при *одинаковых названиях* отношений или операций в реальном мире и в мире чисел эти отношения или операции фактически *различаются*. По возможности следует использовать для них различные названия.

### ***Возврат из прерывания 2.2.***

Гаррет Биркхофф в небольшой, но насыщенной мыслями книге [16, с. 64] заметил: “Единственное известное мне психологическое исследование оснований геометрии принадлежит Гельмгольцу”. При этом он сослался на посмертное издание: *H. von Helmholtz. Schriften zur Erkenntnistheorie* [Сочинения по теории познания]. – *Berlin, Springer-Verlag, 1921*. Биркхофф счёл “психофизической интерпретацией аксиоматических оснований геометрии” утверждение Гельмгольца, которое он изложил так:

“...Значительная часть геометрии выводится из следующих двух легко проверяемых физических фактов: 1) пространство  $\Sigma$  трёхмерно и 2) всякое твёрдое тело  $S$  может свободно перемещаться в пространстве с сохранением неизменных расстояний между парами точек...”.

Создаётся впечатление что Гельмгольц, с его богатым опытом биолога, явился ведущим автором XIX века в области теории познания!

Следует упомянуть ещё два события в физике последней трети XIX века, имеющих философское значение и связанных с информационной сферой.

Первое из них – мысленный эксперимент, получивший название *демона Максвелла*, впервые описанный Максвеллом в частном письме 1867 г., а в 1871 г. опубликованный им в учебнике “Теория теплоты”.

Демон Максвелла – это воображаемое микроскопическое существо, которое стоит у заслонки, разделяющей две части сосуда с газом, и открывает заслонку для приближающихся с той или другой стороны молекул в зависимости от их скоростей.

Такой демон мог бы добиться того, что в одной части сосуда соберутся медленные молекулы, а в другой части – быстрые. Тем самым он создал бы как бы “из ничего” разность температур между двумя частями сосуда, т. е. породил бы энергию. Анализ работы демона показал, что получение *информации* о скоростях молекул само требует затраты энергии, так что в итоге порождения энергии не происходит.

Для нас важно, что впервые информационные соображения участвовали в решении *количественной физической задачи* (как мы знаем, *качественные рас-*

суждения проводились и раньше – например, о том, что тело не может ничего *знать* о других телах, которые ему следует притягивать).

Другое событие, относящееся тоже к 1871 г., – это постановка Джоном Уильямом Стреттом (Strutt), лордом Рэлеем (1842–1919) задачи о *редукции к идеальному прибору*.

Рэлей занимался спектроскопией и столкнулся с проблемой разрешения близко расположенных спектральных линий, которые, будучи расширенными в соответствии со свойствами аппаратуры, накладывались друг на друга. Он выдвинул идею о том, что на основе знания свойств аппаратуры можно вычислительными средствами устранить расширение линий и получить спектр таким, каким он получился бы при идеальном приборе.

В обобщённом виде это означало необходимость для мысли исследователя двигаться в направлении, обратном причинно-следственным связям, использованным в эксперименте. Короче, предлагалось разглядеть причину по искажённым следствиям.

В вычислительном плане такие задачи получили название *обратных задач* (inverse problems). Их теория в настоящее время сформировалась как отдельная ветвь математики, которой посвящено даже несколько специальных журналов.

Математически обратная задача формулируется просто: пусть  $y = Ax$ , где  $A$  – известный оператор. Требуется найти вектор или последовательность  $x$  по найденной из опыта последовательности  $y$ . При этом оказывается, что неточная информация об  $y$  может привести к неприемлемому разбросу  $x$ . В информационной трактовке это означает невозможность восстановления потерянной (в аппаратуре) информации; – для уменьшения разброса результатов требуется *сторонняя информация* о возможном характере поведения  $x$ .

Возвращаясь к собственно философии, отметим, что новым для начала последней трети XIX века явилось учение Франца Brentano (1838–1917). Он выдвинул в качестве одного из основных понятий *интенциональность* – направленность сознания на объект. Учение Brentano было впоследствии развито *Эдмундом Гуссерлем* (1859–1938), основателем *феноменологии* как нового философского направления. Основные работы Гуссерля опубликованы за пределами XIX века, но заметим, что Гуссерль уже дважды упоминался нами – в методологических прерываниях 1.6 и 1.8.

Наконец, в последних десятилетиях века возник второй позитивизм, или *эмпириокритицизм*. Красивый ярлык, по-видимому, произведён от (явно наме-

кавшего на Канта) названия работы философа *Рихарда Авенариуса* (1843–1896) “Критика чистого опыта”. Она вышла в 1888–1890 гг. [11, с. 6]. Несколько раньше – в 1886 г. – был опубликован “Анализ ощущений и отношение физического к психическому” физика *Эрнста Маха* (1838–1916).

О привлекательности нового направления свидетельствует появление в начале следующего века его клонов – *эмпириомонизма* Александра Александровича Богданова (1873–1928) и *эмпириосимволизма* Павла Соломоновича Юшкевича (1873–1945). Пришлось Владимиру Ильичу Ленину в знаменитой работе “Материализм и эмпириокритицизм” (1909 г.) выявить зависимость философских направлений, претендовавших на принципиальную новизну, от взглядов философов прошлого – Юма и Беркли.

Нужно сказать несколько слов о причинах появления эмпириокритицизма и о его сущности.

Эмпириокритицизм оформился прежде всего вследствие наступившего кризиса в физике. Казавшаяся незыблемой механическая картина мира начала рушиться; открылось окно в микромир, который ранее представлялся чистой фантазией – наподобие атомов Демокрита.

Вместе с тем средства экспериментального исследования значительно усовершенствовались, однако результаты опытов уже нельзя было “потрогать руками”, для их интерпретации требовались абстрактные теоретические рассуждения. И в этих условиях учёные снова обратились к вопросу: а что же сообщают нам о внешнем мире органы чувств? *Физик* Мах решил заняться *анализом ощущений* – предметом психологии!

### ***Методологическое прерывание 2.3.***

#### ***Мы знаем только свои ощущения?***

Вопрос, содержащийся в заголовке прерывания, ставился в истории философии неоднократно и в разных формулировках. Удивительно, что каждая следующая формулировка выдавалась её авторами за новое слово в науке.

Действительно, нервные сигналы, которые мозг получает от органов чувств, не имеют с внешними предметами ничего общего, кроме некоторых структурных свойств. А ведь других путей общения с внешним миром (если не прибегать к сверхчувственной интуиции) у нас как будто нет?

Вспомним, что уже Парменид считал *мнением* видимую нами пестроту мира. Затем Демокрит утверждал (цитируем по памяти): “Условно горячее, условно холодное, условно сладкое, условно горькое, условен цвет. В действительности существуют только атомы и пустота”. В Новое время о том, что ощущения (в частности, тепла) целиком зависят от органов чувств, писал Галилей. Сходные мысли высказывал Локк

со своими *первичными и вторичными качествами*. Скептик Юм настаивал: “Ум никогда не имеет перед собой никаких вещей, кроме восприятий, и он никоим образом не в состоянии произвести какой бы то ни было опыт относительно соотношения между восприятиями и объектами” (см. выше с. 38). И, наконец, откуда у Канта пресловутая *вещь в себе*, если не от осознания той (кажущейся) очевидности, что мы знаем только собственные ощущения, а внешнего мира как такового знать не можем?

А далее можно продвигаться в исследованиях *механизмов ощущений*, как это пытался делать Ламетри и как делал Гельмгольц... Но можно нагромождать сложную терминологию, говорить о “принципиальной координации субъекта и объекта”, как это делал Авенариус, о “нейтральных элементах опыта”, как писал Мах, – и обнаружить, что никакие новые термины не дают выхода из тупика. И не могут дать!

***Попытки логическими средствами решить проблему познаваемости мира, оставаясь на позиции созерцателя, – бесплодны.*** Нельзя логически опровергнуть даже солипсизм – убеждение в том, что Я есть единственная познающая душа, а всё окружающее Мне только снится (или кто-то Мне это показывает, как в кино).

Что же делать? Нужно сойти с позиции неподвижного созерцателя, занятого только анализом собственных ощущений. Уже Кондильяк на модели своей *статуи* показал, что обнаружить вещи вне себя можно только путём перехода к *действиям*. В марксистской философии это обобщают и говорят об *общественной практике* как о критерии истины. Но и действия нельзя абсолютизировать, как это делают представители философского *операционализма*. В познании важны все стороны – и ощущения, и операции, и социальный опыт, и само строение нервной системы.

Кроме того, нужно помнить, что всякое наше знание есть знание *относительной истины*, оно обязательно содержит неопределённость (см. методологическое прерывание 2.6 пособия [П1]). Если я вижу жёлтый лютик, бессмысленно ставить вопрос о том, какова абсолютная истина, касающаяся его цвета (иначе говоря, каков *лютик в себе*). Желтизна лютика есть истина, хотя и относительная. Стремление к абсолютной истинности, абсолютной точности, рано или поздно приведёт в тупик. К тому же любые свойства вещей проявляются только во *взаимодействиях* – если не с человеком, то с другими вещами, а *вещь в себе* отгораживается от взаимодействий.

Убеждению в реальности и познаваемости внешнего мира способствует в ходе индивидуального развития человека наблюдение других людей. Маркс писал (в первой главе “Капитала”), что человек впервые осознаёт себя, “смотрясь, как в зеркало” в другого человека. Выше, на странице 27 раздела 1.3, было рассказано о ребёнке, выросшем среди медведей; он не имел такого “зеркала” и не стал человеком. Об этом тоже забывают философы, сосредоточенные на анализе собственных ощущений.

### ***Возврат из прерывания 2.3.***

Одна из рекомендаций, относящихся к повышению сейсмостойкости зданий, состоит в том, что их стены соединяют с фундаментом гибкими связями.

Колебания почвы не передаются коробке здания, и оно не рушится. Аналогично, основания науки должны быть оснащены *диалектической гибкостью*, чтобы всё её здание не рушилось при внезапных толчках.

Буржуазные критики любят издеваться: дескать, диалектика неопровержима потому, что при нападении на какое-то её положение оппоненту тут же подсовывают другое её положение, противоречащее первому. Но диалектика в современной науке нужна не для препирательств, а для продвижения вперёд в познании без попадания в философские тупики.

### 2.3. Разработка принципов классификации наук

Мы знаем, что обширную и хорошо продуманную классификацию наук предложил в XVII веке Фрэнсис Бэкон (впоследствии на ней базировалась Энциклопедия Дидро и Даламбера). В более практическом духе построил классификацию наук Роберт Гук.



Рис. 2.11. Андре Мари Ампер

В связи с развитием и ветвлением наук, возникновением новых областей знаний, в XIX веке понадобилось снова обратиться к классификации наук.

Конт, вслед за Сен-Симоном, расположил науки в порядке убывания общности и возрастания детализации. *Основные* науки – математика, астрономия, физика, химия, биология и социология – далее подразделялись на более частные.

В 1820 г. опубликовал “Аналитическую систему положительных знаний человека” Жан Батист Ламарк (1744–1829), предшественник Дарвина.

**Андре Мари Ампер** (1775–1836) начал работать над классификацией наук раньше Конта – последний слушал лекции Ампера в Политехнической школе и мог воспринять некоторые его идеи [17, с. 28].

Ампер (рис. 2.11) был разносторонним учёным – не следует связывать его имя только с единицей силы электрического тока! Помимо электродинамики, механики и оптики он “имеет заслуги в математике, химии, биологии, лингвистике и философии” [18, с. 7].

Классификация наук Ампера, которой он посвятил последние годы жизни, имеет вид строго *двоичного дерева*, хотя в начальных её вариантах встреча-

лось троичное подразделение [17, с. 14]. На рис. 2.12 в табличной форме представлены верхние три яруса двоичного дерева [17, с. 30]. Все науки подразделяются на два *царства*, затем каждое царство делится на два *подцарства*, а каждое из четырёх подцарств – на два *ответвления*.

Первое царство		
Царство	Подцарство	Ответвление
Космологические науки	Космологические науки в собственном смысле	Математические науки
		Физические науки
	Физиологические науки	Естественные науки
		Медицинские науки
Второе царство		
Царство	Подцарство	Ответвление
Ноологические науки	Ноологические науки в собственном смысле	Философские науки
		Ноотехнические науки
	Общественные науки	Этнологические науки
		Политические науки

Рис. 2.12. Начальная часть классификации наук по Амперу

Уже здесь видно, что Амперу пришлось придумывать новые названия для некоторых классов наук (а на более низких уровнях – для отдельных наук).

Рис. 2.13 [17, с. 31] представляет деление ответвлений *царства ноологических наук* на *подответвления*, а последних – на *науки первого порядка*. Казалось бы, царство ноологических наук должно в какой-то степени соответствовать тому, что мы изучаем под названием информационной сферы человеческой деятельности. Но это явно не так: с одной стороны, информационная тематика встречается среди содержания наук космологического царства; с другой стороны, например, военное искусство вряд ли можно целиком отнести к информационной сфере.

Для нас важен ещё один фрагмент классификация Ампера – рис. 2.14 [17, с. 32]. Он относится к *ответвлению политических наук* и изображает дальнейшее деление наук первого порядка.

Ответвление	Подответвление	Науки первого порядка
Философские науки	Философские науки в собственном смысле	Психология
		Онтология
	Моральные науки	Этика (наука о нравах)
		Телезиология (наука о долге)
Ноотехнические науки	Ноотехнические науки в собственном смысле	Технестетика (искусствоведение)
		Глоссология (языковедение)
	Дидагматические науки	Литература
		Педагогика
Этнологические науки	Этнологические науки в собственном смысле	Этнология
		Археология
	Исторические науки	История
		Иерология (религиеведение)
Политические науки	Физико-общественные науки	Общественная экономика
		Военное искусство
	Этнегетические науки	Номология (правоведение)
		Политика

Рис. 2.13. Подразделения царства ноологических наук по Амперу

Среди самых мелких наук третьего порядка, наряду с хорошо знакомыми нам статистикой и юриспруденцией, а также с такими причудливыми науками как ценольбогения и гоплография, находим *кибернетику*, которая вместе с

*теорией власти* составляет науку второго порядка – *политику в собственном смысле*. Ради этой *кибернетики*, находящейся, можно сказать, на задворках амперовской классификации, мы и обратились к классификациям наук.

Науки первого порядка	Науки второго порядка	Науки третьего порядка
Общественная экономика	Общественная экономика в собственном смысле	Статистика
		Хремагология
	Ценольбология	Сравнительная ценольбология
Военное искусство	Гоплизматика	Ценольбогения
		Гоплогграфия
	Военное искусство в собственном смысле	Тактика
		Стратегия
Номология	Номология в собственном смысле	Никология
		Номография
	Законодательство	Юриспруденция
		Сравнительное законодательство
Политика	Синкейменика	Теория законов
		Этнодицея
	Политика в собственном смысле	Дипломатия
		Кибернетика
		Теория власти

Рис. 2.14. Политические науки различных порядков по Амперу

Напомним, что Ампер работал над своей классификацией в начале 1830-х годов, а первая статья Максвелла по теории регуляторов паровых машин вышла только в 1868 г. Но даже и в последних десятилетиях века невозможно было предвидеть грядущий расцвет *теории управления*, который к концу 1940-х годов привёл к провозглашению Норбертом Винером кибернетики в современном смысле слова.



Поэтому вряд ли следует придавать пророческому неологизму Ампера такое значение, которое придал ему Г.Н. Поваров в работе [17].

В 1870-х годах классификацию наук обсуждал Энгельс в заметках к “Диалектике природы”. Он связывал различие наук с *формами движения*, которые рассматриваются этими науками. О важности процессов управления в технике он, конечно, ещё не мог писать.

Вопросы классификации наук актуальны и в наши дни, когда, с одной стороны, на границах прежних больших наук возник ряд наук переходного типа, а, с другой стороны, время от времени провозглашаются крупные обобщающие науки, вроде синергетики. Классификацией наук активно занимался академик **Бонифатий Михайлович Кедров (1903–1985)**.

Современное состояние классификации *технических наук* мы рассматривали в пособии [П2, с. 289–293], где особо выделили систему, разработанную Б.И. Козловым. Представляется, что в настоящее время классификация наук должна иметь структуру не плоского графа, а скорее трёхмерной матрицы, как у Козлова, но с внутренними сетевыми связями.

## **2.4. Методы и средства познания в гуманитарных науках**

Этот раздел по существу является продолжением раздела 2.2: ведь философская теория познания тоже принадлежит к гуманитарным наукам (мы её выделили вследствие особого значения для информационной сферы).

Гуманитарные науки многочисленны, разнообразны и взаимосвязаны, поэтому наше изложение станет ещё более фрагментарным. Автор настоящего издания не счёл себя готовым анализировать с общих позиций такие крупные ветви гуманитарного знания как история и антропология с характерными для них средствами познания. Приводимые ниже сведения следует рассматривать скорее как ряд примеров, чем как попытку исчерпать тему.

Общей особенностью гуманитарных наук XIX века, по крайней мере первой его половины, является преобладание исторического подхода. Это особенно заметно в *лингвистике*. Говоря о ней, мы будем часто обращаться к размещённой в Интернете книге видного лингвиста Владимира Михайловича Алпатова [19].

Работой, “заложившей основы сравнительно-исторического метода” [19], была книга Франца Боппа (1791–1867) “О системе спряжения санскритского языка в сравнении с таковым греческого, латинского, персидского и германского языков”. Она вышла в 1816 г. За ней последовали книги Расмуса

Раска (1787–1832), Якоба Гримма (1785–1863), Александра Христофоровича Востокова (1781–1864). В.М. Алпатов в работе [19] характеризует эту плеяду так называемых *компаративистов* следующим образом:

“Никто из перечисленных ученых не стремился к общетеоретическим и тем более философским рассуждениям, которыми так были богаты XVII и XVIII вв. У них редко можно найти какие-либо высказывания о природе и сущности языка. Они впервые в мировой науке, работая с конкретным материалом, старались выработать действительно научный метод его исследования”.

Далее мы видим теоретическую концепцию Вильгельма фон Гумбольдта (1767–1835), о котором говорилось в методологическом прерывании 2.9 пособия [П2], а затем деятельность ещё одного немецкого лингвиста Августа Шлейхера (1821–1868). В.М. Алпатов в работе [19] пишет:

“В теоретическом плане он пытался синтезировать идеи Ф. Боппа, некоторые, в основном стадиальные идеи В. Гумбольдта и положения дарвинизма... Достаточно большое количество материала в отношении разных ветвей индоевропейской семьи, накопленное к тому времени, дало возможность А. Шлейхеру приступить к реконструкции индоевропейского языка”.

Восстановление исчезнувших языков (как своеобразная часть методов информационной сферы) позволило получать сведения, касающиеся жизни людей в такой древности, от которой не осталось письменных памятников. Этими сведениями дополнялись данные археологии.

#### ***Методологическое прерывание 2.4.***

##### ***Гносеотехника – вклад в копилку несостоявшихся наук***

Работая над докторской диссертацией, затрагивавшей основания науки об измерениях, автор настоящего издания пришёл к мысли о целесообразности создания более широкой науки, посвящённой всевозможным методам и техническим средствам *получения информации*. Такая наука была названа *гносеотехникой* [20]; оказалось возможным построение компактного лекционного курса гносеотехники [21].

Структуру гносеотехники можно было изучать, используя “отраслевой” принцип (промышленная, торговая, научно-физическая, медицинская, экологическая, военная гносеотехника и т. д.), или принцип выделения характерных методов или задач (например, навигационная гносеотехника).

В рамках этого последнего принципа структуризации предполагалось выделить, в частности, *палеогносеотехнику*, занимающуюся восстановлением информации о прошедших событиях по оставшимся от них следам. Очевидно, реконструирование

исчезнувших языков – одна из составных частей палеогносеотехники. Интересно было бы по возможности полностью перечислить другие её части (например, относится ли к ней трассология?), а также выяснить, существуют ли методы, общие для различных частей палеогносеотехники.

Сейчас гносеотехника – одна из явно несостоявшихся наук. Следует ли реанимировать гносеотехнику, или правильнее будет считать, что её материал входит в какую-либо другую науку – пусть подумает читатель.

#### ***Возврат из прерывания 2.4.***

Лингвист-теоретик Гуго Штейнталь (1823–1899), по словам Алпатова, «выдвинулся в 1855 г. публикацией книги “Грамматика, логика и психология, их принципы и взаимоотношения”, позже появился другой его теоретический труд “Введение в психологию и языкознание”». Обращает на себя внимание *взаимодействие* различных гуманитарных дисциплин, в данном случае – лингвистики и психологии.

У выдающегося отечественного лингвиста Александра Афанасьевича Потебни (1835–1891) склонность к психологическому изучению речи обнаружилась уже в ранней статье 1862 года: “Мысль и язык”.

Поколение лингвистов, вошедших в науку в 1870-х годах, получило название *младограмматиков*. Алпатов характеризует этот период так:

“С 70-х гг. XIX в. развитие мирового, прежде всего европейского языкознания вступает в новый этап. К этому времени период глобальных философских систем и стремлений к широким обобщениям окончательно ушел в прошлое. И в естественных, и в общественных науках преобладающей доктриной стал позитивизм”.

Представляет интерес мнение о компаративистах и младограмматиках крупнейшего лингвиста конца XIX – начала XX вв. ***Фердинанда де Соссюра*** (1857–1913). Его фундаментальный труд [22] был восстановлен учениками по записям лекций и издан посмертно, впервые – в 1916 г.

По поводу шлейхеровского “Компендиума сравнительной грамматики индогерманских языков” (1861 г.) в работе [22, с. 30] сказано:

“Эта книга... лучше всякой другой обрисовывает физиономию этой компаратистской [так в тексте! – *В. Кн.*] (сравнительной) школы, охватывающей первый период индоевропейской лингвистики. Но этой школе, неотъемлемая заслуга которой заключается в том, что она подняла плодородную новь для исследования, всё же не удалось создать подлинно научную лингвистику. Она так и не попыталась выяснить природу изучаемого ею предмета”.

Далее де Соссюр переходит к младограмматикам: “Заслуга их заключалась в том, что результаты сравнения они включали в историческую перспективу и тем самым располагали факты в их естественном порядке”.

Самого де Соссюра сейчас называют основоположником современной лингвистики; считают, что он заложил основы *структурализма*.

Он чётко разделил понятия *языка* и *речи* (и доказывал, что именно язык как знаковая система должен быть предметом изучения).

Он исследовал природу языкового знака и выделил в нём две стороны: *означающее* (акустический образ слова) и *означаемое* (понятие). В настоящее время это двоичное подразделение распространяют на текст, выделяя в нём соответственно два аспекта: *план выражения* и *план содержания*.

Отметим ещё, что традиционная семиотика обнаруживает в знаке не две, а три стороны (треугольник Фреге), причём имеется тенденция к ещё большему усложнению структуры знака – см. методологическое прерывание 1.1 в пособии [П1, с. 19–21].

Де Соссюр ввёл важнейшие понятия *синхронии* (текущего состояния языка и исследования этого состояния) и *диахронии* (процесса исторического развития языка и исследования этого процесса), отдавая предпочтение синхронии как лучше отвечающей системному характеру языка.

### ***Методологическое прерывание 2.5.***

#### ***Диалектика систем***

Де Соссюр не только разделил понятия языка и речи, которым соответствуют разнокоренные французские слова. Он, пользуясь наличием во французском языке ещё одного слова, которое переводят на русский сочетанием *речевая деятельность*, счёл язык и речь как бы различными частями (слово неудачно, но мы попытаемся более точно выразиться ниже) этой речевой деятельности.

Рассмотрим именно речевую деятельность как ту *систему*, к которой относятся бинарные оппозиции де Соссюра, причём попробуем сопоставить его терминологию с терминологией, используемой в общей теории (может быть, правильнее сказать – в *общих теориях*?) систем, а также в некоторых специальных дисциплинах.

Начнём с противопоставления *языка* и *речи*. По нашему мнению, такой же характер носят противопоставления:

- в технике – *устройства* некоторого изделия и его *работы*;
- в биологии – *анатомии* и *физиологии*;
- в общей теории систем – *структуры* и *функции* (вернее *функционирования*).

Структура системы и её функционирование – если не диалектические противоположности, то, по крайней мере, *взаимно дополнительные понятия*. Об этом упоми-

налось уже в методологическом прерывании 1.2 пособия [П1, с. 26]. Понятие *функции* системы или её элемента (см. методологические прерывания 2.1 и 2.7 пособия [П2]) не совпадает с понятием *функционирования*: последнее есть единый процесс, а функций может быть несколько.

Вряд ли можно утверждать, что язык и речь суть две *подсистемы* речевой деятельности, являющейся системой более высокого уровня. Ведь это не две её *части*, а скорее – две различных точки зрения на одну и ту же речевую деятельность, или, если выразиться образно, две *проекции* единой системы.

Автор настоящего издания, работая над статьёй [23], обнаружил аналогичную ситуацию в публикации [24], где в качестве системы рассматривалась типичная *научная теория*. В этой публикации нашлось такое рассуждение:

“В структурно-номинативной модели любая реальная научная теория... изучается как исключительно сложная иерархически организованная система, включающая большое число различных, но взаимосвязанных подсистем. Эти подсистемы реализуют разноплановые и невазимоменяемые функции [правильно! – В. Кн.]... На верхнем уровне иерархии находятся подсистемы, которые в некоторых условиях выступают в качестве представителей теории в целом [и, значит, не являются её *частями*! – В. Кн.]. К их числу относятся логико-лингвистическая, модельно-репрезентационная, прагматико-процедурная, проблемно-эвристическая подсистемы, а также подсистема соответствий между первыми четырьмя подсистемами”.

Представляется, что упомянутые четыре “подсистемы”:

- “логико-лингвистическая” (соответствующая *плану выражения*?);
- “модельно-репрезентационная” (соответствующая *плану содержания*?);
- “прагматико-процедурная” (отвечающая за *преобразования материала*?);
- “проблемно-эвристическая” (отвечающая за *постановку задач*?)

в действительности суть не настоящие подсистемы, а своеобразные *проекции* системы в целом.

Отметим, что в ряде случаев подобные проекции системы можно расположить в виде *уровней*, различающихся степенью абстрагирования при рассмотрении системы. Уровневой структуре языка было посвящено методологическое прерывание 1.1 пособия [П1, с 19–21].

Однако не всегда проекции могут отождествляться с уровнями. Этот вопрос следовало бы изучить на конкретном материале систем разного типа.

Таковыми же взаимно дополнительными понятиями, как язык и речь, представляются у де Соссюра *синхрония* и *диахрония*. Ещё раз обратим внимание на то, что эти понятия относятся одновременно и к самой речевой деятельности, и к методам её исследования, совмещая тем самым *онтологический* и *гносеологический* аспекты, – на этом интересном вопросе мы не будем останавливаться.

Психолог Г.Е. Журавлёв, занимавшийся поисками системных аспектов *математической психологии* [25], поднял для этого обширный и разнообразный системный материал (включая две работы де Соссюра!).

Он счёл, что противопоставление “ставшего” и “развивающегося” (т. е. тех же синхронии и диахронии) в его области целесообразно представлять и исследовать “в трёх аспектах: статическом, кинематическом и динамическом” [25, с. 82]. Последний аспект, по Журавлёву, призван выявлять *причины* изменений объекта представления и исследования.

Снова мы видим отступление от бинарной оппозиции. В какой-то степени оно напоминает приведённый нами в предыдущей главе аргумент Гердера: “В метафизике существуют три основных понятия: *пространство, время и сила*”.

Действительно, пространство можно сопоставить со статикой, время с кинематикой, а силу – с динамикой.

### ***Вложенное прерывание.***

#### ***Диада или триада?***

Синхрония и диахрония, ставшее и развивающееся – это *диады*, сочетающие в себе противоречие и дополнительность. Но во многих областях более естественным оказывается троичное подразделение. По-видимому, Журавлёв просто заимствовал свою троичность – статику, кинематику и динамику – из теоретической механики. Но можно назвать более серьёзную работу [26], специально посвящённую *триадам*. В ней приведено большое число примеров троичной организации знания.

В предыдущих пособиях и в этом издании тоже встречались примеры триад, например, в философских построениях Николая Кузанского и Гегеля. Да и в самой философии *основных* подразделений три: онтология, гносеология и этика.

Ярким примером триады является семантический треугольник (треугольник Фреге). В пособии [П2, с. 398] простой стрелочный миллиамперметр трактовался нами как носитель *системы семантических треугольников*. Очень интересную идею высказал психолог А.В. Антонов в книге [27, с. 19, 55 и др.]. Он ввёл специальный неологизм “нуцеллёзный” от латинского слова *nucella* – ядро, орешек без скорлупы, для объяснения очень трудного понятия *смысла*:

«...Смысл или тот “материал”, которым непосредственно оперирует мышление, можно себе представить как нуцеллёзное образование, своеобразный трёхкомпонентный сплав максимально редуцированных образов, понятий и эмоций».

Вместе с тем можно напомнить: у человека два полушария головного мозга, причём известно, что левое полушарие в большей степени отвечает за логическое, а правое – за образное мышление.

Один из аргументов Р.Г. Баранцева, автора статьи [26], в пользу триад состоит в том, что две точки определяют прямую, а три точки – плоскость. Можно добавить к

этому, что по двум точкам строится отрезок – фигура, имеющая немного свойств, – а три точки задают треугольник, чрезвычайно богатый свойствами. Специалист-электрик вспомнит ещё и о том, что трёхфазная система переменного тока, требующая трех проводов для передачи энергии, эффективнее однофазной, двухпроводной системы. Музыкант скажет, что излюбленный композиторами-романтиками трёхдольный ритм богаче двухдольного. В конце концов, можно спросить и у бабушки-пенсионерки, на какой табуретке ей удобнее сидеть – двуногой или трёхногой.

Очевидно, есть множество ситуаций, в которых трёхэлементная система оказывается предпочтительнее двухэлементной, а иногда трёхчленность приобретает принципиальное значение. Но и трёхэлементные конструкции не обладают абсолютной устойчивостью, и их зачастую приходится расширять. Например, в пособии [П1, с. 22] изображена “коммуникационная дуга” по Г.П. Мельникову – в отличие от треугольника Фреге она содержит *шесть* элементов, отнесённых к четырём категориям. А упомянутому выше музыканту с его любимым трёхдольным ритмом можно указать на прекрасный *пятидольный* вальс из Шестой симфонии Чайковского.

Итак, полезными бывают и диады, и триады, и более сложные комплексы.

### ***Возврат из вложенного прерывания.***

Возвращаясь к противопоставлению *синхрония ↔ диахрония*, отметим, что ему можно поставить в соответствие принятое в философии противопоставление *логическое ↔ историческое* (см., например, [11, с. 159–160]). Философы обнаружили, что последние два понятия не просто противопоставляются одно другому, – внимательный анализ показывает, что каждое из них содержит некоторые черты другого. Иначе говоря, они находятся в *диалектической взаимосвязи*.

Наверное, то же можно сказать о других двоичных противопоставлениях де Соссюра. И тем более сказанное относится к диалектическим *антиномиям языка*, учение о которых было развито Вильгельмом Гумбольдтом (см. методологическое прерывание 2.9 в пособии [П2, с. 235–236]).

Заметим, что речевая деятельность как система сильно отличается от технических систем, которые с лёгкостью берутся анализировать специалисты по системотехнике. Например, в технических системах явно видны входы и выходы. “Выходы” речевой деятельности – это, очевидно, знания и поступки людей. А что можно считать входами?

Итак, для получения более или менее полного представления о сложной системе нужно рассматривать её в различных аспектах, не сводя только к совокупности элементов и связей, пусть даже иерархически организованной. Полезно также сопоставление системных понятий, возникших независимо друг от друга в разных областях знаний.

### ***Возврат из прерывания 2.5.***

Вообще говоря, со многими категорическими суждениями, высказанными в книге [22], трудно согласиться. Тем не менее, деятельность де Соссюра обозначает заметный рубеж в развитии лингвистики (здесь нет возможности даже называть других выдающихся лингвистов, упомянутых, например, в работе [19]). И вряд ли украшает современного автора (который сам не идёт дальше туманных рассуждений) ироническое высказывание о де Соссюре: это, дескать, «профессор начала XX века, решивший изучать язык “по-научному”» [28, с. 85].

Переходя к наукам, с разных сторон изучающих человеческое общество, начнём с краткой характеристики состояния в XIX веке *археологии*, которая для нас интересна специфическими методами изучения памятников материальной культуры. Но измерительные методы археологии будут разработаны позже, а в рассматриваемый сейчас период археология только начала активно развиваться.

В 1830-х годах “датский археолог Кристиан Юргенсен Томсен (1788–1865) подразделил доисторические времена на основании изменения материала, служившего для изготовления человеческих орудий, на три века: каменный, бронзовый и железный” [29, с. XIII].

Есть мнение, что по некоторым объективным причинам именно скандинавские учёные XIX века в наибольшей степени способствовали *превращению археологии в науку*. Но многое внесли и учёные других стран.

Около 1837 г. *Буше де Кревкер де Перт* (1788–1868) откопал в речных отложениях французской Соммы грубо оббитые каменные орудия, которые он назвал “диллювиальными” (подробный рассказ об этом можно найти, например, в размещённом в Интернете курсе лекций Л.С. Клейна “*История археологической мысли*”). До этого археологи во множестве находили каменные топоры, но совсем другого технического уровня – шлифованные.

В 1842 г., как пишет Л.С. Клейн, Буше де Перт нашёл рядом с оббитым каменным орудием челюсть мамонта, а то, что мамонты принадлежали к давно вымершему роду, показал Кювье ещё в конце XVIII века. Несмотря на яростное противодействие официальной науки, пришлось признать, что человечество намного старше, чем было принято считать.

Позже *Джон Леббок* (Lubbock, 1834–1913) разделил каменный век по критерию качества каменных изделий на палеолит и неолит.

*Этнографические* исследования XIX века выполнялись в предположении, что всё человечество эволюционирует от дикости через варварство к цивилизации – эти три ступени ввёл американский этнограф *Льюис Генри Мор-*



*ган* (1818–1881), долгое время живший среди американских индейцев. Поэтому считалось, что изучение отсталых племён поможет понять древнейшую историю цивилизованных народов.

Такая система взглядов получила название *эволюционизма*. Существует мнение, что с возникновением эволюционизма этнография впервые стала наукой. Эволюционистами были упомянутые выше Морган, написавший, наряду с книгами про индейцев, работу “Древнее общество” (1877 г.). и Леббок, автор труда “Доисторические времена” (1865 г.). Крупнейшим эволюционистом считается английский этнограф **Эдуард Бернетт Тэйлор** (Tylor, 1832–1917), автор капитального труда “Первобытная культура” [30], впервые изданного в 1871 г. Его последняя книга “Антропология (Введение в изучение человека и цивилизации)” вышла в 1881 г.

О содержании главного труда Тэйлора [30] можно судить по приведённому ниже перечню его глав:

I. Наука о культуре	с. 1–14
II Развитие культуры	с. 15–42
III, IV. Пережитки в культуре	с. 43–92
V, VI, VII, VIII. Техника	с. 93–160
IX. Изящные искусства	с. 161–176
X. Письменность	с. 177–183
XI. Наука	с. 184–200
XII, XIII, XIV. Мифология	с. 201–258
XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI. Анимизм	с. 259–473
XXII. Обряды и церемонии	с. 474–517

Как видно, преобладающее место у Тэйлора занимает *анимизм* (его определение дано ниже), которому в русском переводе отведено более 200 страниц. Близки к той же тематике материалы шести глав, посвящённых *пережиткам в культуре, мифологии и обрядам*.

В то же время вся *наука* (по авторской аннотации к главе XI: счёт и арифметика, измерение и взвешивание, геометрия, алгебра, физика, химия, биология, астрономия, география и геология, методы умозаключения, магия) занимает всего 17 страниц, причём значительная часть этого объёма содержит сравнения первобытных начатков знаний с наукой Нового времени.

Анимизм (от латинского *anima* – душа) – термин, обозначающий, грубо говоря, первоначальную стадию религии.

Тейлор так характеризует анимизм в тексте и примечании (мы их сольём в единую цитату) на странице 264 своей работы [30]:

“Я намерен проследить здесь под именем анимизма глубоко присущее человеку учение о духовных сущностях, которое служит воплощением сущности спиритуалистической философии в противоположность материалистической. Анимизм не представляет нового технического термина, хотя и употребляется теперь очень редко.

Название это употреблялось для обозначения учения Шталя, который основал в то же время теорию флогистона. Анимизм Шталя представляет возрождение и развитие в соответствующей времени научной форме древнеклассической теории, которая отождествляла жизненное начало с душой [сейчас биологические воззрения Шталя характеризуют термином *витализм* – В. Кн.]”.

Вообще в XIX веке вопросы происхождения и сущности религии и, в частности, христианства, привлекали большое внимание философов – достаточно вспомнить Бруно Бауэра (1809–1882) с его критикой евангелий, а также Людвиг Фейербаха (1804–1872), автора “Сущности христианства” (1841 г.) и “Лекций о сущности религии” (1851 г.).

Из названных выше выдающихся этнографов Леббок тоже занимался историей религиозных верований, но большее внимание уделял истории брака и семьи; что же касается Моргана, то его прямо называют “основателем науки о родстве”.

Позицию Тэйлора можно характеризовать тем, что в предметном указателе его книги [30] нет слов *брак, родство, семья*, хотя есть *брачные суеверия* (единственное упоминание в главе о пережитках в культуре).

Отметим замечание профессора В.К. Никольского [29, с. XVI] о том, что Тэйлор в 1865 г. “впервые дал ряд плодотворных примеров научной коннекции фактов археологии, этнографии, фольклора и т. д.”. Советская историческая энциклопедия утверждает иное: “Леббок впервые применил комплексное использование археологического и этнографического материала для изучения первобытной истории”.

Но кто бы в действительности ни был первым, для нас важен сам факт объединения данных различных наук как признак *консолидации* (пока – частичной и медленной) отдельных частей информационной сферы.

Говоря о развитии этнографии в XIX веке, нельзя не упомянуть нашего **Николая Николаевича Миклухо-Маклая** (1846–1888), посвятившего большую часть жизни изучению народов Юго-Восточной Азии, Австралии, островов Ти-

хого океана. Конечно, и жизнь многочисленных народностей России была предметом исследований ряда отечественных этнографов.

Общество, современное для исследователя, изучает **социология**. Она, как уже было сказано, даже название своё получила только в XIX веке и вначале носила в основном умозрительный характер.

Пока не были выработаны методы социологического опроса, фактический материал для социологии доставляла социальная **статистика**, которую (в отличие от естественнонаучной математической статистики, в рассматриваемый период уже применявшейся при обработке экспериментальных данных) принято считать самостоятельной гуманитарной наукой.

Одним из основателей научной статистики (в гуманитарном смысле) считается бельгийский математик, астроном, метеоролог и социолог **Ламбер Адольф Жак Кетле** (1796–1874). Он пытался применить вероятностно-статистические методы к социальным явлениям, вплоть до преступности.

Измерив рост 25 875 солдат США, Кетле пришёл к выводу, что распределение роста близко к биномиальному. Это положение, распространённое на различные социальные показатели, получило у социологов название *закона Кетле*. В 1835 г. Кетле опубликовал работу “Социальная физика, или опыт исследования о развитии человеческих способностей”, оказавшую очевидное влияние, в частности, на деятельность Фрэнсиса Гальтона (о нём – ниже).

В учебнике [32] отмечено, что благодаря усилиям Кетле “были выработаны правила переписей населения и регулярность их проведения в развитых странах”. Там же сказано, что в 1885 г. был основан Международный статистический институт. Он в течение многих лет занимался сбором и обработкой статистических данных различных стран, но после создания ООН переключился на теоретические и методологические вопросы статистики.

Пожалуй, наиболее развитой из общественных наук была в XIX веке **политэкономия**. Шотландец Адам Смит (1723–1790) и англичанин Давид Рикардо (1772–1823), развивавшие до Маркса экономическую теорию, сами имели предшественников. С позиций истории информационной сферы особый интерес в учениях политэкономии представляет *теория измерения стоимости* – вероятно, первая в мировой науке теория, посвящённая измерению *нефизической величины*.

Маркс, развивая трудовую теорию стоимости, упомянул аналогию с физическим измерением (взвешиванием). Но бóльшую принципиальную важность имеет тот факт, что для измерения нефизической величины была использована

её предполагаемая связь с аддитивной *физической величиной* – рабочим временем. Это был определённый вклад в общую теорию измерения.

Переходя к *психологии* как ещё одной гуманитарной науке, отметим её особую значимость для информационной сферы, поскольку она, с одной стороны, близка к теории познания, а, с другой стороны, в какой-то степени надстраивается над нейрофизиологией. Имеется некоторая трудность, связанная с возникновением именно в XIX веке таких дисциплин как *психофизика* и *психофизиология*, тяготеющих скорее к биологическим наукам. Однако отделить их от “чистой психологии” и тем более от *психометрии* не просто, и мы не будем этого делать.

Что касается теоретической психологии, то в рассматриваемый период в ней преобладает так называемый *ассоцианизм*, т. е. учение о том, что последовательность внешних воздействий на организм человека определяет связь (ассоциацию) его идей.

В предыдущей главе мы видели, какое значение ассоциациям придавал Давид Юм. Историки психологии прослеживают корни этого учения вглубь, сначала до Давида Хартли (1705–1757), а затем, через Локка, до Гоббса и Спинозы. Внимательный читатель пособия [П2] может пойти ещё дальше и вспомнить, что ещё Бернардино Телезио (1509–1588) писал, совершенно в духе ассоцианизма:

«То, что мы помним – это движения, которые наш дух испытывал и производил, будучи в контакте с внешними силами. Если теперь дух испытает такой же опыт, например, боль от ожога, он припишет это ощущение подобной или той же самой причине и назовёт её “огонь”» [П2, с. 44].

В конечном итоге учение об ассоциациях восходит к Аристотелю. Но для нас важна не столько история ассоцианизма, сколько тот факт, что видный сторонник этого учения, немецкий психолог *Герман Эббингауз* (1850–1909) разработал методику *экспериментального исследования памяти*. Он считается одним из основателей экспериментальной психологии. Получила известность *кривая Эббингауза*, описывающая зависимость степени забывания от времени.

Вообще существуют различные мнения относительно формирования экспериментальной психологии и психофизики (т. е. *психологических исследований*, опирающихся на *физические измерения*).

Некоторые историки считают, что первым получил числовую оценку психологического феномена немецкий астроном и математик *Фридрих Вильгельм Бессель* (1784–1846), занимавшийся, в частности, тщательным анализом

погрешностей астрономических наблюдений. Наблюдая прохождение звёзд через меридиан, он обнаружил систематическое различие между данными, полученными им самим, и данными своего учёного помощника.

Вероятно, по аналогии с известным *уравнением времени* (разностью между средним и истинным солнечным временем) Бессель назвал это различие *личным уравнением*.

Немецкого учёного **Вильгельма Вундта** (1832–1920), одного из сотрудников Гельмгольца, автор посвящённой ему статьи (она размещена на сайте [uchebnikionline.com/psihologia/](http://uchebnikionline.com/psihologia/); фамилия автора, видимо, Капец) называет “основателем современной психологии и в частности отцом экспериментальной психологии”.

Далее он пишет: “В своих работах Вундт впервые высказывает мнение о необходимости создания экспериментальной психологии”. И ещё дальше: “В 1879 г. Вундт на собственные средства создает свою знаменитую первую в мире психологическую лабораторию, которая впоследствии превращается в Институт экспериментальной психологии”.

Книга Вундта “Лекции о душе человека и животных” (1863 г.), по утверждению того же автора, была “посвящена вопросам психофизики и главным образом проблеме определения времени реакции”, т. е. по существу тому же, на что обратил внимание Бессель.

В настоящее время измерение времени реакции человека на предъявляемые ему стимулы широко применяется (в различных вариантах) в психологических экспериментах.

Часто можно встретить утверждение, что основателем психофизики явился немецкий физик, психолог и философ **Густав Теодор Фехнер** (1801–1887). Действительно, в 1860 г. были изданы его “Элементы психофизики”, оказавшие большое влияние на развитие экспериментальной психологии. По-видимому, он предложил и сам термин *психофизика*.

Однако известно, что Фехнер опирался на результаты выполненных ещё в 1834 г. экспериментов **Эрнста Генриха Вебера** (1795–1878), который обнаружил *постоянство относительных дифференциальных порогов* для различных модальностей ощущений: зрительных, слуховых и тактильных. Имеется мнение, что именно Вебер “внёс в психологию идею измерения”.

Во избежание недоразумений поясним: братьев Веберов было трое. Сейчас шла речь о старшем брате Эрнсте Генрихе. Средний брат Вильгельм Эдуард (1804–1891) стал знаменитым физиком и сотрудничал с Гауссом; он разработал,

в частности, систему электрических единиц. Младший брат Эдуард Фридрих Вильгельм (1806–1871), анатом в Лейпциге, вместе со средним братом исследовал механизм ходьбы. Вообще фамилия Вебер (соответствующая нашей *Ткачёв*) – одна из самых распространённых.

Намного раньше Вебера один из основателей фотометрии Пьер Бугёр (1698–1758) при сравнении освещённостей тоже обнаружил постоянство относительного дифференциального порога – иначе говоря, пропорциональность между абсолютным дифференциальным порогом и физическим стимулом.

Фехнер показал, что можно интерпретировать такую взаимосвязь как *логарифмическую зависимость* ощущения от физического стимула. Замечательно, что при этом логическом выводе не требовалось непосредственно измерять само ощущение!

Логарифмический закон получил название *психофизического закона Вебера – Фехнера*; его первоначальную формулировку (постоянство относительного дифференциального порога) иногда называют “законом Бугера – Вебера”.

Позднее, в XX веке, известный психофизик **Стэнли Смит Стивенс** (1906–1973), пользуясь прямыми методами оценивания ощущений, пришёл к выводу, что логарифмический закон Вебера – Фехнера неточен и предложил заменить его степенным законом. Однако мы до сих пор пользуемся, например, логарифмической оценкой силы звука (в децибелах).

Фехнер явился также одним из основателей *экспериментальной эстетики*, в которой также применял количественные методы (его работа “*Vorschule der Aesthetik*” издана в 1876 г.).

К психофизике можно отнести и такое открытое в XIX веке явление как *кожно-гальваническая реакция*. Под этим названием объединяют изменение (в зависимости от психического состояния человека) либо сопротивления его кожи, либо кожного потенциала.

Первое было открыто в 1888 г. французским невропатологом Фере; второе – обнаружено в 1889 г. русским физиологом грузинского происхождения, учеником Сеченова, Иваном Рамазовичем Тархановым или Тархнишвили.

Кожно-гальваническая реакция в настоящее время широко используется в экспериментальной психологии, – в частности, в так называемых полиграфах, или “детекторах лжи”.

Упомянутый нами **Иван Михайлович Сеченов** (1829–1905) сам старался “ввести физиологические основы в психические процессы”. После возвращения из заграничной командировки (он работал в лаборатории Карла Людвига [33],

общался с Гельмгольцем и Бунзеном) Сеченов написал работу “Рефлексы головного мозга”. Она вышла в виде двух статей в 1863 г. и отдельным изданием в 1866 г.

Иван Петрович Павлов назвал эту работу Сеченова “поистине для того времени чрезвычайной попыткой... представить себе наш субъективный мир чисто физиологически”.

Между прочим, историк психологии М.Г. Ярошевский назвал *основоположником психофизиологии* – Гельмгольца.

Вундт тоже считал себя психофизиологом, как видно из названия его книги 1873 года – “Основания психофизиологической психологии”. Интересно, что в этой книге содержались идеи о связи психологии и языкознания. Вслед за лингвистом Гуго Штейнталем, которого мы упоминали выше, Вундт считал необходимым дополнить психологию индивидуума *психологией народа*, раскрывающейся в его языке, а также и в его верованиях и обрядах. Здесь мы видим уже сближение психологии с этнографией.

Итак, в XIX веке одна ветвь гуманитарного знания за другой повышает *степень научности* (просмотрев предыдущий текст, читатель обнаружит такие высказывания разных авторов о лингвистике, археологии, этнографии, статистике, психологии). Возникают новые дисциплины, например психофизика, причём их “отцами” оказываются сразу несколько исследователей. Одновременно усиливается взаимопроникновение наук

(по выражению В.К. Никольского – *научная коннекция* их фактического материала, а также и сближение идей), что с нашей точки зрения говорит о начале процесса консолидации информационной сферы.

Нельзя закончить этот раздел, не упомянув ещё одного учёного, внесшего вклад в различные области гуманитарного знания – **Фрэнсиса Гальтона** (1822–1911), отдалённого родственника Чарльза Дарвина (у них был общий дед Эразм Дарвин, но разные бабушки).

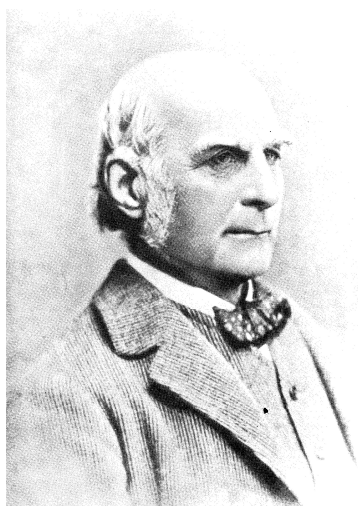


Рис. 2.15. Фрэнсис Гальтон  
(портрет из книги [34])

Гальтон (рис. 2.15) начинал как географ-путешественник и метеоролог (он предложил термин *антициклон* [34, с. 20–21]), но основной областью его научных интересов стало исследование *передачи талантов по наследству*.

Для выяснения этого вопроса он использовал статистические методы. Нынешнее понятие *регрессии* (по смыслу слова – ряда, развёртывающегося назад) происходит от методики, использованной Гальтоном при прослеживании (в прошлое) родословных выдающихся людей. Гальтон уточнил также понятие *корреляции* и ввёл в науку *коэффициент корреляции* [34, с. 98–99].

Получил известность демонстрационный прибор Гальтона, иллюстрирующий происхождение статистического разброса – ящик со стеклянной крышкой, в заднюю стенку которого в шахматном порядке вбито множество гвоздей, а в нижней части устроен ряд отсеков (рис. 2.16). Если сверху через воронку сыпать дробь (или другой сыпучий материал), то дробинки из-за многократных столкновений с гвоздями заполняют отсеки неравномерно, образуя своего рода гистограмму распределения.

Учеником (и биографом) Гальтона был известный английский математик, биолог и философ **Карл Пирсон** (Karl Pearson, 1857–1936). Он основал в 1901 г. журнал “*Biometrika*” (в 2016 г. вышел сто третий том оксфордского журнала с таким названием) и внёс большой вклад в развитие математической статистики. Все мы знаем и применяем статистический *критерий Пирсона* (“критерий хи-квадрат”).

Важнейшей работой Гальтона по вопросу наследственности была книга “Наследственный гений: исследование его законов и следствий”, первое издание которой, объёмом 390 страниц, вышло в 1869 г., а второе – в 1892 г. Другая крупная работа, “Природная наследственность”, была издана в 1889 году. Гальтон опубликовал также большое число научных статей. Даже только названия некоторых из них, перечисленные в книге [34, с. 131–133], позволяют судить об основательности его подхода к рассматриваемым вопросам.

Для иллюстрации разнообразия использованных Гальтоном методов упомянем выполненную им проверку теории “пангенезиса”, согласно которой носителями наследственности являются мельчайшие частицы “пангены”, находящиеся в крови. Гальтон переливал кровь кроликам с разной окраской шерсти и не получил эффекта изменения наследственности, тем самым опровергнув теорию [34, с. 53]. В противовес ей он в 1876 г. высказал предположение, что на-

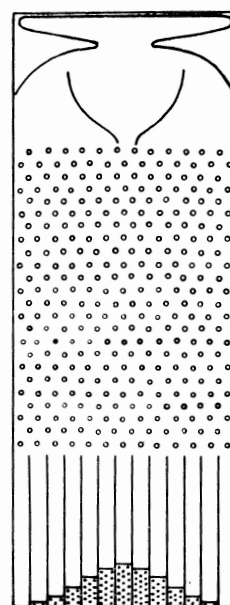


Рис. 2.16. Доска Гальтона (по книге [34])



следственное вещество находится в половых клетках, предвосхитив тем самым идеи генетики [34, с. 54].

Значительная часть экспериментальных работ Гальтона посвящена психологическим исследованиям и, в частности, психометрии. К 1879 году относятся две его статьи: “Психометрические факты” и “Психометрический эксперимент”. В книге [34, с. 70] приведены слова Гальтона из второй статьи:

“Психометрия, это необходимо твёрдо сказать, значит искусство охватывать измерением и числом операции ума, как например определение времени реакции у разных лиц... Пока феномены какой-нибудь отрасли знания не будут подчинены измерению и числу, они не могут приобрести статус и достоинство науки”.

К сожалению, в этой книге, а также и в других публикациях о Гальтоне, сказано только, что он “придумал и построил различные приборы и инструменты”, но о самих приборах почти нет сведений.

Чаще всего пишут о так называемом *свистке Гальтона*. Этот свисток, по видимому, содержал резонатор с микрометрическим винтом, что позволяло настраивать его на определённые частоты, вплоть до ультразвуковых, и тем самым определять верхнюю границу слышимого диапазона.

Иногда упоминается установка, на которой испытуемый должен был реагировать на один из двух различных стимулов нажатием ключа правой или левой рукой. Соответствующее время реакции принималось за время “образования суждения”.

Более интересными представляются эксперименты и анкетные опросы Гальтона, имевшие целью получение результатов *качественного характера*, – по исследованию ассоциаций и вариантов образного мышления [34, с. 71–76, а также с. 79]. Создаётся впечатление, что итогом этих работ явилось обнаружение *различий в механизмах мышления* разных людей (автор книги [34] этого вывода не делает!).

В 1884 г. Гальтон опубликовал небольшую (6 страниц) статью “Измерение характера”. Статья заканчивалась словами [34, с. 78]:

“Статистика поведения каждого человека в малых ежедневных делах даёт, вероятно, простейшее и самое точное измерение его характера. Другой важный пункт, который я хочу подчеркнуть, состоит в том, что практика вдумчивого и методичного тестирования характера других и самих себя не есть только мечтание, но требует рассмотрения и эксперимента”.

И.И. Канаев в книге [34, с. 83] пишет, ссылаясь на М.Г. Ярошевского:

«В конце XIX в. Гальтон был одним из инициаторов создания системы психических тестов, сам термин “тесты” был им пущен в обращение. Ученик Гальтона Кеттел был организатором лаборатории в США по работе с тестами, имевшей большой успех в Америке. Во Франции известность в работе с тестами приобрёл А. Бине, а позже его тесты были объединены с американскими».

В Российской педагогической энциклопедии можно найти несколько иные сведения:

**Джеймс Маккин Кеттел** (James McKeen Cattell, 1860–1944) – «американский психолог, первый в мире профессор психологии (1888). В лаборатории В. Вундта в Лейпциге (1883–86) прошёл школу экспериментальной психологии, в лаборатории Ф. Гальтона в Лондоне (1886–88) начал заниматься тестологическими исследованиями индивидуально-психологических качеств. Статистический подход – применение серии тестов к большому числу индивидов – выдвигался Кеттелом как средство преобразования психологии в точную науку. Кеттел первым употребил английское слово “тест” (испытание) в качестве термина, обозначающего психодиагностическую методику».

Кто бы ни употребил первым слово *тест*, очевидно, что задача тестирования в то время считалась актуальной. Известно, что тест для определения степени *умственного развития* был разработан упомянутым выше Германом Эббингаузом. Альфред Бине (1857–1911) начал экспериментальные исследования интеллекта в 1891 г.

При всём этом, как видно из текста о Кеттеле, в самом конце XIX века, или даже позже, всё ещё стояла задача “преобразования психологии в точную науку”!

Возвращаясь к Гальтону, добавим, что он внёс вклад не только в психологию, но и в *антропометрию*. Он пропагандировал организацию антропометрических лабораторий в английских школах; в более общем виде поставил задачу в статье “Антропологическая лаборатория” (1882 г.), а в 1884 г. открыл общедоступную антропометрическую лабораторию на Международной выставке здравоохранения в Кенсингтоне. Было обмерено 9337 человек, у каждого определяли 17 параметров [34, с. 85]. После закрытия выставки лаборатория продолжила работу в новом помещении.

Наконец, Гальтон считается основателем *дактилоскопии* [34, с. 88–96]. Хотя у него были предшественники, в их числе Уильям Гершель, именно Галь-

тон разработал принципы идентификации отпечатков пальцев, установив их характерные элементы. В 1893 г. вышел его труд “Отпечатки пальцев”, но Гальтон и после этого продолжал дактилоскопические исследования.

Последователи Гальтона в области *евгеники* – учения об улучшении человеческого рода с использованием наследственности – придали этому учению неприемлемые формы, но это не умаляет ценности работ самого Гальтона. Что касается психофизики и психометрии, то полезно вспомнить: именно эта область знаний в середине XX века совершила своеобразную революцию в теории измерений, связанную с именем упоминавшегося выше С.С. Стивенса. Его небольшая статья 1946 года положила начало нынешней *теории шкал*.

## 2.5. Методы и средства познания в биологии

**Биология** тоже изучает человека, но с других позиций. В этой большой области постараемся выделить только то, что прямо относится к информационной сфере.

В XIX веке в биологической науке возникло мощное течение, поставившее своей задачей борьбу с *витализмом* (учением об особой “жизненной силе” или “жизненном принципе”). Его участники стремились свести процессы в живых организмах к физике и химии. Как писал активный участник этого течения, И.М. Сеченов, “Физиолог есть физико-химик, имеющий дело с явлениями животного организма” (цитируем по работе В.О. Самойлова [35, с. 36]).

При всей прогрессивности физико-химического подхода в биологии, нужно признать, что он, будучи разновидностью *редукционизма*, представляется отягощённым его недостатками – см. пособия [П1, с. 29–30; П2, с. 37].

Заметное место в этом течении заняла группа учеников выдающегося немецкого физиолога **Иоганнеса Петера Мюллера** (1801–1858): Эмиль Генрих Дюбуа Реймон (1818–1896), Эрнст Вильгельм Риттер фон Брюкке (1819–1892) и многократно упоминавшийся выше Герман Гельмгольц (напоминаем даты его жизни: 1821–1894).

К этой группе примкнул, и даже стал её признанным *знаменосцем* [33, с. 157; 35, с. 34] Карл Фридрих Вильгельм Людвиг (1816–1895).

У Мюллера учился также Теодор Шванн (1810–1882), которого считают основателем клеточной теории. Напомним, что Роберт Гук первым, около 1665 г., употребил термин *клетка*.

Во Франции к физиологам школы Мюллера был близок по взглядам **Клод Бернар** (1813–1878), учившийся у Франсуа Мажанди (1783–1855).

## **Методологическое прерывание 2.6.**

### **Ещё раз об “иероглифах” в теории познания**

В.И. Ленин в своём труде “Материализм и эмпириокритицизм” критиковал Мюллера и Гельмгольца, а также упоминавшихся в предыдущем разделе Вундта и Пирсона, за их идеализм.

Весьма резкая ленинская критика двух последних учёных была направлена на их общефилософские взгляды и не касалась конкретной научной деятельности. Но у Мюллера и Гельмгольца Ленин увидел отступление от материализма именно в их физиологических работах.

Дело в том, что Мюллер, изучая нервную систему и органы чувств, пришёл к мысли, что ощущения – это результат проявления *внутренних свойств* органов чувств, их “*специфической энергии*”. За это Фейербах ещё в 1866 г. назвал Мюллера “физиологическим идеалистом”, и Ленин присоединился к этой оценке. Разбору же взглядов Гельмгольца он посвятил семь страниц, называя его крупнейшей величиной в естествознании и вместе с тем непоследовательным кантианцем в философии, – в основном из-за того, что Гельмголец, по его собственным словам, “обозначил ощущения как *символы* внешних явлений”.

Позднее, в 1892 г., Г.В. Плеханов высказал сходную мысль, назвав ощущения своего рода *иероглифами*. Эта мысль тоже, несмотря на осторожность её формулировки, вызвала критику Ленина, который настаивал на том, что ощущения должны рассматриваться как *изображения* действительных вещей. Некоторые современные авторы называют Гельмгольца “автором теории иероглифов”. С этим не хочется соглашаться.

Большая часть сказанного здесь уже обсуждалась в методологическом прерывании 3.3 пособия [П1, с. 263–265]. Однако сейчас мы можем добавить высказывание ещё одного физиолога и философа – Ламетри, – взяв его со страницы 25 настоящего издания:

“...Ощущения вовсе не передают вещей таковыми, каковы они сами по себе... Значит ли это, что они обманывают нас? Нет, конечно, что бы по этому поводу ни говорили...”.

Как видно, работающие физиологи не боятся рискованных высказываний, пребывая в уверенности, что *в конечном итоге* ощущения не обманывают человека. Автор настоящего издания склонен трактовать такую позицию как диалектическую. Но с точки зрения философской строгости это воспринимается как непоследовательность, – колебания между материализмом и идеализмом.

### **Возврат из прерывания 2.6.**

Сам Мюллер преодолел бытовавшую в то время склонность к натурфилософским рассуждениям, не подкреплённым практикой. Однако от идей вита-

лизма он не избавился. Например, он считал *душу* высшим “жизненным принципом” [33, с. 155].

Кроме того, Мюллер недооценивал эксперимент, нарушающий (по его мнению) нормальную работу исследуемого органа, и предпочитал ему наблюдение – “напряжённую, прилежную, направленную деятельность ума” [33, с. 154].

Его ученики мыслили иначе и далеко продвинулись в разработке методик и инструментальных средств эксперимента, которых не было у их учителя. Нам следует обратить особое внимание на их работы по *физиологии познавательных процессов*, которая является важнейшей частью информационной сферы.

**Эмиль Дюбуа Реймон** ещё в бытность студентом Берлинского университета начал, по предложению Мюллера, заниматься животным электричеством [33, с. 42]. И на всю жизнь основной областью его научных интересов стала физиология возбудимых тканей.

Дюбуа Реймон справедливо считается основоположником *электрофизиологии*. Уже в 1848 г. вышел первый том его “Исследования животного электричества”. Две части второго тома появились в 1849 и 1860 гг.

Дюбуа Реймон активно создавал исследовательскую технику. Пишущие о нём авторы отмечают, что он усовершенствовал мультипликатор (гальванометр с магнитной стрелкой), изобрёл индукционную катушку, позволяющую дозировать силу возбуждения, создал неполяризующиеся электроды.

**Эрнст Брюкке**, в течение многих лет возглавлявший институт физиологии в Вене, был учёным другого склада. Если Дюбуа Реймон всю жизнь работал в одной довольно узкой области, то перечень названий многочисленных трудов Брюкке “поражает своей пестротой” [33, с. 55].

Брюкке родился в семье художника, сам был художественно одарённым, дружил с художниками и музыкантами, среди которых был даже великий Иоганнес Брамс [33, с. 52].

Создаётся впечатление, что написанные им книги по теории изобразительного искусства имеют оттенок физиологии (его интересовало, например, смешение красок и восприятие цветов человеком). В то же время некоторые из его физиологических работ граничат с эстетикой и даже лингвистикой.

Наряду с физиологией зрения он много (вслед за Мюллером) занимался звуковой речью, поставил и читал курс лекций “Физиология голоса и речи”, разработал метод фонетической транскрипции. Его “интересовал механизм звучания рифм и восприятия стиха” [33, с. 56].

Эти устремления Брюкке представляются крайне интересными с точки зрения современного состояния информационной сферы, когда её консолидация ещё не завершена. Сейчас исследователи с такой художественной эрудицией были бы очень полезными. К сожалению, у автора настоящего издания слишком мало сведений о содержании работ Брюкке.

Брюкке имел многочисленных учеников. Одним из них был Зигмунд Фрейд, до конца жизни сохранивший глубокое уважение к учителю. Правда, в период работы у Брюкке он ещё не пришёл к идеям психоанализа.

**Карл Людвиг** работал вместе со своими учениками во многих областях физиологии, но его чисто физиологические достижения, при всей своей значимости, вряд ли интересны для нашей темы.

Для нас важнее то, что он дал толчок развитию регистрирующей аппаратуры в биологии. Изобретённое им устройство, получившее название *кимограф* (рис. 2.17), было предназначено для регистрации давления крови инвазивным методом.

Судя по имеющимся изображениям, кимограф был довольно примитивным устройством. Вертикальный стержень с пишущим рычажком крепился непосредственно к поплавку, находившемуся на поверхности ртути в левом колене *U*-образной трубки манометра. Барабан, на котором велась запись, приводился во вращение грузом, причём скорость вращения, по-видимому, в какой-то степени стабилизировалась только воздушным тормозом, — он виден на рис. 2.17 слева внизу. Никакого отметчика времени на рисунках кимографа нет; масштаб записи по оси времени мог быть только приближенным.

Тем не менее, автор книги [33] Софья Александровна Чеснокова утверждает:

«Родившись в руках Людвиг в 1846 г., кимограф составил целую эру в физиологии. Это изобретение молниеносно проникло в лаборатории физиологов всех стран, и мы не ошибёмся, 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».

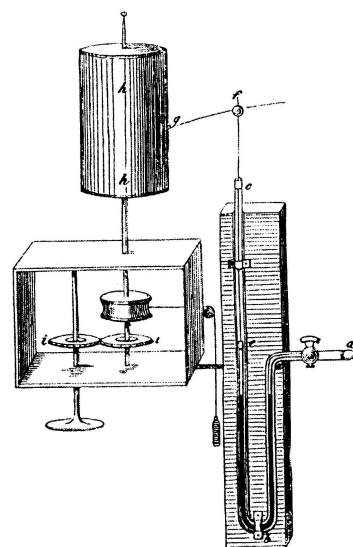


Рис. 2.17. Кимограф Людвиг (по книге В.О. Самойлова [35])

Рукопись книги Чесноковой сдана в набор в октябре 1972 г. По тексту книги видно, что её автор не очень уверенно себя чувствовал, когда писал об устройстве приборов; но уж обстановку физиологических лабораторий она, будучи сама физиологом, доктором медицинских наук, наверное, прекрасно знала! И приходится верить тому, что в начале 70-х годов XX века, когда уже появились мини-ЭВМ PDP-11 и стандарт КАМАК, примитивный кимограф ещё только “постепенно вытеснялся” более совершенными электрическими средствами измерений и регистрации.

Очевидно, существовали двухканальные кимографы. В книге [33, с. 90] воспроизведена первая в истории физиологии одновременная запись кривых кровяного давления и дыхания. Никаких отметок времени на записи нет.

Ряд других приборов был сконструирован сотрудниками, учениками и соратниками Людвига. Так, о его ученике Анджело Моссо (1846–1910) Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона сообщает:

“Главные заслуги его касаются экспериментальной физиологии. При помощи своего *плетизмографа* он исследовал движения кровеносных сосудов, происходящие под влиянием психического возбуждения. *Гидросфигмограф* его показывает колебания пульса при умственной деятельности; *эргограф* описывает кривую утомления мышц человеческого предплечья и измеряет производимую этими мускулами работу; при помощи *тонометра* измерял он другие явления утомления...”.

Чеснокова в книге [33, с. 170] тоже пишет, что Моссо “увлекался конструированием новых физиологических приборов”. Правда, она не подчёркивает пограничный, *психофизиологический* характер его работ. И странно выглядит в той же книге [33, с. 90] утверждение о том, что ученик Людвиг А. Моссо записал первую кривую на кимографе в декабре 1846 г. Ведь Анджело Моссо, сын столяра, родился именно в 1846 г. и не мог тогда ничего записывать.

Будущим исследователям полезно задуматься об одной особенности научной методологии Людвига, о которой Чеснокова пишет так:

“Высшие отделы центральной нервной системы остались вне поля зрения Людвига, так как, судя по его неоднократным высказываниям, отсутствие надёжных методик, позволяющих изучать структуры центральной нервной системы, ограничивало возможность исследования этих областей. Предпринимать же исследования с помощью несостоятельных методических приёмов было не в правилах учёного” [33, с. 137].

Эту методологическую установку можно кратко выразить одной фразой: “лучше никак, чем кое-как”. Автор настоящего издания опасается, что многие современные исследователи в области искусственного интеллекта придерживаются противоположного принципа: “лучше хоть как-нибудь, чем никак”. Опасность заключается в том, что результаты, полученные “хоть как-нибудь”, принимаются за достоверные и кладутся в основу дальнейших работ.

**Герман Гельмгольц**, самый молодой в великолепной четвёрке физиологов школы Мюллера, стал вместе с тем самым известным, самым разносторонним и самым продуктивным исследователем, – не только физиологом, но также и физиком, математиком, философом науки. Список его трудов, приведённый в монографии [36], содержит 224 названия (включая переиздания наиболее фундаментальных работ и посмертно изданные сборники); первая публикация относится к 1842 году.

Некоторые работы Гельмгольца в области оснований науки мы упоминали выше. Отметим характерное для историков науки (они верят математикам!) *пренебрежение измерительной проблематикой*. Авторы содержательной книги [36], рассматривая на трёх страницах своей работы фундаментальную статью Гельмгольца [13] (по русскому переводу 1893 года, озаглавленному “Счёт и измерение”), *ни словом не упомянули* важнейшую для нас *измерительную сторону* этой статьи. Они ограничились обсуждением взглядов Гельмгольца на аксиомы арифметики! Между тем именно измерительная часть статьи носит прорывной, пионерский характер!

Работы Гельмгольца по физике, преобладающие в его творческом наследии, начиная с конца 60-х годов, посвящены в основном гидродинамике и электричеству. Но здесь мы коснёмся только деятельности Гельмгольца как физиолога.

В начальный период этой деятельности Гельмгольц занимался исследованием мышц; в частности, его интересовало выделение в них тепла. Считается, что знаменитая работа Гельмгольца “О сохранении силы” (1847 г.) имела физиологические предпосылки.

К 1850–1852 гг. относятся публикации Гельмгольца по измерению скорости распространения возбуждения в нервах. В книге [33, примечание на с. 59–60] можно прочесть, что до его работ скорость проведения возбуждения считали бесконечной, а самому процессу возбуждения отказывали в материальном характере. Неясно, как эта предполагаемая нематериальность согласовывалась с высказываниями Декарта, уподоблявшего нервы *сигнальным верёвкам*



(см. пособие [П2, с. 200]), или с представлениями Ламетри о движении маленьких шариков в нервах (см. гл. 1 настоящего издания, с. 23–24).

Гельмгольц измерял не саму скорость распространения возбуждения, а *время* между моментом подачи на нерв возбуждающего импульса и моментом сокращения иннервированной мышцы. Скорость рассчитывалась по известной длине нерва.

При этом возникала трудность, связанная с задержкой в мышце. Гельмгольц преодолел эту трудность изящным способом: он проводил опыт дважды, при подаче возбуждения на нерв в различных точках. Искомое время распространения получалось как разность результатов двух измерений. Таким образом исключались вообще любые посторонние задержки.

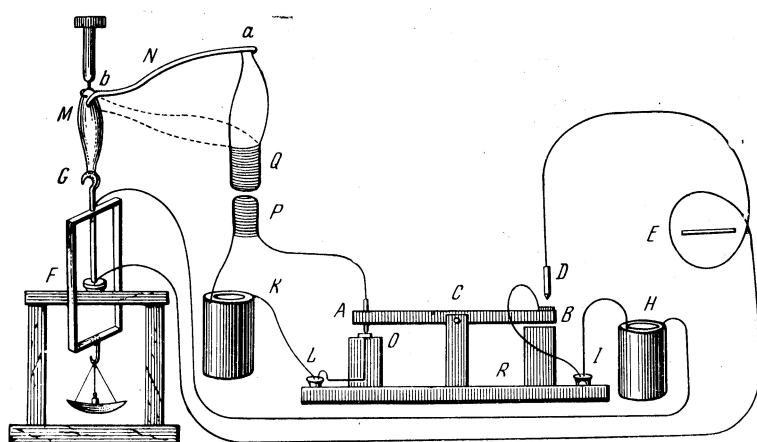


Рис. 2.18. Установка Гельмгольца для измерения скорости распространения нервного возбуждения

На рис. 2.18 показан эскиз первоначальной установки Гельмгольца, заимствованный нами из книги [36, с. 44]. В свою очередь, авторы книги [36] взяли рисунок и подробное описание установки у И.М. Сеченова: он, будучи в Германии, имел возможность работать в лаборатории Гельмгольца.

Объектом исследования является нерв  $N$ , вызывающий сокращение мышцы  $M$  при подаче возбуждающего электрического импульса в одну из точек  $a$  или  $b$  нерва. Каждый из гальванических элементов  $K$  и  $H$  питает свою цепь. В исходном состоянии, показанном на рисунке, цепь элемента  $K$  замкнута, но её можно разомкнуть в точке  $O$ , если надавить металлическим стержнем  $D$  на металлическую пластинку, укреплённую на правом плече коромысла  $AB$ .

Выключение тока в катушке  $P$  наводит импульс в катушке  $Q$ , и нерв  $N$  возбуждается. Но одновременно замыкается цепь элемента  $H$ , и в гальванометре  $E$  начинает течь ток. Этот ток прекращается, когда, вследствие сокращения мышцы  $M$ , нижний конец металлического стержня, сцепленного с мышцей, выходит из чашки  $F$  с ртутью. Таким образом, длительность протекания тока в гальванометре есть расстояние во времени между моментами возбуждения нерва и сокращения мышцы.

Гельмгольц полагал, что отклонение магнитной стрелки гальванометра при малой длительности импульса тока пропорционально этой длительности. Такое предположение верно, если сила тока не зависит от длительности импульса, а период колебаний подвижной части гальванометра значительно превышает длительность импульса.

Сейчас гальванометры со специально увеличенной инерционностью подвижной части называют *баллистическими*, но этого термина у Сеченова нет, а само изображение гальванометра на его рисунке (заметим: это именно *рисунок*, а не принципиальная схема!) наводит на мысль о примитивности этого устройства. Кроме того, неясно, как установка Гельмгольца калибровалась.

Гельмгольц не был удовлетворён результатами, полученными на описанной установке. Он перешёл к регистрации моментов возбуждения нерва и сокращения мышцы с помощью устройства типа кимографа Людвига, которое называл *миографом*. По современной терминологии это был хроноскоп.

Авторы книги [36] отметили в качестве сведений по истории хроноскопов, что ещё в 1840 г. Ж. Дюамель записал колебания струны на вращающемся закопчённом барабане, а в 1844 г. Л.Ф. Бреге вместе с К.И. Константиновым построили хроноскоп с вращающимся барабаном для измерения времени пролёта заданного расстояния артиллерийским снарядом. К работам Константинова мы вернёмся в разделе 2.6.

По данным Гельмгольца скорость распространения раздражения в нерве лягушки составила в среднем 26,4 м/с, а в нерве живого человека (конец интервала определялся по ощущению испытуемого) около 80 м/с.

Другими областями интересов Гельмгольца были физиологическая оптика (оптика глаза) и физиологическая акустика (акустика голосового аппарата и слуха).

В этом отношении он был близок к Брюкке, который тоже работал в обеих названных областях.

В 1851 г. Гельмгольц опубликовал большую статью о “глазном зеркале” (Augenspiegel), по современной терминологии – *офтальмоскопе*, позволявшем

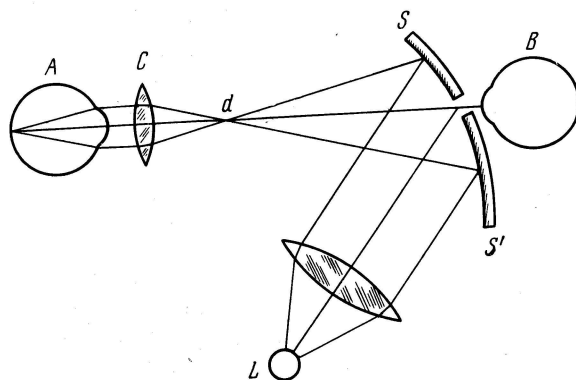


Рис. 2.19. Схема глазного зеркала Гельмгольца (по книге [36])

наблюдать глазное дно. На рис. 2.19 *A* – глаз испытуемого, *B* – глаз наблюдателя, *L* – источник света. Историки физиологии считают, что одного только изобретения офтальмоскопа было бы достаточно, чтобы увековечить имя Гельмгольца в истории науки.

Гельмгольц исследовал аккомодацию глаза, которую в то время пытались объяснить различными способами. Построив для этой цели прибор, названный *офтальмометром* [36, с. 255–256], он измерил кривизну поверхностей хрусталика и выяснил, что её изменение является основным фактором аккомодации. До него такое объяснение выдвигал (и каким-то образом доказывал) Томас Юнг (1773–1829).

Гельмгольц занимался также цветовосприятием, пространственным зрением (созданный им зеркальный *телестереоскоп* явился прототипом современных полевых биноклей и стереотруб) и движениями глаз. Он явился одним из создателей *трёхкомпонентной теории цветовосприятия*, для которой в науке закрепилось название: *теория Юнга – Гельмгольца*. Только в середине XX века в сетчатке глаза были обнаружены три типа колбочек с различными кривыми спектральной чувствительности, что окончательно подтвердило трёхкомпонентную теорию.

Говоря о цветовом зрении, уместно обратиться к работе Гельмгольца “Гёте и научные идеи XIX века”, помещённой на страницах 85–109 сборника [37]. Заметим, что сборник оформлен странно: в качестве его названия использован заголовок первой содержащейся в нём работы – статьи Пауля Давида Густава Дюбуа Реймона (1831–1889), брата упоминавшегося нами Эмиля Генриха Дюбуа Реймона. Вероятно, материалы сборника заимствованы из журнала “Научное обозрение”, 1894, № 15: именно в этом номере был впервые опубликован русский перевод доклада Гельмгольца (см. [36, с. 302]).

Как известно, Гёте не принимал идею о сложном составе белого цвета, которая была очевидной для Гельмгольца, – Гёте считал белый цвет первичным, простым. Тем не менее, Гельмгольц в рассматриваемой нами публикации не стал “защищать науку от Гёте”. Вместо этого он поместил Гёте в контекст свободного обсуждения общих вопросов теории познания.

В начале своей работы Гельмгольц высказывает мысль, отдалённо напоминающую рассуждения Декарта о кузнеце, который должен сперва изготовить инструменты для самого себя (см. [П2, с. 172]):

“Прежде чем начать свою специальную работу, химик должен определить, насколько верны и надёжны его весы; астроном должен точно так же ис-

следовать свою зрительную трубу. Подобным же образом всё естествознание в целом нуждалось в исследовании тех орудий, которые являются источником всего знания, а именно – в исследовании человеческих органов чувств” [37, с. 87].

Эта мысль Гельмгольца бесконечно далека от юмистско-позитивистского заклинания “мы знаем только свои ощущения” – она не только предполагает наличие внешних стимулов, но и требует, чтобы они сами были изучены!

Далее Гельмгольц начинает обсуждать вопрос о двух путях познания – научном и художественном или, в более общем смысле, интуитивном. Научный путь “долог и утомителен”; он требует выработки словесного выражения законов природы, а затем неограниченной проверки [37, с. 88]. В другом месте той же работы [37, с. 100] Гельмгольц добавляет: “Всякое знание законов природы индуктивно, ни одна индукция [в естествознании! – *В. Кн.*] никогда не бывает вполне закончена”.

Другой род умственной деятельности, “столь лёгкий, быстрый и чуждый раздумыванию” – это созерцание, интуиция, в частном случае художественное воображение, работающее не с понятиями, а с образами.

Гельмгольц обращает внимание на то, что “довольно часто... мы с быстротой молнии принимаем различные решения”. Это было бы невозможно при чисто понятийном мышлении.

Особенность рассматриваемой нами работы Гельмгольца состоит в том, что она имеет характер размышлений, в которых общие положения чередуются с обращениями к проблемам физиологии. Так, за приведёнными выше абстрактными соображениями следует текст о *восприятии пространства*:

“...Влияние законов перспективы, светотеней, скрадывания контуров отдалённых тел, воздушной перспективы и т. д. на пространственное истолкование зрительных образов чрезвычайно велико” [37, с. 91].

И из этого следует вывод:

“...Часто трудно с уверенностью отличить, что принадлежит физиологическому механизму нервов и чем содействовал опыт” [37, с. 92].

За этими немногими словами видится столкновение кантовского априоризма с теорией “чистой доски” Локка, проведённое Гельмгольцем на естественнонаучном, физиологическом уровне!

Возвращаясь к двум путям познания, Гельмгольц продолжает, как бы ещё раз становясь на сторону художника, сторону Гёте:

“Насколько чувственные ощущения разнообразнее и богаче, чем словесные описания объектов этих ощущений, настолько же художественное изображение... богаче, тоньше и жизненнее научного” [37, с. 93].

Напомним: о богатстве качественных оценок по сравнению с количественными мы упоминали в пособии [П1, с. 34].

Говоря о преодолении теоретических предрассудков великих физиков XVII и XVIII столетий, – о том, что Гёте не хотел отрывать материю от сил и силы от материи, – Гельмгольц неожиданно вспоминает “гениального самоучку” Фарадея. Создаётся впечатление, что своеобразный способ мышления Фарадея просто не давал покоя мыслящим учёным, работавшим после него. Хотелось бы, чтобы читатели тоже задумались об этом.

Опираясь на сказанное выше об ощущениях, Гельмгольц обращается, наконец, к философии Канта, которую он высоко ценил. Но обращается отнюдь не за поддержкой:

“...С естественно-научной точки зрения пришлось восстать против пограничной линии, проведённой Кантом между фактами опыта и а priori данными формами созерцания. Пришлось перенести границу ещё дальше, причём основные положения учения о пространстве также попали в число фактов, познаваемых опытом” [37, с. 104].

Возможно, В.И. Ленин поторопился, назвав Гельмгольца *непоследовательным кантианцем*: ведь Гельмгольц не идёт за Кантом, а смотрит на его учение глазами физиолога (и таким способом в какой-то степени оправдывает его). Вместе с тем, Гельмгольц представляется личностью цельной, а его рассуждения совершенно последовательны.

Возвращаясь к вопросу о восприятии цветов, Гельмгольц снова формулирует важный вывод, о котором мы уже упоминали (на странице 191):

“...Одно и то же цветовое впечатление может являться при самых различных световых смещениях... Поэтому я счёл своим долгом формулировать отношение между ощущением и его объектом в том смысле, что ощущение есть лишь *знак* воздействия объекта. Сущность всякого знака требует, чтобы один и тот же объект обозначался всегда одинаково” [37, с. 105, курсив в оригинале].

Значит ли это (особенно первая фраза цитаты), что человек не в состоянии понять, какой именно объект вызывает данное ощущение? Чтобы опровергнуть такую возможную трактовку, Гельмгольц призывает на помощь Гёте, а именно – знаменитый монолог Фауста, в котором идёт речь о переводе первой

строки Евангелия от Иоанна не привычным “В начале было слово”, а, казалось бы, совсем неподходящим “В начале было дело”. И вот как Гельмгольц истолковывает и развивает то, что написал Гёте:

“...Стремления философских школ обосновать убеждение в существовании действительности были бессильны, пока они исходили лишь из *пассивного* наблюдения внешнего мира. Они не выходили из своего мира подобий; они не знали, что действия человека, определяемые волею, образуют необходимую часть наших источников познания. Мы видели, что наши чувственные впечатления – лишь язык знаков, сообщающий нам о внешнем мире. Мы, люди, прежде всего должны учиться понимать эту систему знаков, и мы научаемся этому, наблюдая результат наших действий...” [37, с. 108, курсив в оригинале].

Наверное, трудно выразить более чётко ту мысль о роли *деятельности* (Гётевского дела) в познании, которую мы уже обсуждали в методологическом прерывании 2.3 настоящего издания. Где здесь непоследовательность?

Заключение работы Гельмгольца – Гёте величайший гений там, где нужна поэтическая интуиция, и терпит неудачу там, где мог бы помочь индуктивный метод, – носит формальный характер и далеко не является итогом всех тонких и глубоких мыслей, развитых (а порой только намеченных) в этой замечательной работе.

Возвращаясь к исследованиям Гельмгольца в области физиологии зрения, добавим, что их результатом стал фундаментальный “Справочник по физиологической оптике”, первое издание которого (почти 900 страниц!) вышло в трёх частях в 1856, 1860 и 1867 гг. Выпуск второго, дополненного издания был начат в 1885 г. и завершён в 1896 г.; позже было выпущено ещё одно, посмертное издание.

О Гельмгольце нами уже было много сказано, но нужно ещё хотя бы кратко затронуть его труды по *физиологической акустике*. В них можно выделить две стороны: исследование *производства* звуков человеком и исследование *восприятия* звуков. С ними тесно связаны работы по *физической акустике* и *теории музыки*, о которых тоже хочется сказать несколько слов.

Среди ряда трудов Гельмгольца по физической акустике отметим статью о движении струн скрипки (1860 г.). Для экспериментального определения закона движения струн Гельмгольц построил специальный *вибрационный микроскоп* [36, с. 96–97]. В нём Гельмгольц использовал синусоидальную механическую *развёртку* с помощью камертона. В микроскоп можно было видеть фигуру Лиссажу, образованную горизонтальными колебаниями освещённой точки

струны и вертикальными колебаниями камертона, на котором был укреплен объектив микроскопа. Камертон можно было перестраивать с помощью грузика, перемещаемого по его ножке.

Не имея доступа к текстам Гельмгольца, трудно судить о содержании трёх его работ, опубликованных в 1856 г. и посвящённых *комбинационным* (или тартиниевым) *тонам*. Идёт ли в этих работах речь о *происхождении* комбинационных тонов, в своё время открытых скрипачом Тартини, или об их *восприятии* человеческим слуховым анализатором?

Равным образом неясно, можно ли отнести доклады Гельмгольца о музыкальной темперации (1860 г.) и о персидско-арабской гамме (1862 г.) к теории музыки как таковой или в них присутствуют физиологические соображения. Последнее представляется более вероятным.

Что касается физиологии *голосового аппарата*, то Гельмгольца особенно интересовала природа гласных звуков. Сочетая различные гармоники основного тона, он сумел синтезировать гласные У, О, А, а затем и другие [36, с. 94]. Вероятно, его можно считать пионером синтеза речевых сигналов, который играет заметную роль в нынешней информационной сфере.

В области физиологии *слухового анализатора* выдающейся работой считается большая статья Гельмгольца “Механика слуховых косточек и барабанной перепонки” (1869 г.; ей предшествовала статья меньшего объёма, вышедшая в 1867 г.).

Но намного более важными представляются исследования Гельмгольца, посвящённые механизму *анализа* звуковых колебаний, выполняемого в слуховом анализаторе улиткой. Авторы книги [36] неоднократно подчеркнули, что в этих исследованиях Гельмголец проявил себя тройко: как *физик* (при рассмотрении звука и явлений резонанса), как *математик* (благодаря использованию незадолго до этого открытого преобразования Фурье) и как *физиолог* (при объяснении действия самой улитки как набора резонаторов). Можно ещё добавить: он проявил себя и как музыкант!

Результаты этих исследований были опубликованы в фундаментальной монографии: “Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik”, первое издание которой вышло в Брауншвейге в 1863 г.

В книге [36] имеется ссылка на русский перевод: *Гельмголец Г. Учение о слуховых ощущениях как физиологическая основа для теории музыки. Перевод с 8-го немецкого издания Мих. Петухова, СПб., 1875.*

Конечно, работы Гельмгольца не закрыли всех проблем физиологической акустики. Работа улитки оказалась более сложной, чем предполагал Гельмгольц. И если он с такой чёткостью говорил о *проблеме истолкования зрительных образов* (см. выше с. 199), то применительно к слуху он подобной проблемы, по-видимому, не ощущал. А ведь мы, слыша звук, не думаем о его спектральном составе, а представляем себе его источник – *истолковываем* звук!

Теперь, наверное, о вкладе Гельмгольца в экспериментальную биологию сказано достаточно, и можно двигаться дальше.

Среди событий рубежа XIX и XX веков, связанных с использованием в биологии новой исследовательской техники, особенно заметным явилось создание *электрокардиографии*. С предельной краткостью его история изложена Владимиром Олеговичем Самойловым в его книге [35, с. 64–67]. Позволим себе прямо воспроизвести его текст (разбив сплошной текст на два абзаца) и соответствующую иллюстрацию (рис. 2.20).

“Электрические процессы в сердце животных первым зарегистрировал французский физиолог Э. Марей в 1876 г. при помощи капиллярного электрометра. Этот прибор позволил в 1887 г. англичанину Огастесу Д. Уоллеру, ученику Д. Бурдон-Сэндерсона, записать на фотопластинке электрограмму человеческого сердца при наложении электродов на конечности. Она напоминала волны на водной поверхности.

Голландский физиолог Виллем Эйнтховен (1860–1927) при помощи математической обработки такой электрограммы [рис. 2.20, график 1. – В. Кн.] в 1895 г. нарисовал истинную электрокардиограмму [рис. 2.20, график 2. – В. Кн.], а затем в течение нескольких лет совершенствовал приборы для её регистрации. Так он сконструировал струнный гальванометр, обладавший наибольшей чувствительностью из всех приборов, бывших тогда в арсенале элек-

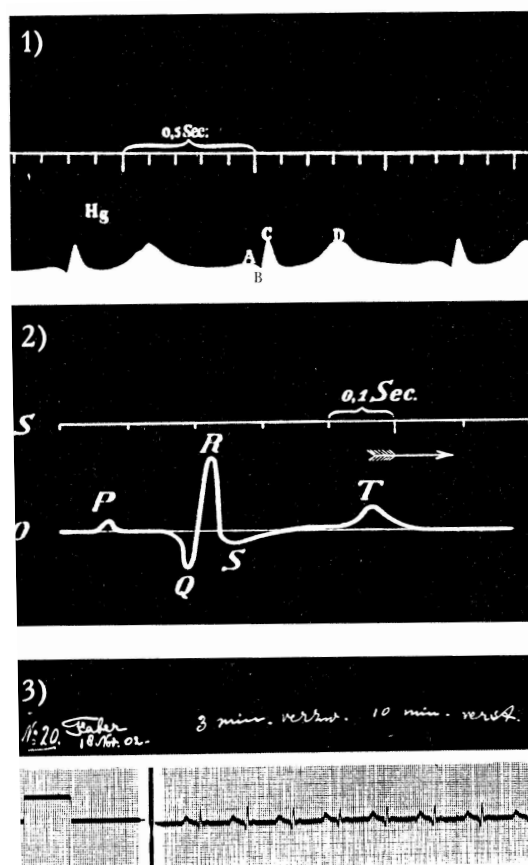


Рис. 2.20. Путь Эйнтховена к современной электрокардиографии (по книге [35], ссылки на три части рисунка перенесены в текст)



тротехники. При помощи струнного гальванометра В. Эйнтховен 18 ноября 1902 г. получил, наконец, электрокардиограмму [рис. 2.20, график 3. – В. Кн.], идентичную нарисованной им за 7 лет до этого события. Сам Эйнтховен стал внедрять свой прибор в клиническую практику, но в этом ещё больше преуспели английский физиолог Томас Льюис (1871–1945) и русский физиолог Александр Филиппович Самойлов (1867–1930)”.

В цитированном нами тексте В.О. Самойлова, по-видимому, требуют пояснения два термина, относящихся к приборной технике: капиллярный электрометр и струнный гальванометр.

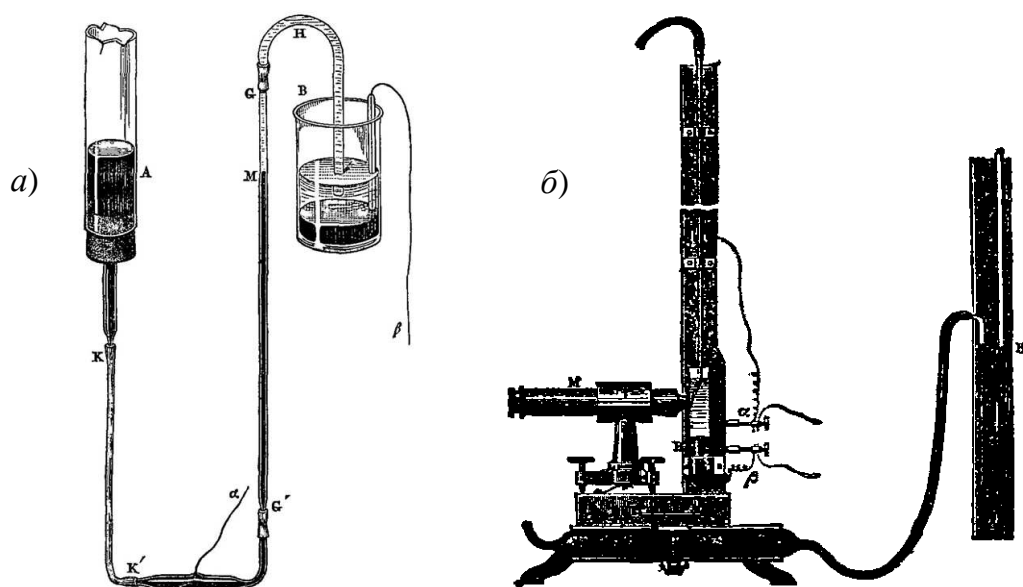


Рис. 2.21. Капиллярный электрометр Липпмана: схема устройства (а) и внешний вид (б). Рисунки заимствованы из разных статей энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона

*Капиллярный электрометр*, в настоящее время забытый, был изобретен в 1875 г. Габриэлем Ионасом Липпманом (1845–1921) в ходе выполнявшихся им исследований капиллярных явлений. Действие этого прибора основывалось на изменении поверхностного натяжения ртути, соприкасающейся с раствором кислоты, под действием очень малого напряжения. На рис. 2.21, а электрический сигнал, подаваемый через проводники  $\alpha$  и  $\beta$ , вызывает перемещение ртутного мениска  $M$  в капилляре. На рис. 2.21, б виден микроскоп, через который наблюдается положение мениска.

Электрометр Липпмана позволял измерять напряжения порядка единиц милливольт при токах, составлявших доли микроампера. Для измерений в ди-

намическом режиме, как изображено на первом графике рис. 2.20, нужно было использовать движущуюся фотопластинку.

*Струнный гальванометр* Эйнтховена несколько напоминал по устройству вибратор электромеханического осциллографа, только в сильное магнитное поле (до 22000 Гс!) помещалась не петля, а прямолинейный проводник в виде очень тонкой посеребренной кварцевой нити. Отклонение нити наблюдалось через отверстия в полюсных наконечниках.

На рис. 2.22, заимствованном нами из статьи об Эйнтховене в Википедии (об источнике фотографии в статье нет сведений), показан общий вид ранней электрокардиографической установки.

Очевидно, струнный гальванометр стоит посередине лабораторного стола; по обе стороны от него находятся источник света и фоторегистрирующее устройство. Для контакта с пациентом служат видимые на фотографии три сосуда с солевым раствором.

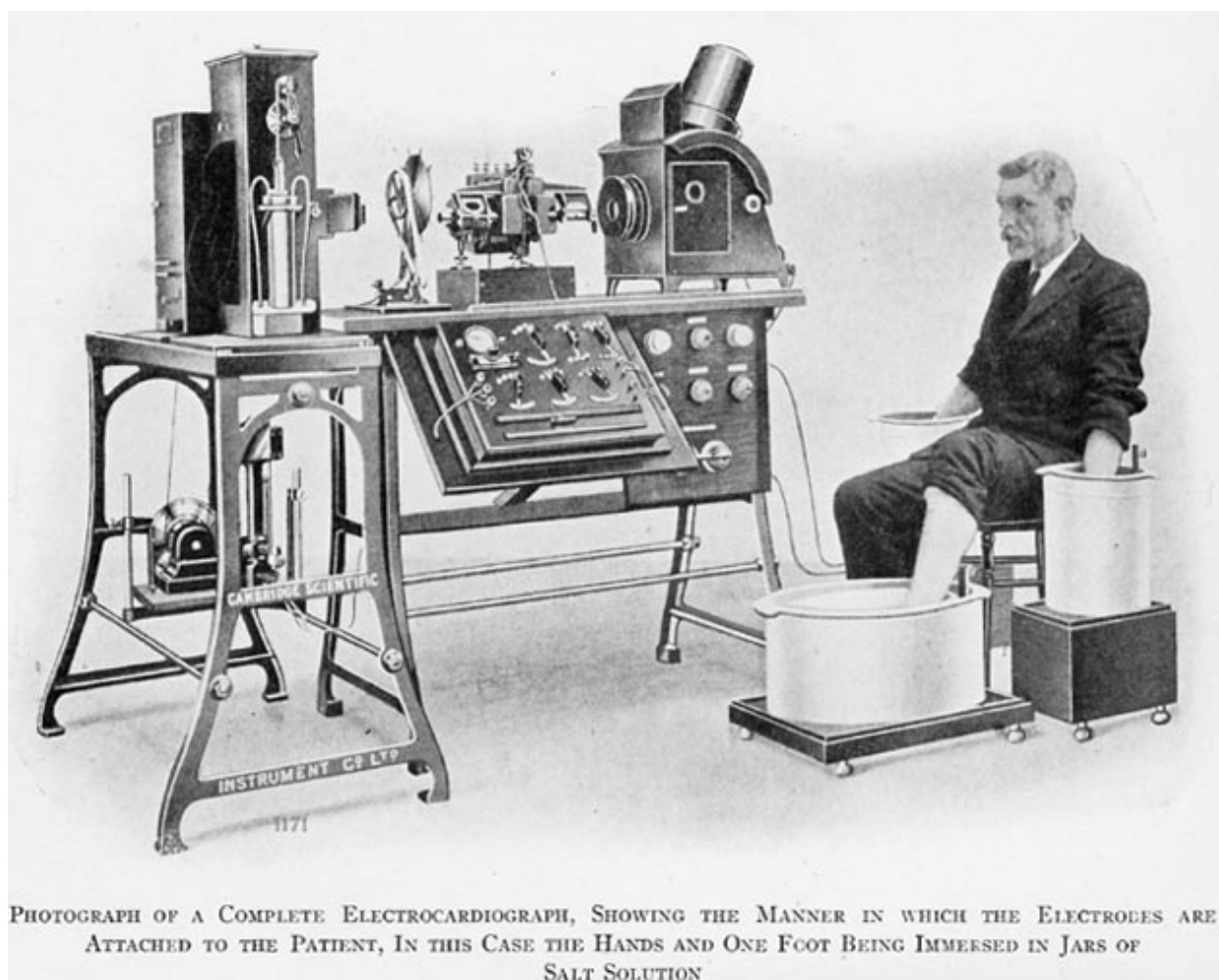


Рис. 2.22. Снятие электрокардиограммы

Позже струнный гальванометр впервые позволил осуществить регистрацию электрических процессов *в головном мозге*. Это сделал Владимир Владимирович Правдич-Неминский в 1912–1913 гг. в опытах на собаке. До этого, ещё в 1880-х годах, некоторые исследователи наблюдали колебания потенциалов мозга, но не регистрировали их [35, с. 67].

Подводя итог сказанному выше, хочется вспомнить русскую поговорку – “за деревьями не видит леса”. Действительно, многочисленные подробности могут заслонить от читателя две основных стороны нашего изложения, связанные с информационной сферой: не только развитие *физиологии познавательных процессов*, но и совершенствование *методов и технических средств познания* в биологии. Полезно было бы хотя бы мысленно вернуться к содержанию этого раздела и выделить в нём эти две стороны.

Но есть и ещё одна сторона биологии XIX века, важность которой для информационной сферы выявилась только в следующем веке. Мы имеем в виду *физиологию передачи наследственной информации* и её связь с эволюцией.

Подходя к этому вопросу издалека, начнём с того, что идеи эволюционного развития органического мира одним из первых стал развивать **Жан Батист Ламарк** (1744–1829). Но он полагал, что полезные признаки, приобретённые в ходе жизни организма, могут передаваться по наследству, что сейчас считается неверным.

Далее, как уже было сказано в разделе 2.2, в 1859 г. Чарлз Дарвин, основываясь на многочисленных наблюдениях, выступил с идеей естественного отбора как движущего фактора эволюции. Он тоже рассматривал эволюцию “сверху”, не вдаваясь в механизмы наследственности.

Несколько ближе к раскрытию этих механизмов стояли работы **Грегора Иоганна Менделя** (1822–1884), начатые в 1856 г. Их результаты были опубликованы в 1866 г.

Мендель скрещивал сорта гороха, различавшиеся по определённым признакам (например, по форме и окраске семян) и прослеживал проявление этих признаков у последовательных поколений гибридов. Оказалось, что некоторый признак может не проявиться в первом поколении, но возникнуть вновь в следующих поколениях. Мендель объяснил это наличием неких наследственных “факторов”, которые при скрещивании не сливаются и не исчезают.

Может возникнуть вопрос: а зачем это было нужно монаху? Но Мендель был широко образованным человеком; он изучал физику, химию, математику, зоологию, ботанику и палеонтологию.

Работы Менделя не привлекли внимание современных ему учёных. Их важность оценили только в 1900 г., когда был уже изучен процесс деления клеток и готова была возникнуть генетика.

Относительно того, кто первым наблюдал основной способ деления клеток – митоз, при котором дочерние клетки получают такие же наборы хромосом, как исходная клетка, – можно найти различные мнения. Мы приведём текст из размещённой в Википедии статьи о профессоре Московского университета **Иване Дорофеевиче Чистякове** (1843–1877):

“В 1874 году Чистяков открыл процессы равномерного распределения ядерного вещества, наблюдаемые при делении клеток у высших растений (это открытие нередко ошибочно приписывается немецким учёным Э. Страсбургеру и В. Флеммингу). Открытие Чистякова было опубликовано в 1874–1875 годах в ботанических журналах на итальянском и немецком языках и сделалось достоянием учёного мира. Страсбургер, истолковав описанное Чистяковым явление как процесс, с которым связана наследственная передача дочерним клеткам особенностей материнской клетки, пытался приписать себе первенство открытия, но печатные работы Чистякова сохранили приоритет за ним”.

Вместе с тем, в той же Википедии Эдуард Адольф Страсбургер (1844–1912) характеризуется как “первооткрыватель деления ядер у растений (1875)”, а Елена Мурзина в размещённой в Интернете статье о Вальтере Флемминге (1843–1905) написала: “Его открытия, митоз и хромосомы, считаются одним из 100 самых важных научных открытий всех времен и одним из 10 самых важных открытий в клеточной биологии”.

Так или иначе, XIX век подготовил необходимый материал для последующего развития генетики.

## **2.6. Развитие электротехники с её средствами измерений и связи**

Электричество в XIX веке находилось, можно сказать, на переходе от физики к технике, от исследований к применениям. Отчасти по этой причине, а отчасти из-за особой роли электрических средств измерения и связи в информационной сфере, мы выделяем электричество в особый раздел, не смешивая его даже с теми областями физики (не имевшими в XIX веке выхода в технику), на базе которых впоследствии развилась электроника.

Нас будут интересовать два аспекта рассматриваемой области: во-первых, создание и развитие электрических *средств информационной техники*, и, во-

вторых, формирование *системы понятий*, связанных с электричеством, – прежде всего, новых величин.

В предыдущей главе, на странице 102, мы уже упоминали о том, что в конце 1799 г. Алессандро Вольта впервые создал удобный источник постоянного электрического тока.

До этого предметом исследования было в основном (если не считать “животного электричества”) *статическое электричество* – заряды, либо создаваемые трением, либо наводимые от грозовых облаков. При разряде заряженных тел получались искры, но не длительный ток.

Вольта известил научную общественность о своём открытии 20 марта 1800 г. письмом, адресованным президенту Королевского общества Джозефу Бэнксу [9, с. 198]. Это известие широко распространилось, и многие учёные приступили к исследованию нового явления. Был воспроизведён ряд эффектов, которые ранее получались при искровых разрядах [9, с. 199], а также найдены новые эффекты.

Почти сразу удалось разложить электрическим током воду и некоторые другие сложные вещества. Вскоре была сделана попытка использовать химическое действие тока *для связи* – в 1809 г. немецкий врач и анатом **Самуэль Томас Зёммеринг** (1755–1830) построил *пузырьковый телеграф*. Приём сигнала в этом устройстве заключался в обнаружении пузырьков газа на электроде. Каждой букве алфавита соответствовал свой электрод и свой провод, соединявший его с передающей станцией.

Справедливость требует заметить, что ещё раньше, в 1774 г., был построен *электростатический телеграф*, такой же громоздкий и неудобный.

Для *измерительных целей* химическое действие тока было использовано позже, в результате выполненных в 1832–1833 гг. исследований Фарадея. Прибор, позволяющий определять силу тока по массе вещества, выделившегося на электроде за некоторое время, был назван *вольтаметром* (сейчас распространено название *кулонометр* или *кулонметр*). Автор настоящего издания ещё застал действовавшее до 1 января 1948 г. определение единицы силы тока – ампера – как силы такого постоянного тока, который в серебряном вольтаметре выделяет в секунду 1,1180 мг серебра.

Другой эффект, который давали батареи гальванических элементов, – это тепловое действие. Металлические проволоки, присоединённые к батарее, раскалялись или даже сгорали. Понятия электрического тока в первые годы исследований ещё не было, но фактически именно его силу оценивали зрительно, по

степени накала. И обнаруживались удивительные вещи. Если тонкую и толстую проволоки соединяли параллельно, сильнее раскалялась толстая проволока, а при последовательном соединении – тонкая (Чилдрен, 1815 г.). Дополнительный нагрев одного участка проволоки уменьшал накал других участков, а охлаждение одного участка увеличивало их накал (Дэви, 1821 г.) [9, с. 248]. Таким образом, широко используемая сейчас зависимость электрического сопротивления от температуры обнаружилась раньше, чем вошло в обиход само понятие сопротивления.

История электрических газоанализаторов на принципе теплопроводности началась с опыта Томаса Эндрюса (1813–1885). В 1840 г. он обнаружил, что проволока, в воздухе докрасна раскалённая током, теряет накал в более теплопроводящем водороде.

Практически применил тепловое действие тока **Павел Львович Шиллинг** (1786–1836) – русский электротехник, востоковед, криптограф (рис. 2.23). Он научился с помощью электрического тока взрывать мины на расстоянии. Первая демонстрация состоялась в 1812 г.; мина была взорвана в Неве. Войдя с русской армией в Париж, Шиллинг в 1815 г. взорвал мину в Сене. С некоторой натяжкой можно считать, что это было первое применение электрического тока для *управления на расстоянии*.



Рис. 2.23. Павел Львович Шиллинг

Среди других эффектов нужно упомянуть *электрическую дугу*, впервые полученную в 1802 г. **Василием Владимировичем Петровым** (1761–1834). Позже (вероятная дата – 1808 г.) дугу получил Хэмфри Дэви (1778–1829), которого западные историки науки, в том числе и цитировавшийся выше Марио Льюцци [9], сочли первооткрывателем. Вопрос о приоритете подробно разобран в недавней статье [38]. Мало того, – в книге Льюцци [9, с. 248] отмечено, что в 1820 г. дугу воспроизвёл швейцарский физик **Артур Огюст де ла Рив** (1801–1873). И его также иногда называют её первооткрывателем.

Впоследствии дуга служила источником света; для её поддержания понадобились *регуляторы*, которые и были разработаны рядом инженеров. Помимо этой роли дуги в развитии информационной сферы, можно отметить, что в начальный период развития радиотехники для получения мощных высокочастотных сигналов использовались *дуговые генераторы*.

Раз уж мы упомянули активного экспериментатора де ла Рива, добавим: имеются сведения о том, что он в 1837 г. изобрёл тепловой электроизмерительный прибор.

Важным рубежом в развитии электротехники явился 1820 г., когда датчанин **Ганс Христиан Эрстед** (1777–1851) сообщил о наблюдавшемся им повороте магнитной стрелки под влиянием того, что он называл *электрическим конфликтом*.



Рис. 2.24. Ганс Христиан Эрстед

Текст сообщения, опубликованного 21 июля (его перевод можно прочитать в хрестоматии [10, с. 308–312]), интересен – в нём предполагается наличие некоего *вихря* вокруг провода, в котором происходит *конфликт*.

Только этим вихрем Эрстед (рис. 2.24) мог объяснить поворот стрелки, противоречивший всем физическим идеям того времени. Ведь казалось очевидным, что силы взаимодействия между телами всегда направлены по прямой, проходящей через эти тела!

Из сообщения Эрстеда видно, насколько туманными были тогда представления об электричестве: ведь Эрстед счёл нужным проверить, зависит ли эффект от *материала* провода! Электродинамика в середине 1820 г., не располагавшая даже понятием электрического тока, была примерно в таком же состоянии, как механика до Ньютона, не имевшая чётких представлений ни о массе, ни о силе.

Известие об открытии Эрстеда вызвало всплеск активности учёных. Летом 1820 г. де ла Рив демонстрировал опыт Эрстеда на съезде естествоиспытателей в Женеве.

Присутствовавший при этом **Доминик Франсуа Араго** (1786–1853; его краткая биография имеется, например, в фундаментальном труде [39, с. 426–427]) сделал сообщение в Парижской академии наук 4 сентября, а через неделю, 11 сентября, воспроизвёл сам опыт [39, с. 420].

В том же 1820 году, 16 сентября, на съезде естествоиспытателей и врачей в Галле [18, с. 191] немецкий физик **Иоганн Соломон Христофор Швейггер** (1779–1857) показал свой *мультипликатор*. Швейггер умножил (“мультиплицировал”) эффект Эрстеда, располагая провод и над магнитной стрелкой, и под ней – как изображено на рис. 2.18. Следующим шагом стало использование многовитковой катушки.

Приступивший к экспериментам Ампер сделал в Парижской академии два доклада 18 и 25 сентября 1820 г.; резюмировавший их труд был представлен Академии 2 октября. Его перевод опубликован в хрестоматии [10, с. 315–323]; в комментарии к нему [10, с. 324] отмечено, что в этом труде впервые в истории физики был использован термин *электрический ток*. С точки зрения формирования информационной сферы интересно обсудить дословную формулировку Ампера (мимо которой спокойно проходят историки науки):

“Электродвижущее действие проявляется в двоякого рода эффектах, которые я считаю нужным сначала разграничить путём точного определения.

Я назову первый из этих эффектов *электрическим напряжением*, а второй – *электрическим током*” [10, с. 315, курсив в оригинале].

Далее Ампер пишет уже не об эффектах, а о *состояниях*: состояние напряжения имеет место, когда тела, “между которыми возникло электродвижущее действие”, разделены непроводниками. В этом состоянии наблюдается притяжение лёгких тел, расхождение листков электроскопа.

Когда же “тела соединены проводящим контуром, электрическое напряжение отсутствует” [10, с. 316] и лёгкие тела перестают притягиваться, зато становится возможным разложение воды и происходит отклонение магнитной стрелки. Это состояние Ампер предлагает назвать электрическим током [10, с. 318]. Если ток прервать, напряжение восстанавливается, и снова наблюдается притяжение лёгких тел.

Как видно, напряжение и ток здесь ещё не трактуются как *величины*, хотя они, по тексту Ампера, могут увеличиваться и уменьшаться. Конечно, хотелось бы видеть в этом тексте чёткие формулировки по типу ньютоновых: “Количество материи есть *мера* таковой,...”. Но на первых стадиях развития новой науки некоторая неопределённость её основных понятий не только неизбежна, но даже оказывается полезной.

Мы, привыкшие к слову *ток*, перестали замечать, что оно произошло от представления о *протекании* по проводнику *электрических жидкостей* – считалось, что две разнополярные жидкости одновременно текут в противоположных направлениях. Не всегда мы обращаем внимание и на категориальную неоднозначность [40, с. 77–78], сохранившуюся в слове *ток*: этим словом обозначают как физический *процесс*, так и характеризующую его *величину* (вместо более правильного термина *сила тока*).

В математических выкладках Ампера взаимодействующие между собой токи уже рассматриваются как обычные физические величины.



До конца 1820 г. Ампер почти еженедельно выступал в Парижской академии. Он произвёл огромное количество опытов, для которых создавал хорошо продуманные экспериментальные установки. Один из приборов Ампера, входивший в установку, предназначенную для исследования взаимодействия между параллельными проводниками ( $AB$  и  $CD$ ), изображён на рис. 2.25.

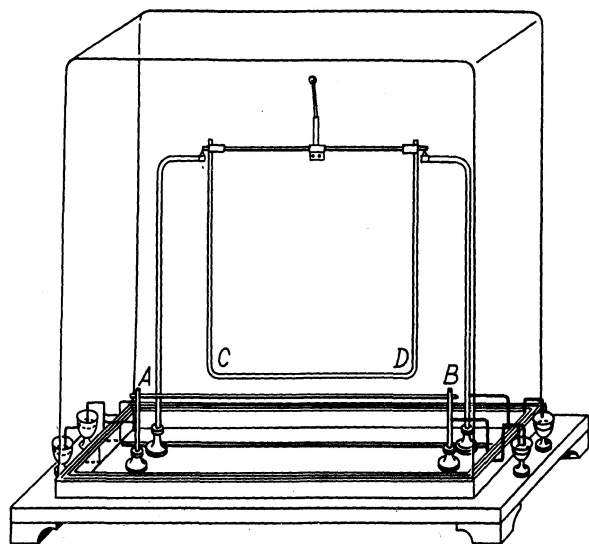


Рис. 2.25. Один из приборов Ампера (по книге [10])

Результаты работ Ампера в области электродинамики изложены в его труде “Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта”, датированном 1826 годом.

Трудно перечислить всё новое, что внёс Ампер в учение об электричестве за те несколько лет, которые он ему уделил.

Он показал, что круговой виток с током ведёт себя как “магнитный листок”, и выдвинул идею об электрической природе магнетизма. Он на

основании опытов с протяжёнными проводниками вывел закон взаимодействия коротких участков проводников. Он заложил основы современной электротехнической терминологии. Он высказал идею электромагнитного телеграфа. И это, конечно, далеко не всё.

Отметим, что одновременно с Ампером опыты, вошедшие в историю науки, выполнили **Жан Батист Био** (1774–1862) и **Феликс Савар** (1791–1841), известный также работами в области акустики. Об этих опытах они доложили в Парижской академии 30 октября и 18 декабря 1820 г. [41, с. 214–215].

Био и Савар исследовали воздействие проводника с током на магнитную стрелку методом колебаний, – так же, как Кулон изучал зависимость силы электростатического притяжения от расстояния (см. выше раздел 1.8, с. 111–112). Одно из достоинств этого метода состоит в том, что он не требует непосредственного измерения силы или момента.

В эксперименте Био и Савара периоды колебаний стрелки возрастали как квадратные корни из расстояний до провода. А поскольку в формуле для периода возвращающий момент (а значит, и сила, действующая на каждый из полюсов стрелки) находится в знаменателе подкоренного выражения, отсюда сле-

довала обратная пропорциональность силы расстоянию. Пьер Симон Лаплас (1749–1827) показал, что если представить воздействие бесконечного прямолинейного провода с током как интеграл воздействий отдельных бесконечно малых отрезков провода, то эти элементарные силы должны быть обратно пропорциональными *квадратам расстояний*, – именно этому условию соответствовали экспериментальные данные Био и Савара.

В настоящее время результат Лапласа используется для расчёта напряжённости магнитного поля, создаваемого током при любой конфигурации провода, и именуется законом Био – Савара – Лапласа.

Теперь вернёмся к Амперу и добавим, что одним из его достижений, важным для истории измерений, считается участие в создании *астатического гальванометра*, т. е. такого прибора, в котором подвижная часть (в отличие от мультипликатора Швейггера) не испытывает действия земного магнитного поля. Однако в разных источниках суть предложения Ампера объясняется различно. Возможно, просто имеются в виду разные приборы.

В книге Л.Д. Белькинда [18, с. 197] приведён рисунок “астатической магнитной стрелки Ампера” с двумя микрометрическими винтами, которые позволяли наклонить ось вращения стрелки так, чтобы эта ось совпала, в теперешней терминологии, с направлением силовой линии магнитного поля Земли. Ясно, что при этом земное поле не создаёт вращающего момента.

Марио Льюцци [9, с. 252] описал “астатический аппарат” Ампера иначе: “Прибор состоял из двух параллельных жёстко связанных магнитных стрелок с полюсами, направленными в противоположные стороны. Вся система подвешивалась на острие...”.

По этому принципу конструируются нынешние *астатические электромагнитные и электродинамические приборы*, – наличие у них двух противоположно ориентированных элементов подвижной части обеспечивает нечувствительность к внешним полям.

Леопольдо Нобили (даты его жизни по [9, с. 252] 1784–1835, а по Большому энциклопедическому словарю 1787–1835) превратил “астатический аппарат” Ампера в чувствительный гальванометр, подвесив подвижную систему на нити. Он сообщил об этом в 1825 г.

**Иоганн Христиан Поггендорф** (1796–1877), который часто упоминается в литературе как издатель научного журнала “Анналы физики и химии”, ввёл в мультипликаторе зеркальный отсчёт. Добавим кстати, что он же предложил компенсационный метод измерения напряжения.

Марио Льюцци в книге [9, с. 252] после рассказа о высокой чувствительности гальванометра Нобили поместил странную фразу:

“Эти измерительные приборы были значительно усовершенствованы лишь с появлением в 1837 г. тангенс-буссоли Клода Пуйе (1790–1868) и синус-буссоли, употреблявшейся уже за год до этого тем же Пуйе”.

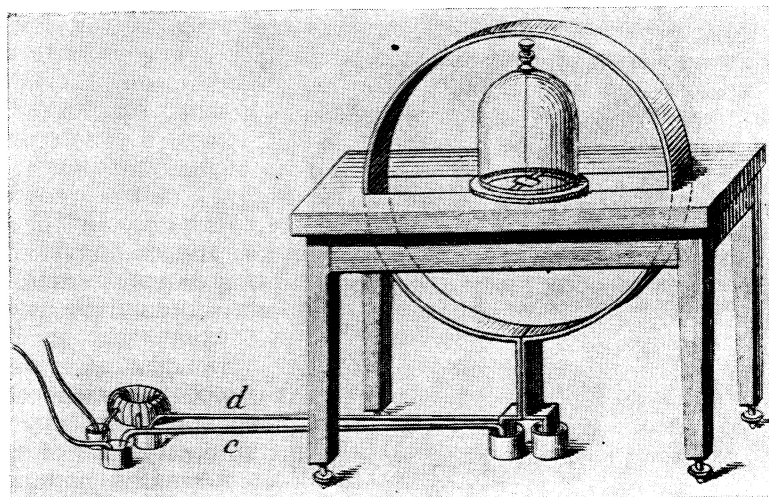


Рис. 2.26. Тангенс-буссоль Клода Пуйе, 1853 г.  
(по книге [9])

В тангенс-буссоли Клода Серве Маттиаса Пуйе (рис. 2.26) плоскость обтекаемого током витка ориентируется по магнитному меридиану. Магнитное поле тока в области короткой магнитной стрелки при большом диаметре витка почти однородно, поэтому тангенс угла отклонения стрелки пропорционален силе тока. Синус-буссоль отличается тем, что виток нужно поворачивать вслед за стрелкой (которая может быть более длинной); при этом синус угла поворота пропорционален силе тока.

В чём же здесь *усовершенствование*? Льюцци не даёт объяснений (не желая вдаваться в специфику измерений?). По-видимому, дело в том, что самый совершенный мультипликатор только *обнаруживал* наличие тока, но не позволял его *измерить*, поскольку был неизвестен закон, связывающий угол отклонения магнитной стрелки с протекающим током, который создавал неоднородное магнитное поле. Тангенс-буссоль и синус-буссоль были уже измерительными устройствами – для них этот закон давался теорией.

Среди нескольких исследователей, совершенствовавших тангенс-буссоль, Льюцци называет Гельмгольца. Можно предположить, что в тангенс-буссоли Гельмгольца круговой виток (или многовитковая катушка) был заменён *коль-*

цами Гельмгольца – системой из двух одинаковых кольцевых катушек большого диаметра, расположенных соосно на расстоянии друг от друга, равном среднему радиусу колец. При таком расположении магнитное поле в центре системы колец получается более однородным, чем поле единственного кольца, а это позволяет использовать более длинную магнитную стрелку.

Когда автор настоящего пособия был студентом, кольца Гельмгольца использовались в лабораторной работе по исследованию влияния внешних магнитных полей на стрелочные приборы.

По-видимому, вопреки Льюису [9], не Пулье был изобретателем тангенс-буссоли. Например, в работе [41, с. 275–276] читаем о сообщении *Эмилия Христиановича Ленца* (1804–1864), сделанном 2 декабря 1842 г.: “Ленц измеряет величину тока с помощью тангенс-буссоли – прибора, изобретённого гельсингфорским профессором Иоганном Нервандером (1805–1848), и в первой части своего сообщения исследует этот прибор”.

Ряд авторов указывает 1833 г. как дату изобретения Йохана Якоба Нервандера (см., например, статью “Гальванометр” в Энциклопедии Брокгауза и Ефрона). Впоследствии Нервандер и Ленц усовершенствовали буссоль.

Чтобы не возвращаться к вопросу конструкций электроизмерительных приборов, упомянем ещё два важнейших события в этой области: изобретение в 1848 г. Вильгельмом Эдуардом Вебером (напоминаем даты его жизни: 1804–1891) так называемого *электродинамометра* или, по теперешней терминологии, *электродинамического измерительного механизма*, и создание в 1886 г. Жаком Арсеном д’Арсонвалем (1851–1940) *магнитоэлектрического гальванометра* с подвижной катушкой.

Следующей важной вехой в развитии электротехники стало открытие в 1821 г. *Томасом Иоганном Зеебеком* (1770–1831) термоэлектрического эффекта. Заметим, что Зеебек – в каком-то смысле наш соотечественник: он родился в Ревеле (нынешнем Таллине), который тогда принадлежал России.

Продвигаясь дальше по шкале времени, доходим до 1827 года, когда была опубликована основополагающая работа *Георга Симона Ома*

(1787–1854) “Гальваническая цепь, разработанная математически”. Не впервые ли в науке Ом (рис. 2.27) использовал термин *цепь* (Kette)?



Рис. 2.27. Георг Симон Ом

В справочном пособии [10, с. 341–347] приведён перевод отрывков не итогового труда Ома, вышедшего в 1827 г., а более ранней статьи 1826 года, в которой подробно описывается экспериментальная установка Ома и методика выполнения опытов.

Основные эксперименты Ома были посвящены исследованию зависимости силы тока в цепи от длины проводника, включаемого в цепь, при постоянной (в современной системе терминов) электродвижущей силе источника тока. Первоначально в качестве такого источника Ом использовал гальванические элементы, но существовавшие в то время типы элементов не обеспечивали постоянства напряжения. По совету Поггендорфа Ом перешёл к использованию термопары медь – висмут в качестве источника тока.

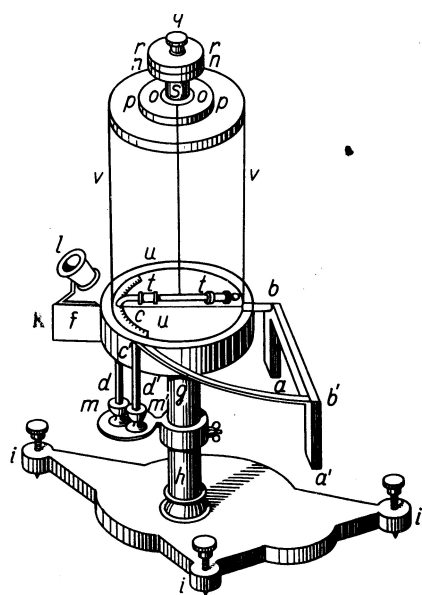


Рис. 2.28. Установка Ома с крутильными весами (по книге [10])

Нужно понимать, что у Ома не было готовых вольтметров и амперметров. Утверждения некоторых авторов о том, что Ом измерял напряжение *электроскопом*, вряд ли достоверны. В основных опытах Ом фактически принимал постоянной (хотя и неизвестной) электродвижущую силу термопары, работающей при заданной разности температур, хотя точного понятия электродвижущей силы в его время не было.

Силу тока Ом действительно измерял, для чего построил оригинальные крутильные весы (рис. 2.28). С помощью крутильной головки он каждый раз возвращал магнитную стрелку в исходное положение, так

что неоднородность поля, создаваемого током, не влияла на результат измерения. Результат измерения получался как угол поворота головки.

На рис. 2.28  $abb'a'$  – П-образная отливка из висмута; к её “ножкам”  $ab$  и  $a'b'$  по всей длине примыкают (и прикрепляются винтами) отогнутые концы медных полосок  $abcd$  и  $a'b'c'd'$ . Противоположные, тоже отогнутые концы этих полосок опущены в чашки  $m$  и  $m'$  с ртутью. Это – постоянная часть исследуемой цепи.

Изменяемая часть, подключаемая к установке с помощью чашек с ртутью, состояла в основной серии экспериментов из набора проводников длиной 2, 4, 6, 10, 18, 34, 66 и 130 дюймов, вырезанных из одного куска медного прово-

да. При экспериментах проводники поочерёдно подключались сначала в указанном, а затем в противоположном порядке. С ртутью контактировал только торец проводника, его боковые поверхности изолировались.

Одна из “ножек”  $ab$  и  $a'b'$  в основной серии экспериментов погружалась в сосуд с кипящей водой, а другая охлаждалась льдом, причём были приняты меры для выравнивания температуры по всей длине “ножек” (с помощью свинцовой дроби) и изоляции от изменений температуры окружающего воздуха (с помощью толчёного стекла).

Полученные результаты хорошо описывались формулой

$$X = \frac{a}{b + x'}$$

где  $X$  – “сила магнитного действия”, отсчитываемая по шкале крутильных весов с точностью до сотых долей оборота,  $a$  и  $b$  – постоянные,  $x$  – длина провода.

Из опытов с четырьмя латунными проводниками разной длины (отличавшимися по сечению от медных) Ом заключил, что дюйм латунного провода эквивалентен  $20\frac{1}{2}$  дюйма меди. Наконец, вид формулы сохранился при нахождении горячего конца термопары не в кипятке, а при комнатной температуре, которая составляла  $7\frac{1}{2}$  градуса Реомюра. Изменился (уменьшился более чем в десять раз!) только коэффициент  $a$ .

Ом сделал вывод, что  $a$  зависит “только от возбуждающей силы”, а  $b$  – “только от неизменяемой части цепи”. Другой вывод состоял в том, что “сила термоэлектрического контура в точности пропорциональна разности температур его двух концов”.

Мы уделили столько внимания опытам Ома (хотя многие его замечательные предосторожности остались не упомянутыми), чтобы показать, как можно было, не располагая ни обширной априорной информацией, ни опробованной аппаратурой, получить фундаментальные научные результаты. Правда, Ом воспользовался *аналогией*: он полагал, что явления электропроводности аналогичны явлениям теплопроводности, теория которой, как мы знаем, была построена Жаном Батистом Фурье в первых десятилетиях века.

Стоит напомнить, что Сади Карно при разработке теории тепловых машин тоже исходил из аналогии, только другой – гидравлической. Можно сказать, что аналогия есть хорошее средство поиска пути в неизведанной области науки.

Теперь мы подходим к одному из самых важных событий в истории электротехники – открытию электромагнитной индукции. Это открытие сделали

почти одновременно в Англии – *Майкл Фарадей* (1791–1867) и в Америке – *Джозеф Генри* (1797–1878). Литературные данные по этому вопросу противоречивы.

П.С. Кудрявцев, автор книги [42] о Фарадее, утверждает, что Генри опередил Фарадея, выполнив “всю серию индукционных опытов” до летних месяцев 1831 г.

Другие сведения даёт Г.К. Цверева, издавший в “Научно-биографической серии” АН СССР монографию [43], посвящённую Генри. Он считает “неоспоримым”, что “Генри открыл электромагнитную индукцию в промежутке между 14 и 28 июня 1832 г.”, в то время как историческая запись в дневнике Фарадея датирована 29 августа 1831 г. Её текст имеется в [42, с. 28–29].

Материалы монографии [43] более тщательно документированы; в ней помещена сравнительная хронологическая таблица действий и публикаций Фарадея и Генри, иллюстрирующая вывод о первенстве Фарадея. Из-за большого объёма таблицы воспроизводить её здесь нецелесообразно.

Нужно привести хотя бы краткие биографические сведения о Фарадее и Генри (по книгам [42] и [43] – страницы указывать будем только при крайней необходимости), чтобы понять, в чём эти учёные сходны и чем различаются.

Майкл Фарадей родился 22 сентября 1791 г. в семье лондонского кузнеца. В тринадцатилетнем возрасте он был отдан в ученики в книжную лавку, при которой была переплётная мастерская. Мастерство переплётчика Фарадей пронёс через всю жизнь. Достаточно взглянуть на его дневники (или, может быть, правильнее – рабочие тетради?), которые он аккуратнейшим образом переплетал и хранил (рис. 2.29).

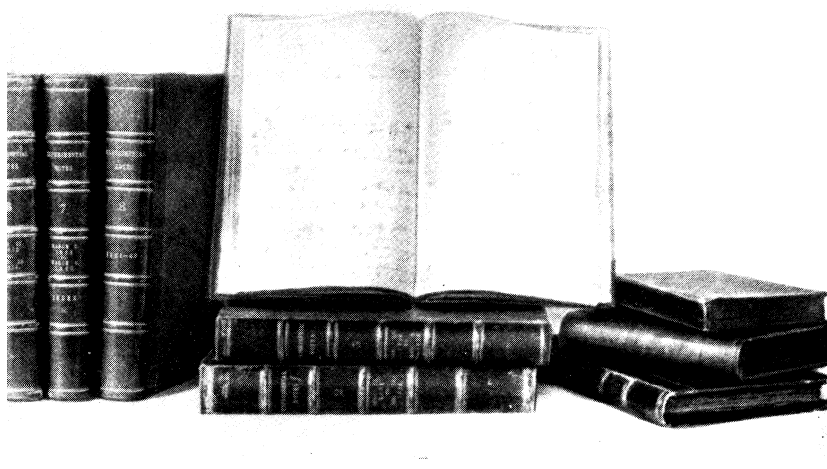


Рис. 2.29. Дневники Фарадея  
(по книге [42])

Работа Фарадея в книжной лавке давала ему возможность читать книги. Популярная книга “Беседы по химии” и лекция Хэмфри Дэви, на которую Фарадею удалось попасть, возбудили в нём желание стать химиком. Он послал Дэви письмо, приложив прослушанную им лекцию, аккуратно переписанную и переплетённую. Через некоторое время Дэви рекомендовал Фарадея на освободившееся место ассистента в Королевском институте (о его учреждении было сказано выше на странице 133 раздела 1.10).

Это произошло в 1813 г., а с осени того же года до весны 1815 г. Фарадею пришлось путешествовать по Европе в качестве *камердинера* Дэви.

Унизительное положение слуги не помешало Фарадею приобрести преданных друзей в разных городах Европы и использовать все возможности для продолжения самообразования. Таким образом, стартовые позиции Фарадея в науке вполне определились к 1815 г., когда он снова приступил к работе в Королевском институте. Сразу добавим, что Фарадей в 1824 г. был, несмотря на противодействие Дэви, избран членом Королевского общества, а в 1827 г. “получил профессорскую кафедру в Королевском институте” [39, с. 437].

Для сравнения обратимся к юношеским годам Джозефа Генри. Он родился 17 декабря 1797 г. в Олбани (городе на реке Гудзон, в устье которой расположен Нью-Йорк), в семье возчика, переселенца из Шотландии. В возрасте 13 лет мать попыталась пристроить его учеником часовщика и серебряных дел мастера, но ремесло его не привлекло.

Одно время Генри был близок к выбору карьеры актёра в театре. Но вышло так, что директор “олбанской академии” Теодорик Ромейн Бек, оценив способности юноши, разрешил ему в 1819 г. бесплатно посещать занятия в академии. До этого Генри мог получать знания только из книг; так, в возрасте 16 лет на него оказали большое влияние “Лекции по экспериментальной физике, астрономии и химии” англичанина Джорджа Грегори, а позже – более серьёзный “Курс лекций по физике и механике” Томаса Юнга.

Олбанская академия была учебным заведением, занимавшим промежуточное положение между средней школой и колледжем; однако в ней изучались и химия, и математика. Генри прекратил обучение в академии в 1822 г., а в 1826 г. ему было предложено место профессора математики и физики в этой же академии. В промежутке между этими датами Генри активно участвовал в деятельности учреждённого в 1824 г. научного общества, получившего название “Олбанский институт”. Он сделал в нём ряд докладов (причём, даже говоря о фазовых переходах, “не разграничивал понятий температуры и количества теп-



лоты” [43, с. 31]). Заметим, что в числе докладчиков в “Олбанском институте” был Ричард де Витт – не потомок ли тех голландских де Виттов, которые упоминались нами в пособии [П2, с. 263–264]? Можно считать, что стартовые позиции Генри в науке окончательно определились к 1826 году.

Теперь нужно перейти к работам Фарадея и Генри по электричеству.

Фарадей в первые годы работы в Королевском институте выполнил ряд химических и физических экспериментов – например, он получил жидкий хлор. Об опытах Эрстеда он узнал из журнала, полученного Дэви 1 октября 1820 г. Они тут же повторили все опыты [42, с. 97]. С этого времени научные интересы Фарадея сосредоточились в основном на исследованиях электричества.

Характерны основательность и целеустремлённость Фарадея. В 1821 году он сделал знаменитую запись в дневнике: “Превратить магнетизм в электричество”. В том же году он опубликовал обстоятельный обзор, название которого переводят как “Опыт истории электромагнетизма”, хотя буквальный перевод звучит иначе: “Исторический набросок электромагнетизма” (Historical sketch of electro-magnetism – точная ссылка имеется в книге [43, с. 44]). Интенсивность исследований электромагнетизма за считанные месяцы 1820–1821 гг. была такой, что уже можно было говорить о его истории!

Важным достижением Фарадея было создание устройства, в котором магнит непрерывно вращался вокруг проводника с током, а другой проводник вращался вокруг неподвижного магнита. Этим была показана принципиальная возможность создания электродвигателя с исходным вращательным (а не возвратно-поступательным, как у паровой машины) движением.

Как уже было сказано, Фарадей впервые получил электрический ток с помощью индукции в 1831 г. Вначале он использовал две катушки на деревянном цилиндре, потом ввёл тороидальный сердечник и далее стал разнообразить опыты. Но ещё раньше другие учёные наблюдали или могли наблюдать явления индукции.

Доминик Франсуа Араго (рис. 2.30) заметил в 1824 г., что колебания магнитной стрелки компаса, расположенной вблизи массивного медного корпуса, быстро затухают [9, с. 265].



Рис. 2.30. Доминик Франсуа Араго

Он стал вращать медный диск, расположив его под стрелкой, и обнаружил отклонение стрелки в сторону вращения. Это явление было названо *магнетизмом вращения*.



Рис. 2.31. Джозеф Генри  
в 1829 г.

Портрет из книги [43]

Сейчас нам ясно, что оба эффекта вызывались вихревыми токами в меди. Как видно, простой частный случай индуцированных токов был замечен (но не объяснён) задолго до их общего исследования.

Индуктированные токи могли наблюдаться в опытах Ампера, но он не обратил на них внимания. Швейцарский физик Жан-Даниэль Колладон (1802–1893) поставил даже целенаправленный опыт: он вдвигал магнит в катушку, соединённую с гальванометром. Но появляющийся кратковременный ток он не смог обнаружить, поскольку гальванометр у него находился (для чистоты эксперимента!) в другой комнате, а использовать отдельного наблюдателя он не догадался.

Сравним путь Фарадея к его открытию с тем путём, которым шёл Генри (рис. 2.31), а потом вернёмся к другим работам этих двух учёных.

Генри в своей далёкой и, можно сказать, провинциальной Америке впервые увидел воспроизведение опыта Эрстеда только в 1826 г., а в следующем году сам начал экспериментировать.

Основной областью его деятельности стало конструирование электромагнитов. Это было тогда актуально. В 1820 г. Араго впервые собрал простейший стержневой электромагнит. Более серьёзный подковообразный электромагнит с однослойной обмоткой из неизолированной проволоки построил в 1825 г. Уильям Стерджен (Sturgeon, 1783–1850).

Генри в 1827 г. прочёл лекцию, а в 1828 г. опубликовал небольшую статью, в которой, исходя из идеи мультипликатора Швейггера (!), предложил многослойную обмотку для электромагнита.

Видимо, движимый американской страстью к рекордам, он стал создавать электромагниты со всё большей силой тяги, пока не построил электромагнит, способный поднять 2000 с лишним фунтов – около тонны, и это при питании от гальванических элементов!

Электромагнит с двумя обмотками и стал той экспериментальной установкой, на которой Генри обнаружил явление индукции. Удобство этой уста-

новки состояло в её универсальности: можно было включать и выключать ток в первичной обмотке, а можно было использовать остаточный магнетизм сердечника и получать импульс тока во вторичной обмотке, просто размыкая и замыкая магнитную цепь. Генри отметил двойной характер наблюдаемых преобразований: вначале электричество превращается в магнетизм, а затем магнетизм в электричество.

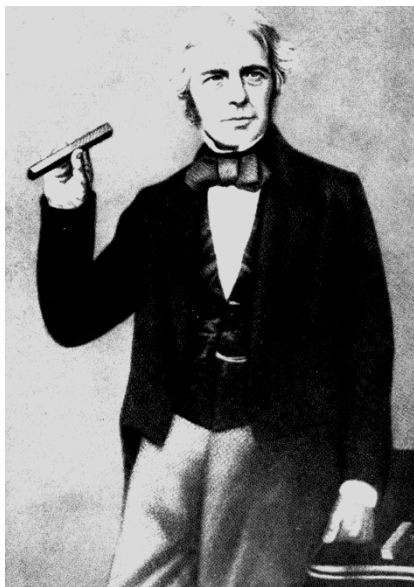


Рис. 2.32. Майкл Фарадей в период работы над вращением плоскости поляризации света. Портрет из книги [42]

О последующих работах Фарадея и Генри скажем совсем кратко.

Итоги работы Фарадея – *тридцать серий* “Экспериментальных исследований по электричеству”, выходявших в виде журнальных статей с 1831 по 1855 гг. [39, с. 438]. Перечислим в произвольном порядке некоторые его результаты.

Фарадей построил простейший генератор постоянного тока в виде диска, вращающегося между полюсами магнита, показав тем самым возможность производить с помощью индукции не только кратковременные импульсы.

Он объяснил принцип действия баллистического гальванометра и понял, что его отброс пропорционален *количеству электричества* в коротком импульсе тока; предложил идею магнитометра с подвижной катушкой.

Он исследовал электролиз и сформулировал его законы, разработал систему терминов, которой мы пользуемся и сейчас.

Он открыл явление магнитного вращения плоскости поляризации света (на рис. 2.32 он держит в руке стержень из тяжёлого стекла).

Он показал, что считавшиеся различными *виды электричества* – “обыкновенное” (получаемое трением), гальваническое, магнитоэлектрическое, термоэлектрическое, животное, – в действительности едины, так как позволяют получать одни и те же эффекты.

Он измерил увеличение ёмкости конденсатора при помещении диэлектрика между его электродами и предложил сам термин *диэлектрик* (ранее этот эффект обнаружил Кавендиш, но он не опубликовал своего исследования).

Он открыл диамагнетизм и парамагнетизм (и предложил сами эти термины), исследовал магнитные свойства ряда веществ.

Он независимо от Генри, хотя и позже его – в 1834 г. – исследовал явление самоиндукции, обнаруженное Вильямом Дженкинсом [43, с. 76], причём сразу отметил его сходство с инерцией в механике. Отметил это сходство – и сам тут же совершенно правильно усомнился (на самом деле инерция свойственна не самому току, а его магнитному полю). Но всё-таки идея инерции выглядит более верной, чем бытующие и сейчас представления о некоем “экстра-токе”, который якобы может быть больше исходного тока.

Об этом “новом” токе, “который рождается в то самое мгновение, когда исчезает первый ток,... и который может быть сильнее первого” писал даже Эмилий Христианович Ленц в 1838 г. [43, с. 77]!

Но, пожалуй, наиболее ценное из научного наследия Фарадея – это его мировоззрение и научная методология, о которых трудно говорить, хотя о них написано очень много (и это невозможно здесь повторить). Наверное, главное у Фарадея – убеждённость в единстве всех процессов в мире, в частности, электричества, магнетизма и света; а также представление об активной роли пространства между взаимодействующими телами.

Считается, что именно Фарадей ввёл в физику понятие поля. Он не изучал математики и не знал её, но каким-то иным способом наглядно представлял себе исследуемые явления. Вот, например, его слова [41, с. 273]:

“...Способность индуцировать токи проявляется по окружности вокруг магнитной равнодействующей или силовой оси точно так, как расположенный по окружности магнетизм возникает вокруг электрического тока...”

Разве это образное представление не вызывает в нашей памяти уравнений Максвелла? Приведём ещё удивительный отрывок из письма, которое Фарадей запечатал и оставил на хранение 12 марта 1832 г. (оно было вскрыто только в 1938 г., когда уже давно существовало радио):

“Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса похоже на колебание взволнованной водной поверхности или же на звуковые колебания частиц воздуха” [41, с. 271; 42, с. 36; полная цитата намного длиннее].

Вместе с тем, попытки буквально следовать в наше время за Фарадеем могут привести, мягко говоря, к неловкости. Это произошло с уважаемым академиком Владимиром Фёдоровичем Миткевичем (1872–1951): он задался вопросом: что происходит с фарадеевой магнитной силовой линией, когда она, сжимаясь, исчезает в материале проводника? Коллеги его не поняли.

Теперь кратко перечислим некоторые результаты Генри в рассматриваемой области (другие вещи, которыми он занимался, не должны нас сейчас интересовать).

Генри в 1831 г. одним из первых построил макет электродвигателя в виде качающегося коромысла с электромагнитом. Эта идея имитации паровой машины была отброшена с появлением вращающихся электродвигателей.

Он раньше европейских учёных – в 1832 г. – обнаружил явление самоиндукции: при отсоединении провода длиной 30 или 40 футов от гальванической батареи наблюдалась яркая искра, которой не было при коротком проводе.

Он предложил схему дистанционной сигнализации, включавшую в себя прототип *электромагнитного реле*. На рис. 2.33 показано состояние электромагнитов, соответствующее *разрыву* длинной цепи (пластины батареи вынуты из электролита по стрелке “Вкл”). При этом якорь электромагнита *A* не притянут, концы скреплённого с ним разветвлённого проводника опущены в чашечки с ртутью, и электромагнит *B* притягивает свой якорь. Если замкнуть длинную цепь, короткая цепь разорвётся, и якорь электромагнита *B* отпадёт.

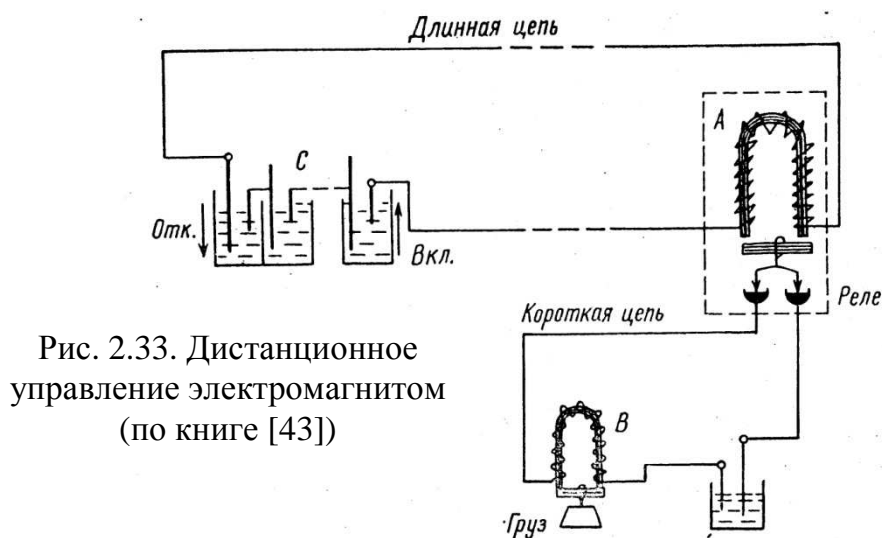


Рис. 2.33. Дистанционное управление электромагнитом (по книге [43])

Вообще длинные электрические цепи его очень занимали, – по мнению автора книги [43], это было новым в то время. Генри с удовольствием демонстрировал работу электромагнита, подключенного к источнику тока через длинные провода.

Точно так же его занимал вопрос о расстоянии, на котором может действовать индукция, и он обнаружил, что индуктированные токи возникают, даже если первичный контур отделён от вторичного каменной стеной.

Одно из самых интересных открытий Генри – колебательный характер разряда лейденской банки. Он пришёл к этому выводу, когда обнаружил, что

тонкие иглы намагничиваются током разряда в различных направлениях. Нечто подобное наблюдал Савар ещё в 1826 г., но он не объяснил причины наблюдаемого явления [43, с. 99]. Таким образом, начало исследованию колебательных процессов в электротехнике положил Генри.

Обратим внимание на чрезвычайную бедность тогдашних средств наблюдения. Торможение магнитной стрелки, яркая искра, намагничивание тонких иголок... И какие глубокие выводы делались из этого немного!

В качестве следующего события, важного для истории информационной сферы, отметим демонстрацию Павлом Львовичем Шиллингом *электромагнитного телеграфа* (рис. 2.34). Это произошло в октябре 1832 г. в доме № 7 по Марсову полю. Сейчас на этом доме можно видеть мемориальную доску, посвящённую Шиллингу.

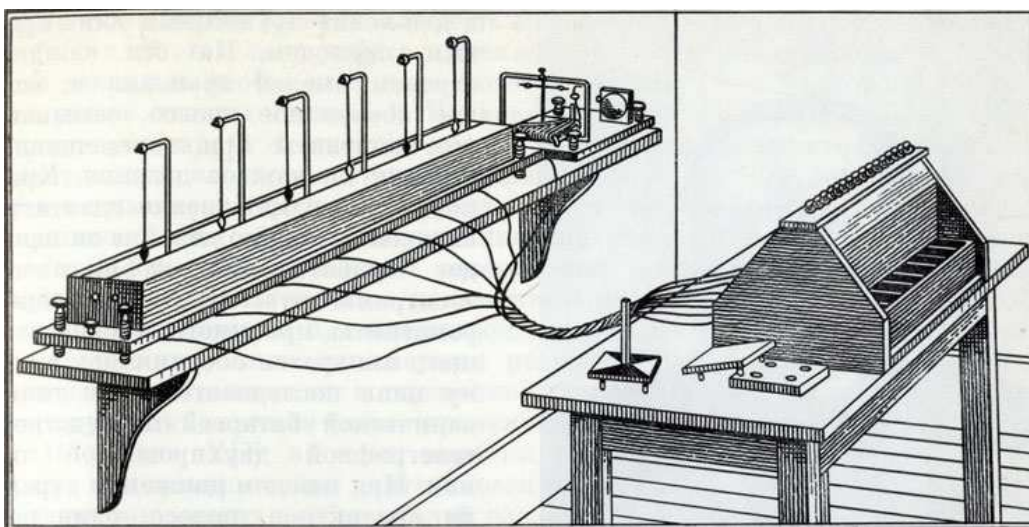


Рис. 2.34. Шестистрелочный телеграф Шиллинга

Указанную выше дату можно найти в нескольких источниках. Однако в размещённом в Интернете разделе “Изобретение электромагнитных телеграфов” книги: *Шухардин С.В., Ламан Н.К., Федоров А.С. Техника в ее историческом развитии, 1979*, откуда мы заимствовали рис. 2.34, приведены другие сведения:

«Не позже 1829 г. П.Л. Шиллинг разработал свой шестистрелочный телеграф, причем его усилия были одновременно направлены на отработку конструктивных элементов системы и на создание телеграфных кодов. Здесь ему пригодились познания в “шифровальном искусстве”. В конце 1830 г. на квартире П.Л. Шиллинга в Петербурге состоялась первая публичная демонстрация его электромагнитного телеграфа...».

Далее там же сказано, что несколькими годами позже П.Л. Шиллинг “вместе со своим механиком И.А. Швейкиным проложил первую в России линию электромагнитного телеграфа длиной более 5 верст на территории Главного Адмиралтейства в Петербурге”.

Так или иначе, важно, что по сравнению с предыдущими попытками создания электрических телеграфов П.Л. Шиллинг резко уменьшил число необходимых проводов – их было всего 8, включая вызывной провод и общий обратный провод.



Рис. 2.35. Б.С. Якоби

Ещё раньше Шиллинг экспериментировал с однострелочным аппаратом (и соответственно – последовательным кодом), но отказался от этой идеи, которая впоследствии восторжествовала.

Из многих других событий, относящихся к изобретению телеграфа, отметим две работы **Бориса Семёновича** (по рождению – Морица Германа) **Якоби** (1801–1874): систему телеграфирования на принципе шагового искателя (рис. 2.35 и 2.36, заимствованные из того же источника) и буквопечатающий телеграфный аппарат (1850 г.). У него были и другие

изобретения в рассматриваемой области.

Говоря о Якоби, добавим: считается, что он в 1839 г. впервые в мире отградуировал гальванометр по вольтметру.

Многие историки связи упоминают о создании электромагнитного телеграфа Карлом Фридрихом Гауссом (1777–1855) и Вильгельмом Эдуардом Вебером (ещё раз напоминаем: 1804–1891).

По-видимому, их телеграф был однострелочным. В качестве источника питания были испробованы два варианта: гальванические элементы и (с бóльшим успехом) магнитный индуктор.

“Первый их действующий телеграф, построенный в 1838 году, соединял астрономическую обсерваторию с лабораторией Вебера и имел в длину примерно 5000 футов” [44, с. 135].



Рис. 2.36. Аппарат Б.С. Якоби с шаговым движением стрелки



Нельзя не вспомнить и *Сэмюэла Финли Бриза Морзе* (1791–1872), художника по профессии. В 1837 г. он, задумав построить телеграфный аппарат, но не добившись успеха, консультировался у Генри [43, с. 105]. Видимо, он получил нужные сведения. О дальнейшем Энциклопедия Брокгауза и Ефрона сообщает так: “Правительство Соединённых Штатов выдало Морзе в 1843 г. субсидию в 30000 долларов для устройства пробной телеграфной линии между Вашингтоном и Балтимором; первая депеша была послана 27 мая 1844 г.”

Комбинации последовательного кода Морзе, состоявшие из точек и тире, легко регистрировались на бумажной ленте или принимались на слух, а проводов требовалось минимальное количество. Поэтому до сих пор “морзянка” не выходит из употребления, хотя тот же Генри осуждал Морзе как не слишком чистоплотного дельца: “Я не знаю, сделал ли г. Морзе хоть одно оригинальное открытие в области электричества, магнетизма или электромагнетизма, имеющее отношение к изобретению телеграфа” [43, с. 106].

Пока не появились достаточно мощные электрические генераторы, телеграфная связь была ведущей областью электротехники. Дальнейшее её развитие, помимо совершенствования аппаратуры, требовало, с одной стороны, увеличения дальности передачи, и, с другой стороны, экономии ресурсов. Последняя достигалась путём увеличения скорости передачи (в автоматический аппарат вводилась заранее подготовленная перфолента), а также путём уплотнения линий связи – одновременной передачи нескольких сообщений по одной линии (например, Эдисон в 1874 г. запатентовал систему квадруплексного телеграфирования [45, с. 87–89]).

Увеличение дальности передачи шло огромными скачками. “В 1850 г. был проложен кабель через Ламанш, однако только через год удалось добиться хорошей связи... В 1866 г., после десяти лет тяжёлых трудов, затраченных для устранения многочисленных аварий, была установлена телеграфная связь между Европой и Америкой” [45, с. 21].

Как сообщила газета “Санкт-Петербургские ведомости” от 27 июля 2006 г., первая телеграмма из Европы в США по трансатлантическому кабелю была передана 27 июля 1866 г.

Не только аварии были причиной задержки – потребовалось теоретическое изучение распространения тока в длинных линиях, а также разработка новых методов измерений. Здесь много сделал Уильям Томсон.

В 1870 г. заработала Индоевропейская телеграфная линия Лондон – Калькутта протяжённостью 11000 км, проходившая частично через территорию Рос-



сии. В её сооружении участвовала немецкая телеграфно-строительная фирма *Сименс и Гальске*, основанная в 1847 г.

Вернёмся, однако, в начало 1840-х годов. В это время русский артиллерист и инженер, **Константин Иванович Константинов** (1819–1871) построил одну из первых в мире **электрических измерительных систем**, – электробаллистическую установку, в которой электрическим методом измерялась неэлектрическая величина (скорость движения снаряда).

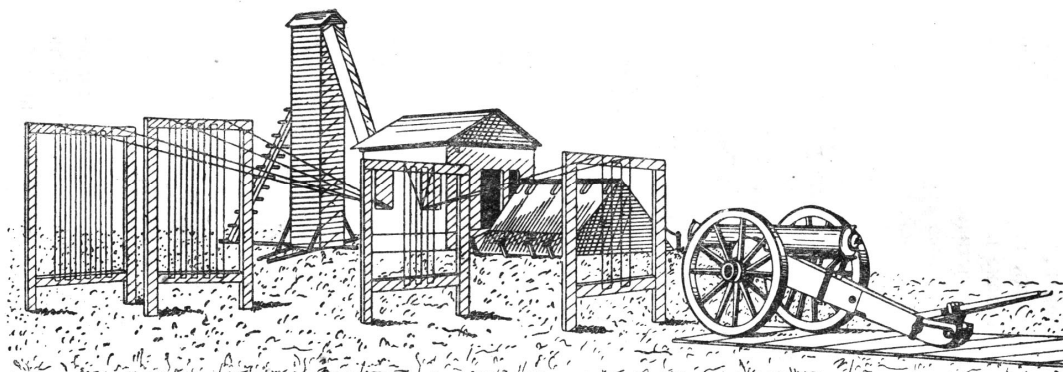


Рис. 2.37. Электробаллистическая установка К.И. Константинова на Волковом поле (по книге А.В. Храмого [46])

Как ясно из рис. 2.37, выпущенный из пушки снаряд поочерёдно разрывал проволоки на четырёх рамах. Моменты разрыва регистрировались с помощью хроноскопа, разработанного Константиновым при участии Чарлза Уитстона (1802–1875). Между ними возник конфликт, и дорабатывался прибор в мастерской Бреге.

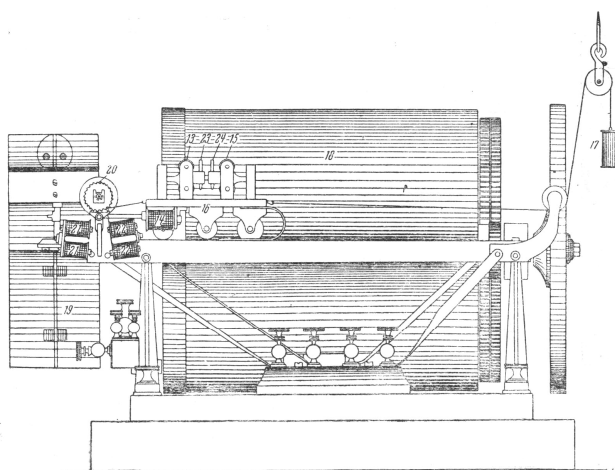


Рис. 2.38. Хроноскоп Константинова

В хроноскопе (рис. 2.38) была реализована развёртка по винтовой линии: одновременно с вращением барабана регистрирующий орган перемещался по направляющей в осевом направлении. Заметим, что здесь мы уже не видим чашечек с ртутью, которые присутствовали на ряде предыдущих рисунков!

Тот же Константинов, занимаясь изготовлением пороха с использованием вращающихся барабанов, для предотвращения опасного повышения скорости вращения устроил прибор, который сигнализировал о недопустимой скорости

звоном колокольчика. Услышав звон, оператор должен был вручную отрегулировать скорость. До автоматизации дело не дошло.

Раз уж мы упомянули Уитстона, нужно напомнить о том, что он в 1844 г. предложил мостовой метод измерения сопротивлений, названный его именем. Он занимался телеграфией, сконструировал ряд новых приборов, а также самостоятельно (в том же 1867 г., что и Вернер Сименс) открыл принцип самовозбуждения электрических машин.

Уитстон предложил термин *реостат* по аналогии с ныне забытым амперовским *реофором*, носителем тока (например, на рис. 2.26 показаны реофоры *c* и *d*), и разработал несколько вариантов конструкций реостатов [9, с. 261].

Удивительно, что в тот же период, когда обычная телеграфная связь ещё только развивалась, инженеры уже задумывались о возможности электрической **передачи изображений**. По утверждению В.А. Урвалова [47, с. 17–19], первое такое изобретение сделал Александр Бен, владелец лондонской мастерской по изготовлению электрических часов и физических приборов.

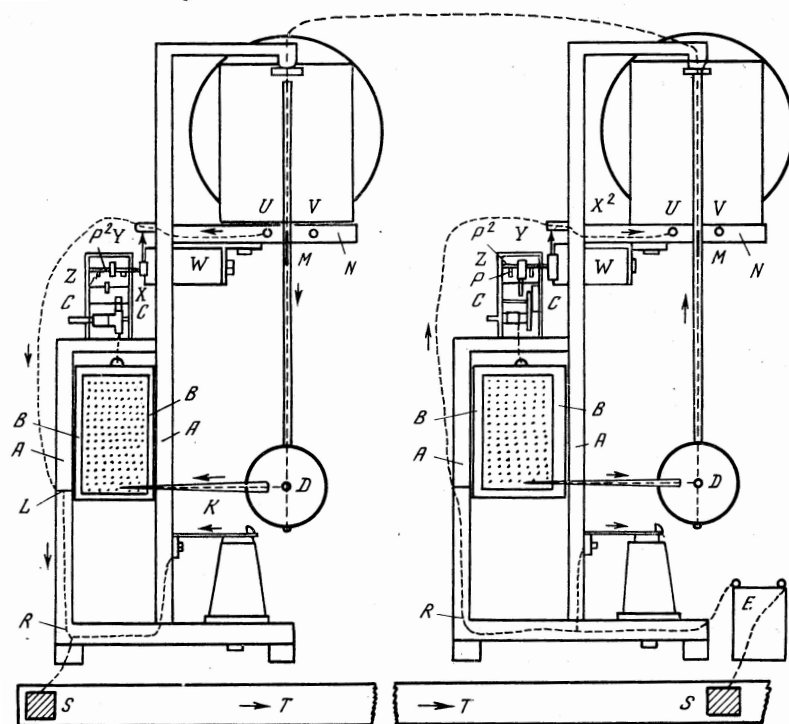


Рис. 2.39. Передача изображений по патенту Александра Бена, 1843 г.

На рис. 2.39, заимствованном из книги [47], видно устройство предложенных Беном передающего и приёмного аппаратов. В каждом из них имеется прямоугольная рамка, заполненная проводящими штырями, изолированными

друг от друга. По лицевой стороне рамок скользят контактные перья, укреплённые на маятниках. К обратной стороне рамки передатчика прижимается заранее изготовленное металлическое рельефное клише передаваемого изображения; на приёмном конце к обратной стороне рамки прижимается бумага, пропитанная солями калия и натрия. Как обнаружил ранее Фарадей, такая бумага меняет цвет под действием тока.

Изображение передаётся по строкам. Развёртка каждой строки обеспечивается однократным синхронным качанием маятников; затем они тормозятся, чтобы дать время для вертикального сдвига рамок – перехода на следующую строку. Когда перо передатчика касается штыря, контактирующего с клише изображения, проходит ток и на бумаге приёмника появляется точка.

Бен не довёл свой первый патент до практической реализации, но на Лондонской всемирной выставке 1851 г. представил улучшенный вариант [47, с. 20]. В это же время, а также и несколько позже, появились решения других изобретателей, не требовавшие столь сложной подготовки изображений.

Следующим шагом в развитии электрической связи после передачи условных символов (телеграф) и неподвижных изображений (механическая развёртка) должна была стать *передача звука*. Первую попытку предпринял в 1860 г. (и опубликовал в 1862 г. [45, с. 98–99]) немецкий физик Иоганн Филипп Райс (1834–1874). Ему не удалось продвинуть своё изобретение.

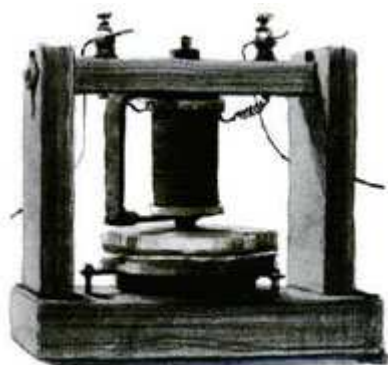


Рис.2.40. Телефон Белла  
(из Интернета)

Более известна история о том, как патентные заявки на телефон подали в один и тот же день 14 февраля 1876 г. *Александр Грэхем Белл* (1847–1922) и *Илайша Грей* (1835–1901). Судебное разбирательство решило вопрос в пользу Белла.

Первый телефон Белла был довольно примитивным (рис. 2.40). Однако Белл действовал очень активно. В том же 1876 г. была создана телефонная компания Белла, а его аппарат демонстрировался на Филадельфийской всемирной выставке.

К концу века телефонные сети достигли такого развития, что понадобилась, и была осуществлена несколькими изобретателями, автоматическая коммутация.

А научная общественность увековечила фамилию Белла, назвав единицу логарифма отношения мощностей различных процессов – Бел (фактически ис-

пользуется дольная единица *децибел*). Тем самым Белл поставлен в “научном синодике” на один уровень с такими гигантами как Вольт, Ампер, Ом и Фарадей. Своеобразным памятником Беллу явилось и название основанной в 1925 г. фирмы Bell Laboratories, где в 1947 г. был изобретён транзистор.

Относительно совершенствования *микрофона* как основного элемента телефонного аппарата имеются различные мнения. В Интернете (на сайте [audioakustika.ru](http://audioakustika.ru)) утверждается, что эффект изменения сопротивления графитовых электродов от площади их соприкосновения обнаружил в 1856 г. француз Дю Монсель, первый угольный микрофон построил в 1877 г. американец Эмиль Берлинер (1851–1929), а развитие получил микрофон жившего в Америке англичанина *Дэвида Эдварда Юза* (1831–1900), предложенный в 1878 г. Последняя дата встречается и во многих других публикациях.

Вместе с тем, как пишет Л.Д. Белькинд, “...вторую половину 1876 г. и почти весь 1877 г. Эдисон посвятил работам по построению угольного микрофона...” [45, с. 102–107]. Получается, что Эдисон опередил Юза?

И далее Белькинд заключает: “Труд Эдисона над усовершенствованием телефона огромен. Совершенно несравнима с ним работа А.Г. Белла...”.

После средств *передачи звука* было бы естественно перейти к звукозаписи и звуковоспроизведению. Но мы сейчас обсуждаем развитие *электротехники*, а первые звукозаписывающие и звуковоспроизводящие устройства (среди них выделяются фонограф Эдисона, 1886–1887 гг. и граммофон Берлинера, 1887–1893 гг.) были механическими. По сходной причине оставим без внимания историю таких областей информационной техники, появившихся в XIX веке, как фотография и кинематограф.

После изобретения принципа самовозбуждения электрических генераторов электротехника “сильных токов” выходит на передний план. С точки зрения истории информационной техники такие процессы как развитие электрического освещения и появление коммерческих электростанций представляют интерес: они стали *источниками новых требований* к информационным – прежде всего измерительным! – устройствам.

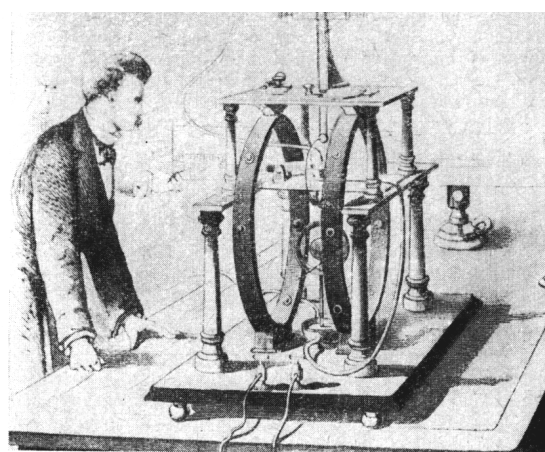


Рис.2.41. Электродинамометр Эдисона (иллюстрация из книги Л.Д. Белькинда [45])

Например, хотя для ламп накаливания (а с 1809 по 1878 гг. разные изобретатели предложили не менее 22 типов таких ламп [45, с. 157]!) проблема “дробления света” стояла не так остро, как для дуговых ламп с их падающей вольтамперной характеристикой; но всё-таки для обеспечения массового спроса требовалось достичь взаимозаменяемости ламп.

Готовых приборов не было, и основному разработчику Эдисону, для которого спрос был важен, пришлось построить для испытания ламп накаливания громоздкий электродинамический амперметр с кольцами Гельмгольца (рис. 2.41), фотометр, магазины сопротивлений и водяной калориметр.

Одним из родоначальников *промышленного электроприборостроения* стал **Эдвард Вестон** (1850–1936), основатель фирмы Weston Electrical Instrument Corporation (1888 г.). Сведения о нём мы приведём по материалам биографического сайта [romnipro.ru](http://romnipro.ru).

Некоторое время Вестон занимался производством ламп накаливания, но, не выдержав конкуренции с Эдисоном и другими производителями ламп, в 1887 г. неожиданно перешёл на электроизмерительную технику. Работу он начал с создания новых материалов. Его “сплав № 2”, который германские производители переименовали в *константан*, оказался очень удобным для изготовления термопар. Полученный в 1888 г. “сплав № 3”, аналогично переименованный в *манганин*, имел не только низкий температурный коэффициент сопротивления (как и константан), но и малую термоэдс в паре с медью, что сделало его незаменимым материалом для шунтов.

Может показаться странным, что в 1893 году Вестон получил патент на *шунт для измерения тока*. Но до этого в приборах для измерения больших токов просто использовалась очень толстая медная проволока!

Вестон разработал также сплавы для спиральных пружин и для постоянных магнитов, используемых в приборах. В 1893 г. он изобрёл стабильный гальванический элемент (нормальный элемент Вестона), который в 1908 г. был положен в основу *международного эталона* электродвижущей силы. Даже сейчас, набрав в поисковой системе “Вольтметр комбинированный цифровой Ф30”, можно получить предложение “купить этот прибор по невысокой цене”; а ведь у него на внешней стороне задней стенки корпуса крепился *нормальный элемент* для калибровки по напряжению. Конечно, более современные приборы могут калиброваться по встроенному стабилизатору напряжения.

Вестон в 1888 г. получил патент на прибор магнитоэлектрической системы (при наличии патента д’Арсонваля, 1881 года!) – внеся ряд серьёзных усо-

вершенствований в конструкцию. Он ввёл металлический каркас для подвижной катушки, одновременно служивший успокоителем; полюсные наконечники для постоянного магнита; каменные подпятники (это было особенно важно для щитовых приборов, имевших горизонтальную ось); плоские спиральные пружины из фосфористой бронзы; ножевую форму указательной стрелки; наконец, зеркало вблизи отметок шкалы для исключения параллакса при считывании показаний. Всё это применяется в приборах и сейчас.

Первый серийный милливольтметр компании Вестона был ориентирован на потребности учебных заведений, что должно было обеспечить рекламу. В дальнейшем компания выпустила множество технических и лабораторных приборов, удовлетворявших запросы промышленности, транспорта, а также и метрологических учреждений.

Представляется, что в конце века приобрели особую актуальность три области измерительной техники: фотометрия, исследование характеристик ферромагнетиков и измерение электрической энергии.

Фотометрия требовалась для организации электрического освещения, которое быстро распространялось.

Магнитные измерения давали материал для рационального конструирования электрических машин. Расчётных методик ещё не было, машины строились по предыдущим образцам, методом проб и ошибок [48, с. 58–59]. Пожалуй, магнитная цепь была наименее исследованной частью машины. Только в 1872 г. появилась докторская диссертация *Александра Григорьевича Столетова* (1839–1896) “Исследование о функции намагничивания мягкого железа”. Магнитный гистерезис открыл в 1880 г. [48, с. 67] немецкий физик Эмиль Габриэль Варбург (1846–1931); позже его исследовали шотландец Джеймс Альфред Юинг (1855–1935) и англичанин Джон Гопкинсон (1849–1898). Но ещё многое оставалось неясным.

Наконец, с возникновением коммерческих электростанций *электроэнергия стала товаром*, который нужно было отпускать в точно известных количествах. На сайте [elektroschetchiki.ru](http://elektroschetchiki.ru) имеются сведения о том, что первые счётчики для цепей переменного тока (на истории победы переменного тока над постоянным мы не будем останавливаться) создали в 1889 г. венгр Отто Титуц Блати (1860–1939), работавший на завод “Ганц” в Будапеште, и в 1894 г. Оливер Блэкбурн Шелленбергер (1860–1898) для компании “Вестингауз”.

Биографический сайт [rompipro.ru](http://rompipro.ru) подаёт работу американца Шелленбергера несколько иначе и довольно туманно: “В апреле 1888 года он изобрёл

счётчик электрической энергии для измерения переменного тока. А в 1894 году Шелленбергер по заказу компании *Westinghouse* создал индукционный счётчик ватт-часов”.

Так или иначе, измерение мощности и энергии в однофазных и трёхфазных цепях переменного тока на рубеже веков привлекало большое внимание инженеров и вузовских преподавателей.

Для иллюстрации сказанного позволим себе процитировать сказанное в учебном пособии [49] о **Михаиле Андреевиче Шателене** (1866–1957), первом декане Электромеханического отделения Петербургского Политехнического института:

“Он окончил Санкт-Петербургский университет в 1888 г., а затем прошёл в Париже курс Высшей электротехнической школы и одновременно в течение двух лет работал в компании Эдисона. Его первые научные статьи были посвящены электрическим счётчикам и расчёту освещённости площадей и улиц. Позже, вернувшись в Петербург, он занялся объективной фотометрией, а также исследовал магнитные свойства чугунов и сталей. Первая пробная лекция, прочитанная им в Электротехническом институте в 1893 г., была посвящена электрическим счётчикам”.

Как видно, все три актуальные области измерительной техники, которые были перечислены выше, оказались в центре внимания молодого русского учёного и инженера в последнем десятилетии века!

## **2.7. Методы и средства познания в физике**

Физика занимается познанием окружающего нас мира объективными средствами, и её с большим основанием, чем многие другие науки, можно *целиком* отнести к информационной сфере человеческой деятельности. Однако в этом разделе мы выделим только некоторые особенности физики XIX века – повторять здесь содержание многих известных работ по истории физики нет ни возможности, ни необходимости.

Для начала обратим внимание на **новую роль уравнений**, описывающих физические законы. Напомним, что в ходе научной революции XVII века учёные, вплоть до Ньютона, предпочитали описывать опытные факты *пропорциями*, а не уравнениями.

Уравнениями в механике начали широко пользоваться только в XVIII веке. Наиболее развитые из них, такие как уравнения Лагранжа, содержали уже

величины, не обладавшие непосредственной эмпирической наглядностью, которая была свойственна членам ранее использовавшихся пропорций. Но они не обладали предсказательной силой (в качественном смысле этого понятия) – у них не было решений, которые описывали бы новые, ещё не наблюдавшиеся явления.

По-видимому, впервые качественная предсказательная сила уравнений проявилась в электродинамике – в уравнениях Максвелла. Ведь они были выведены из экспериментов, в которых не изучались волновые электромагнитные процессы (предсказание Фарадея, цитировавшееся выше на с. 223, было лишь догадкой, да оно и не было ещё известно учёным), однако решения этих уравнений указывали на *возможность* существования таких процессов. И только позже, в экспериментах Генриха Рудольфа Герца (1857–1894), электромагнитные волны были получены фактически.

Вот с этого момента и стало естественным удивляться “непостижимой эффективности математики в естественных науках” [П2, с. 149–150]. Математическое рассуждение стало *предшествовать* обнаружению новых опытных фактов, что полностью противоречило, например, принципам Леонардо да Винчи, который писал [П1, с. 335]:

“Сначала я сделаю некий опыт, прежде чем пойду дальше, ибо мое намерение сначала произвести опыт, а затем посредством рассуждения доказать, почему данный опыт вынужден протекать именно так”.

Можно взглянуть на сказанное с более широкой точки зрения, опираясь на современное понятие знакового или концептуального моделирования. Новосибирский философ науки М.А. Розов, обсуждая в работе [50, с. 117–119] вопрос о моделировании как методе познания, пишет:

«Моделирование как метод научного познания сформировалось где-то в девятнадцатом веке. Вероятно, отнюдь не случайно термин “модель” начинает применяться в анализе теоретического познания только с работ Фарадея и Максвелла».

Правильно ли это датирование или широкое распространение идеи теоретического моделирования началось много позже, с работ Винера и его сотрудников, – не будем судить. Отметим только, что Розов в своей работе фиксирует наличие двух точек зрения: одна рассматривает моделирование как *один из нескольких методов* познания; другая сводит *любое* теоретическое познание к знаковому (или, возможно, образному, как у Фарадея?) моделированию.



Автор настоящего издания склонен принять вторую точку зрения, в соответствии с которой любая теоретическая конструкция есть модель. В частности, уравнения Максвелла образуют теоретическую модель электромагнитных процессов. И с полным правом можно применить к ним замечательное высказывание о знаковых моделях выдающегося теоретика измерений Людвика Финкелстайна [51, курсив мой – В. Кн.]:

“Модели имеют три основные функции: описательную, объяснительную и предсказательную. *Описательная* функция моделей состоит в том, чтобы представить состояние реального мира в символической форме... *Объяснительная* функция моделей состоит в том, чтобы связать описание рассматриваемой системы с более общей теорией соответствующей области... *Предсказательная* функция моделей состоит в том, чтобы представить поведение систем в условиях, в которых они ещё не наблюдались”.

Наверное, к этому перечню можно добавить ещё и *коммуникативную функцию*: знаковая форма описания позволяет с наибольшей точностью передавать информацию от одного человека к другому. Но сейчас для нас существенно только то из сказанного Финкелстайном, что знаковым моделям может быть присуща *предсказательная функция* – построенная человеком знаковая конструкция как бы начинает жить собственной жизнью.

Если согласиться с тем, что предсказательная функция уравнений физики впервые отчётливо проявилась в уравнениях электродинамики, то становится понятным приведённое нами на предыдущей странице датирование Розова: “Моделирование как метод научного познания сформировалось *где-то в девятнадцатом веке*”.

### ***Методологическое прерывание 2.7.***

#### ***Верификация и фальсификация научных теорий***

Подтверждение и опровержение опытом научных теорий в современной философии науки называют соответственно *верификацией* и *фальсификацией*. Можно сказать, например, что опыты Герца верифицировали теорию Максвелла.

Логические позитивисты 1930-х годов уделяли большое внимание верифицируемости научных теорий. В противоположность им, видный философ западного мира **Карл Раймунд Поппер** (1902–1994), родившийся в Вене, но с 1945 г. работавший в Англии, выдвинул принцип фальсификации, или принципиальной опровержимости теорий.

Придавая огромное значение *разграничению между наукой и ненаукой*, Поппер и его последователи утверждали, что к научным теориям относятся только такие, для

которых можно найти *потенциальные фальсификаторы*, – попросту говоря, наука есть совокупность утверждений, которые в принципе возможно опровергнуть.

Очевидно, фальсифицируемость теории прямо связана с её предсказательной силой. Действительно, например, теорию, настаивающую на том, что всё на Земле происходит по воле Бога, нельзя опровергнуть, – она ничего не предсказывает ни в качественном, ни в количественном отношении.

Однако трудно опровергнуть и противоположное убеждение в том, что в мире нет общего разумного начала, что всё происходит по объективным законам, поддающимся познанию. Люди просто выбирают: надежда на помощь высших сил склоняет к терпеливому ожиданию чуда; понимание закономерности всего происходящего побуждает к действию ради достижения поставленных целей.

Если этот выбор *сам по себе* и не является наукой, то по крайней мере наука помогает его сделать. А когда выбор мировоззрения сделан учёным, этот выбор в свою очередь определяет характер его научной деятельности. Так что идея резкого разграничения, *демаркации* науки и ненауки уязвима, – она далека от диалектики.

Возвращаясь к Попперу, следует отметить его *антииндуктивистскую* позицию – по его мнению, опыт никогда не предшествует теории [52, с. 296].

Конечно, справедливо, что для постановки осмысленного опыта необходимы некоторые предпосылки (может быть, даже неосознанные?), но давайте подумаем: могла ли возникнуть теория Максвелла без исходного опыта Эрстеда, в котором отклонение магнитной стрелки совершенно не предполагалось? И разве не случайное стечение обстоятельств привело к наблюдению Гальвани, в результате которого был построен “вольтов столб” и началось развитие электродинамики и электротехники? В обоих этих примерах опыт явно предшествовал какой-либо теории.

Что же касается противоположной позиции Леонардо – желания после выполнения опыта “посредством рассуждения [дедукции – *В. Кн.*] доказать, почему данный опыт вынужден протекать именно так”, то опять-таки исходный опыт Эрстеда демонстрирует совсем другое. Вместо доказательства путём рассуждения вначале вступает в дело воображение, интуиция: наверное, вокруг провода возник некий вихрь! Это уже некоторая гипотеза, пока совершенно неформализованная. Потом образное мышление уточняет картину: с электрическим током связаны магнитные силовые линии! Эта картина побуждает к новым опытам, и через некоторое время складывается формализованная теория, в которой фигурируют сформированные в ходе исследования физические величины. Непохоже всё это ни на дедуктивизм Леонардо, ни на индуктивизм Бэкона.

Здесь, как и везде, нужно понимать: опыт и теория связаны *диалектически*, они опираются друг на друга. Ни верификация, ни фальсификация сами по себе не могут быть ведущими принципами в теории научного познания.

***Возврат из прерывания 2.7.***

В качестве другой особенности физики XIX века можно отметить *исследование целого ряда взаимосвязей* между явлениями разных классов. Из того, что было уже сказано, видно: были экспериментально установлены связи между теплотой и механическим движением (Майер, Джоуль), между химией и электричеством (Вольта, Фарадей и другие), между электричеством и магнетизмом (Эрстед, Ампер, Фарадей, Генри и другие), между теплотой и электричеством (Зеебек и другие), между магнетизмом и светом (Фарадей). В предыдущем столетии перечисленные области науки изучались отдельно.

Подобного рода связи принято называть *физическими эффектами*, и хорошо известно то, что многие эффекты в XX веке нашли применение в технике, – в частности, для преобразования сигналов, несущих информацию. Например, термопара – одно из важнейших средств измерения температуры. Набрав в поисковой системе “физические эффекты”, можно обнаружить даже обширные каталоги эффектов для изобретательской деятельности.

Обратим внимание на одно обстоятельство, связанное с использованием электромагнитной индукции для измерения скорости механического движения. По-видимому, оно ускользнуло от внимания всех историков науки. Ведь в течение многих веков считалось (и иногда явно формулировалось в виде аксиомы!), что скорость можно измерить только как отношение *конечного* отрезка пути к *конечному* интервалу времени. Но фарадеева индукция позволила получить электрический сигнал, напряжение которого пропорционально *мгновенной скорости*! Конечно, мгновенно измерить напряжение, как и любую другую величину, невозможно, но это уже другой вопрос. Для нас важно открытие новых свойств самой скорости как физической величины.

### **Методологическое прерывание 2.8.**

#### ***Есть ли свойства у свойств? Штрих к теории величин***

В терминологическом документе РМГ 29–2013 определение термина 3.1 **величина** начинается со слов: “Свойство материального объекта или явления...”. В том же документе имеются термины 3.28 **аддитивная величина**, 3.29 **неаддитивная величина**, 3.30 **порядковая величина**. В технической литературе можно встретить *активную величину* и *пассивную величину*, *векторную величину* и другие подобные выражения.

Все прилагательные в таких выражениях характеризуют некоторые *свойства величин*. А в книге [40, с. 146] приведены слова Макса Планка: “размерность какой-либо физической величины не есть свойство, связанное с существом её...”. Здесь Планк прямо говорит о *свойстве величины*. Значит, то, что было нами сказано о *свойствах скорости*, не есть что-то необычное?

Но ведь величина по официальному определению сама есть некоторое свойство. Получается, что свойство может само иметь свойства?! Это противоречит философскому определению категории *свойство*.

Константин Константинович Гомоюнов, выдающийся методист Ленинградского политехнического института, в своей книге [40], на которую мы только что ссылались, подробно доказывает, что определение величины как свойства некорректно. Правда, невозможно согласиться с предлагаемыми им самим определениями, например, «Термин *длина* – не что иное, как “сокращение”, имя множества всех мыслимых результатов количественной оценки протяжённости предметов» [40, с. 144]. В чём тут дело?

“Результаты количественной оценки” могут быть записаны на бумаге, они суть предметы из “мира идей”, по выражению того же К.К. Гомоюнова. Официальные определения (физической) величины довольно уверенно относят её к “миру вещей”. По-видимому, суть противоречия именно в этом: к какому же из “миров” следует отнести величину?

Представляется, что в действительности величина есть некая конструкция, *соединяющая* мир вещей с миром идей. Напомним читателю, что обзор различных предлагавшихся определений величины был выполнен нами в методологическом прерывании 3.8 пособия [П2], но там такой вывод в явном виде не был сделан..

Если бы человечество не располагало *двойственными средствами познания*, соединяющими мир вещей и мир идей, само познание было бы невозможно. И если не обращать внимания на существование таких средств, то мы неизбежно придём к агностицизму. Примеров в истории философии более чем достаточно.

А то, что величина имеет ряд свойств, теперь можно не обсуждать – это очевидно. Полезно было бы только привести в порядок перечень этих свойств.

### ***Возврат из прерывания 2.8.***

Перечислим ещё ряд эффектов, открытых в XIX веке и получивших впоследствии применение в технике. Ранее о них не было сказано.

Около 1802 г. минералог и кристаллограф Рене Жюст Аюи (1793–1822) заметил электризацию кристаллов под действием давления [9, с. 180]. По утверждению Марио Льюцци [там же], *пьезоэлектричество* исследовалось в течение всего XIX века.

В настоящее время пьезоэлектрический эффект широко применяется в датчиках (например, в акселерометрах) и микродвигателях. Он служит также средством стабилизации частоты генераторов – сейчас на одной монтажной плате микропроцессорного устройства может быть несколько “кварцев”.

Изменение сопротивления проводника при его деформации – *тензорезистивный эффект* – изучали Уильям Томсон (лорд Кельвин) в 1856 г. и русский

физик О.Д. Хвольсон в 1881 г. [53]. **Орест Данилович Хвольсон** (1852–1934) опубликовал по этой тематике две статьи: “Влияние давления на гальваническое сопротивление проволок” (в разных журналах 1881 и 1882 гг.) и “Влияние растяжения на гальваническое сопротивление проволок” (в разных журналах 1882 и 1883 гг.) [54, с. 64].

Только с 1938 г. это явление начали использовать в технике – для измерения деформаций и механических напряжений. Первыми создали тензорезистивный преобразователь с петлевой проволочной решёткой сотрудники Калифорнийского и Массачусетского технологических институтов Е. Симмонс и А. Руже [53]. В 1945–1946 гг. ряд исследований провели советские разработчики. Первая советская монография по проволочной тензометрии [55] была издана в 1957 г. сотрудниками кафедры Электроизмерительной техники Ленинградского политехнического института.

Эффект изменения формы и размеров тела при намагничивании – *магнитострикция* – был замечен Джемсом Прескоттом Джоулем в 1842 г. (в литературе встречаются также более поздние даты). Выше мы упоминали Джоуля в связи с экспериментами по определению механического эквивалента теплоты; теперь добавим ещё одну его заслугу: он в 1841 г. открыл закон, описывающий выделение тепла при протекании тока по проводнику. В 1842 г. этот закон независимо открыл **Эмилий Христианович Ленц** (сообщение об этом открытии упоминалось нами выше на странице 215), и его принято называть законом Джоуля – Ленца.

В настоящее время магнитострикция находит применение, например, в излучателях ультразвука.

Обратный эффект – *магнитоупругость*, изменение магнитных свойств ферромагнетиков при их деформации, обнаружил в 1865 г. итальянский физик, член Академии деи Линчеи (см. [П2, с. 96]) Эмилио Виллари (1836–1904). Это явление сейчас используется в датчиках для измерения больших сил.

**Александр Эдмон Беккерель** (1820–1891) – французский физик, сын Антуана Сезара Беккереля и отец Антуана Анри Беккереля, – по утверждению В.А. Урвалова [47, с. 26] явился первооткрывателем *внешнего фотоэффекта*. Это подтверждено ссылкой на статью Беккереля в журнале французской Академии наук – *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1839, Vol. 9, P. 561–567, 711.

В Интернете размещён архив выпусков этого журнала. Копию страницы, на которой начинается статья Беккереля, мы помещаем ниже как рис. 2.42. На-

звание статьи можно перевести так: *Мемуар об электрических эффектах, производимых влиянием солнечных лучей*. Фототок в опытах Беккереля получался в растворе электролита [47].

( 561 )

M. D'HOMBRES-FIRMAS adresse quelques fragments d'os fossiles qu'il a trouvés aux environs d'Alais, dans une localité déjà signalée par lui comme contenant en abondance des débris de cette sorte. Ceux qu'il avait rencontrés jusqu'ici se présentaient à la surface du sol réduits, en fragments trop petits et trop confondus entre eux pour qu'il fût facile de déterminer les espèces auxquelles ils avaient appartenu. M. D'Hombres - Firmas soupçonna que ces os, trouvés au milieu de champs labourés, provenaient de la couche d'argile superposée aux bancs de marne crayeuse, couche qui en cette localité forme la superficie du sol et est chaque année bouleversée par la charrue. Il dirigea, en conséquence, ses recherches vers des points où cette couche n'avait point encore été remuée, et c'est en effet dans un de ces points restés vierges qu'il a trouvé deux portions d'os qu'il adresse aujourd'hui à l'Académie; ces os étaient brisés en plusieurs fragments, mais les fragments avaient conservé leur position assez bien pour qu'on pût rapprocher les pièces correspondantes de manière à ne conserver aucun doute sur leurs véritables rapports.

Ces fragments, sur la demande de M. D'Hombres-Firmas, sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. de Blainville, Flourens et Cordier.

#### MÉMOIRES LUS.

*Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires; par M. EDMOND BECQUEREL.*

##### § 1<sup>er</sup>. Action de la radiation sur les lames métalliques.

« Dans le dernier Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du lundi 29 juillet 1839, je me suis attaché à mettre en évidence, à l'aide des courants électriques, les réactions chimiques qui ont lieu au contact de deux liquides, sous l'influence de la lumière solaire. Le procédé que j'ai employé nécessitait l'emploi de deux lames de platine, en relation avec les deux extrémités du fil d'un multiplicateur très sensible et qui plongeaient chacune dans une des dissolutions superposées. Or comme ces deux lames éprouvaient elles-mêmes les effets de la radiation, il a dû en résulter des phénomènes composés, dont je vais m'occuper dans ce nouveau Mémoire. On sera à même ensuite de faire la part de chacun des effets produits.

Рис.2.42. Страница журнала с началом статьи Эдмона Беккереля, 1839 г.

Продолжая исследования, Эдмон Беккерель в 1866–1868 гг. опубликовал капитальный труд в двух томах о действиях света [47, с. 28]. В нём большое внимание уделялось флюоресценции – в изучение этого явления, известного с XVI века, Беккерель внёс существенный вклад [39, с. 528–531].

Флюоресценция тоже нашла применение в информационной сфере; например, в современной биологии широко применяется *иммунофлюоресцентный анализ*.

Почти через 50 лет после Беккереля, в апреле 1888 г. [47, с. 32], в том же французском журнале опубликовал результаты своих первых исследований

*внешнего фотоэффекта Александр Григорьевич Столетов* (напоминаем даты его жизни: 1839–1896).

Выше, на с. 233, мы говорили о его исследованиях магнитных характеристик ферромагнетиков, составивших эпоху в этой области, поскольку применённый им баллистический метод измерения на многие годы стал стандартным. Не меньшее значение имели выполненные им исследования фотоэффекта: конструкции его экспериментальных установок были уже близки по схеме к современным фотоэлементам.



Рис.2.43. Александр  
Григорьевич  
Столетов

Столетов (рис. 2.43) направлял свет дуговой лампы на металлический диск через сетчатый электрод, имевший положительный потенциал по отношению к диску. Первые опыты проводились в воздухе, затем Столетов построил устройство, позволявшее создавать вакуум или задавать различные давления газов, окружающих электроды [47, с. 32–33].

По мнению В.А. Урвалова, публикация Столетова доказала, что он опередил итальянца, члена Академии деи Линчеи, Аугусто Риги (1850–1921) и немецкого физика Вильгельма Гальвакса (Hallwachs, 1859–1922).

Тем не менее, Марио Льюцци в книге [9, с. 311] описывает спор о приоритете между Гальваксом и Риги, *вообще не упоминая* Столетова, причём создателем “первого фотоэлемента в истории” называет шведа Сванте Аррениуса (1859–1927).

Статья Столетова, отрывки из которой помещены в справочном пособии [10, с. 539–547], датирована 1889 годом, но в этой статье указана дата “основного опыта”: 26 февраля 1888 г. по старому стилю.

Если же верить Википедии, Риги в 1888 г. “переоткрыл внешний фотоэффект... создал фотоэлемент” и предложил сам этот термин.

Можно встретить ещё и мнение о том, что внешний фотоэффект открыл Генрих Герц. Он действительно в 1886 или 1887 гг. обнаружил увеличение длины искры в своём резонаторе под действием ультрафиолетового света, но это был лишь побочный эффект, описанный, но не объяснённый им.

Если мнения об открытии внешнего фотоэффекта сильно различаются, то относительно *внутреннего фотоэффекта* имеется единодушие: его открыл в 1873 г. английский инженер Уиллоуби Смит (Willoughby Smith, 1828–1891).



Сведения о деятельности У. Смита можно найти, например, в статье Сергея Станового на сайте [scsiexplorer.com.ua](http://scsiexplorer.com.ua).

Занимаясь прокладкой телеграфных кабелей с гуттаперчевой изоляцией, Смит обнаружил, что используемые им селеновые электроды изменяют сопротивление при попадании на них солнечного света.

В настоящее время фоторезисторы широко используются в устройствах информационной техники

Третий фотоэффект, называемый *фотогальваническим* или *вентильным* – возникновение электродвижущей силы в запирающем слое на границе полупроводника с металлом или полупроводником другого типа проводимости – открыли в 1876 или 1877 гг. Адамс и Дэй.

Автор настоящего издания начинал инженерную деятельность в середине 1950-х годов. В то время использовались твёрдотельные выпрямители только двух типов: меднозакисные и селеновые. Первые вентильные фотоэлементы тоже были меднозакисными или селеновыми. Достоинством последних является близость спектральной характеристики к кривой спектральной чувствительности человеческого глаза. Это удобно для объективной фотометрии.

Селеновые фотоэлементы нашли применение в люксметрах и фотоэкспонометрах, не содержащих элементов питания. Сейчас в устройствах информационной техники широко используются фотодиоды. Вентильный фотоэффект проявляется при их работе в *фотогальваническом режиме* – без подачи внешнего запирающего напряжения. На вентильном фотоэффекте основана также работа солнечных батарей.

Заканчивая на этом перечень важнейших эффектов, открытых в XIX веке, ещё раз отметим, что широко применяться в устройствах информационной техники они стали только в следующем веке, в связи с появлением новых требований к этим устройствам и созданием новых технических возможностей.

Ещё одна особенность физики XIX века – резко возросшая по сравнению с предыдущим веком интенсивность *исследований в области оптики*.

Начнём с уже встречавшегося нам (на с. 198) **Томаса Юнга** (Thomas Young, повторим даты его жизни: 1773–1829). Приведём сжатую характеристику его деятельности, размещённую на сайте кафедры физхимии Ростовского госуниверситета [physchem.chimfak.rsu.ru](http://physchem.chimfak.rsu.ru) (по-видимому, это – сокращённый текст П.С. Кудрявцева):

«Разносторонность дарований Юнга изумительна. В его сочинениях рассматриваются вопросы механики, оптики, акустики, теплоты, физиологической



оптики, технологии, кораблестроения, астрономии, навигации, геофизики, медицины, филологии, ботаники, зоологии и пр. Им было написано около 60 статей для “Британской энциклопедии”. Юнг состоял консультантом при Адмиралтействе (1814), был секретарем Бюро долгот, редактором “Морского альманаха” (1814–1829), советником по весам и мерам при парламенте. Вывел формулу для составления таблиц смертности, необходимых в страховом деле (1826).

Юнг попытался также составить египетский словарь; в 1823 г. он предложил интерпретацию некоторых египетских иероглифов, выяснил значение ряда знаков Розеттского камня. Юнг был великолепным знатоком музыки, играл почти на всех музыкальных инструментах, прекрасно знал животных, был цирковым артистом – наездником и канатоходцем».



Рис.2.44. Томас Юнг.  
Гравюра по портрету  
[Томаса Лоуренса](#)  
(из Википедии)

Здесь не сказано ещё, что Юнг (рис. 2.44) был членом Королевского общества и других научных обществ, а его имя увековечено в названии *модуля упругости Юнга*.

Биографические очерки о Юнге составляли Араго [56, с. 37–63] (в этой же книге – биографии Малюса и Френеля!), и Кляус [57, с. 122–159].

Переводы некоторых фрагментов работ Юнга по оптике, которые сейчас нас должны интересовать, имеются в справочном пособии [10, с. 287–294] и в сборнике [57, с. 115–121].

Выше, в связи с работами Гельмгольца, мы упоминали, что Юнг объяснил (на основе анатомических соображений! [57, с. 128]) аккомодацию глаза за изменением кривизны хрусталика и предложил трёхкомпонентную теорию цветовосприятия, которая впоследствии полностью подтвердилась.

Интересен неожиданный вывод, который Юнг сделал из этой теории: “...любая попытка создать музыкальный эффект из цветов должна быть безуспешной или по крайней мере может быть скопирована с их помощью очень простая мелодия...” [57, с. 118].

Около 1806 г. Юнг обнаружил, что знаменитый химик Джон Дальтон (1766–1844) является цветнослепым [57, с. 143], – сам Дальтон об этом не подозревал! Сейчас всем известно, что цветовую слепоту принято называть *дальтонизмом*.

Как утверждает редактор сборника [57], Юнг в речи, прочитанной 24 ноября 1803 г. в Лондонском королевском обществе, по-видимому, впервые в науке использовал термин *физическая оптика* (в отличие от геометрической оптики и физиологической оптики).

В этой области знаний Юнг защищал волновую теорию света, опираясь на Ньютона, но не на Гюйгенса [57, с. 139]. Наиболее убедительным аргументом в пользу этой теории было явление *интерференции*, которое ранее наблюдали, но не могли объяснить Гримальди, Бойль и Гук.

В самом начале XIX века Юнг нашёл аналогию в виде взаимодействия волн на воде, которые могут не только взаимно усиливаться, но и взаимно ослабляться. Он ссылаясь также на биения звуков. Его опыты, в которых взаимодействие двух световых лучей давало светлые и тёмные полосы, поражали современников.

Юнгу принадлежит и сам термин *интерференция*, хотя нужно понимать, что английское слово *interference* означает просто *вмешательство*. Добавим, что Юнг впервые ввёл термин *энергия* [10, с. 286].

Используя интерференционные “кольца Ньютона”, Юнг оценил длины волн света для различных цветов. В книге Льюиса [9, с. 200] приведены данные: для красного цвета  $1/36000$  дюйма и для крайнего фиолетового  $1/60000$  дюйма; эти же сведения воспроизвёл Кляус [57, с. 138]. Но в переводе оригинального текста Юнга [10, с. 291] можно видеть несколько другое – подробную таблицу, в которой крайние значения длин волн составляют  $1/37640$  и  $1/58750$  дюйма. В таблице указаны также *частоты* колебаний – от 463 до 735 “миллионов миллионов в секунду”.

Интерференцией Юнг объяснил и цвета *бороздчатых поверхностей* [10, с. 288–290], т. е. фактически дифракционных решёток. Если верить Википедии, эффект дифракционной решётки впервые наблюдал на птичьих перьях шотландский математик и астроном Джеймс Грегори (1638–1675); однако Юнг ссылается только на наблюдения Бойля, а также неких Мазеаса и Брума – возможно, того самого барона Генри Брума, который злобно нападал на Юнга [57, с. 140]?

На основании работ Френеля по интерференции поляризованных лучей Юнг пришёл к заключению о *поперечности световых волн*, о чём сообщил в письме к Араго в 1817 г. [57, с. 149–150]. Это было настолько необычно, что Френель, пришедший к той же идее независимо от Юнга, а, возможно, и раньше его, решился на публикацию только в 1821 г.

Автором термина *поляризация* стал французский военный инженер **Этьен-Луи Малюс** (1775–1812), который всю жизнь придерживался ньютоновой корпускулярной теории света. По его представлениям, свет состоял из частиц, обладающих свойствами диполей и ориентированных различным образом.

До работ Малюса было много сделано для изучения *двойного лучепреломления*, но природа этого явления была неясна.

Случайно, наблюдая в конце 1808 г. отражение заходящего Солнца в окнах Люксембургского дворца через кристалл исландского шпата, Малюс обнаружил вместо двух изображений одно. Заинтересовавшись этим, он ночью стал изучать отражение свечи в воде и выяснил, что одно из изображений исчезает при определённом угле падения света [39, с. 409]. Так была открыта поляризация света при его отражении.

Продолжая эксперименты, Малюс пришёл к выводу, что обыкновенный и необыкновенный лучи различаются ориентацией световых корпускул.

Исследования поляризации продолжили во Франции Био и Араго, а в Англии **Дейвид Брюстер** (1781–1868), который в 1818 г. открыл круговую поляризацию и установил названный его именем закон, выражающий связь показателя преломления среды с таким углом падения света, при котором отражённое излучение полностью поляризовано.

Сложившееся положение хорошо описал П.С. Кудрявцев [39, с. 411]:



Рис.2.45. Огюстен Жан Френель

“Простые явления отражения и преломления света оказались до чрезвычайности усложнёнными. Вопрос о создании единой теории света, объясняющей как новые, так и уже давно известные факты, назрел”.

Такую теорию, основанную на волновых представлениях, создал **Огюстен Жан Френель** (1788–1827). Он в 1806 г. окончил Политехническую школу, а в 1809 г. – Школу дорог и мостов в Париже и в качестве инженера несколько лет занимался дорожными работами.

Будучи роялистом, Френель (рис. 2.45) в период наполеоновских “ста дней” (в 1815 г.) был отставлен от должности и “во время вынужденного безделья... занялся вопросами оптики” [там же].

Его труды получили высокую оценку – в 1823 г. он был избран в члены Парижской академии наук, а в 1825 г. – в члены английского Королевского об-

щества. Однако из-за слабого здоровья Френелю уже в 1824 г. пришлось отказаться от научной деятельности.

До самой смерти Френель продолжал порученные ему исследования маяков, причём изобрёл широко применяемые сейчас ступенчатые линзы.

По словам Марио Льюцци, “В период с 1815 по 1823 гг. благодаря Френелю было воздвигнуто величественное здание волновой оптики” [9, с. 207]. Можно добавить к этому оценку Френеля в Энциклопедии Брокгауза и Ефрона: “один из величайших физиков XIX столетия”.

Не будем пытаться в нескольких словах изложить содержание работ Френеля. Читатель может обратиться к цитированным нами источникам [9; 10; 39], к книге Араго [56], к книге избранных трудов Френеля, изданной в нашей стране в 1955 г., а также к статье о Френеле [57, с. 180–206] выдающегося французского физика Эмиля Верде (1824–1866), перед переводом которой в том же сборнике [57] помещён перевод фрагмента одной из работ Френеля.

Незаметное, но впоследствии оказавшееся важным для информационной сферы событие произошло в 1802 г., когда врач, химик и кристаллограф Вильям Хайд Волластон (1766–1828 или 1829) – за год до этого он открыл ультрафиолетовую область спектра! – заметил в солнечном спектре тёмные линии. Он не придал значения этому наблюдению [9, с. 216].

Иначе поступил в 1815 г. **Йозеф Фраунгофер** (1787–1826), сын бедного стекольщика, ставший знаменитым оптиком. Обнаружив в спектре использовавшегося им источника света яркую жёлтую линию (известную линию натрия), он попытался найти её же в солнечном спектре, но, к своему удивлению, заметил множество линий, которые были *темнее* остальной части спектра [там же]. Эти линии, тщательно исследованные Фраунгофером, получили название *фраунгоферовых линий*.

Заслугой Фраунгофера считается применение дифракционных решёток (которые были известны до него) для исследования спектров. Он изготовлял решётки, содержавшие более 300 линий на миллиметре [9, с. 217].

Исследования спектров были продолжены другими учёными, и в 1849 г. французский физик **Жан Бернар Леон Фуко** (1819–1868) показал, что линии испускания совпадают с линиями поглощения [9, с. 218]. На это же обращали внимание Брюстер и Стокс [10, с. 454], а в книге [39, с. 521] в перечень учёных, указывавших на совпадение линий, включены Томсон, Сван и Ангстрем.

И всё же *спектральный анализ* создали в 1859 г. **Густав Роберт Кирхгоф** (1824–1887) и **Роберт Вильгельм Эберхард Бунзен** (1811–1899).

Роль Бунзена в этом открытии была двойкой: во-первых, он в течение нескольких лет исследовал отходящие газы металлургического производства, разработал ряд приборов и методов анализа, в 1857 г. издал ставшую классической книгу “Газометрические методы”, а в 1856 г. предложил метод анализа, основанный на наблюдении окраски пламени; во-вторых, он создал удобную для спектрометрии *горелку Бунзена*, дававшую высокотемпературное, но почти не светящееся пламя.

Кирхгоф, которому Бунзен рассказал о предложенном методе анализа, заметил, что лучше не наблюдать окраску пламени визуально, а исследовать его спектр [10, с. 452]. Это и послужило толчком к созданию спектрального анализа. В том же справочном пособии [10, с. 454–459] имеется перевод статьи Бунзена и Кирхгофа “Химический анализ посредством наблюдений спектров” (1860 г.), где описан один из первых спектрометров.

Вслед за этим текстом в [10, с. 460–467] помещён перевод фрагмента теоретической статьи Кирхгофа “Об отношении между испускательной и поглощательной способностью тел для тепла и света” (тоже 1860 г.), где введено понятие *абсолютно чёрного тела*.

В XIX веке был выполнен ряд *измерений скорости света в земных условиях*. Первым это сделал французский физик **Арман Инполит Луи Физо** (1819–1896) в 1849 г. Он использовал быстро вращающееся зубчатое колесо. Свет, прошедший через щель между зубцами, отражался от зеркала, находившегося на расстоянии 8633 м. Возвратившись, он мог попасть уже на зубец повернувшегося колеса, т. е. исчезнуть для наблюдателя.

Этот опыт был повторен другими экспериментаторами в 1873 и 1882 гг., а в следующем веке зубчатое колесо было заменено ячейкой Керра, что позволило значительно уменьшить расстояние до зеркала [9, с. 208–209].

Вообще нужно отметить развитие в XIX веке техники исследования быстропротекающих процессов. Например, по литературным данным, хроноскоп К.И. Константинова (см. рис. 2.38) обеспечивал разрешение 60 мкс. Важным нововведением было вращающееся зеркало, с помощью которого Уитстон в 1834 г. измерил длительность разрядной искры.

Вращающиеся зеркала впоследствии использовались в электромеханических осциллографах, широко применявшихся в XX веке (например, в переносном восьмивибраторном осциллографе МПО-2, созданном в Ленинграде в 1948 г.). Для нас сейчас важно, что вращающееся зеркало впервые позволило измерить скорость света не только в воздухе, но и в воде.

Это сделал в 1849–1850 гг. упоминавшийся выше (на странице 247) француз Жан Бернар Леон Фуко. Опыт Фуко описан в его докторской диссертации (1854 г.), сокращённый перевод которой – с необходимыми иллюстрациями – можно найти в [10, с. 418–426]. В установке Фуко вращающееся зеркало отбрасывало изображение тонкой платиновой нити на изогнутое зеркало с радиусом кривизны 4 м, центр кривизны которого совпадал с осью вращения зеркала. При выполнении последнего условия свет от изогнутого зеркала отражается всегда в обратном направлении и, вторично отразившись от вращающегося зеркала, в конце концов попадает в глаз наблюдателя.

Поскольку при вторичном отражении света от вращающегося зеркала положение последнего успевает измениться, принятое изображение нити смещается. Это и позволяет измерить скорость света. Фуко сконструировал установку так, что, при помещении трубы с водой на пути светового луча, можно было наблюдать одновременно неподвижный штрих, отмечавший исходное положение изображения нити, смещённую часть изображения её при прохождении света через воздух и иначе смещённую часть при прохождении через воду.

Со всей очевидностью было показано, что “свет движется в воздухе быстрее, чем в воде” [10, с. 426].

Следующей задачей было измерение скорости света в *движущейся среде*. А.М. Френк в статье “Физо и Майкельсон” перечислил разнообразные опыты, направленные на изучение взаимодействия эфира (представление о нём было в то время общепринятым) с движущейся материей [57, с. 290–291]:

“В течение всего XIX века предпринимались опыты по обнаружению влияния орбитального движения Земли на ход оптических процессов, происходящих на самой Земле. В 1810 г. Араго пытался найти влияние этого движения на преломление в призме; Бабине исследовал влияние на интерференцию света в тонкой пластинке (1838), Ипполит Физо – на вращение плоскости поляризации (1859), Ангстрем – на дифракцию (1865), Маскар – на дифракционный спектр солнечного света (1869), а в 1872–1874 гг. – на отражение, преломление, двойное преломление и вращение плоскости поляризации. Но в конце концов оказалось, что при корректной постановке опыта и правильной обработке и интерпретации данных ни один из этих экспериментов не дал положительного результата”.

**Кристиан Допплер** (1803–1854) опубликовал закон изменения кажущейся частоты света или звука при относительном движении источника и наблюдателя в 1842 г., в сочинении “Об окрашенном свете двойной звезды”. Для звука

эффект Допплера легко проверялся, но для света со сплошным спектром возникали трудности. Только в 1848 г. Физо указал на возможность измерений относительной скорости по смещению спектральных линий. Этим способом в 1867–1868 гг. Уильям Хёггинс (1824–1910), много сделавший для развития спектрального анализа в астрономии, впервые нашёл радиальную скорость Сириуса: 41,4 миль в секунду [57, с. 283].

Араго, который первым в 1810 г. показал, что движение Земли не влияет на преломление, обратился к Френелю с просьбой объяснить этот результат (и одновременно, по словам Физо [10, с. 430], “удовлетворить закону абберрации”). Френель, отозвавшись на просьбу, разработал теорию, основанную на мало правдоподобной идее *частичного увлечения* эфира движущимися телами, и вывел формулу для скорости света в движущемся теле.

Экспериментальное исследование распространения света в движущейся среде Физо выполнил в 1851 г., но опубликовал результаты только в 1859 г. Сокращённый перевод его публикации приведён в хрестоматии [10, с. 430–439].

Физо воспользовался явлением интерференции. По его словам,

“Мы обязаны Араго методом наблюдения, основанным на интерференции, который подходит для обнаружения малейших вариаций показателей преломления тел. С помощью нескольких весьма тонких наблюдений... Араго и Френель доказали необыкновенную чувствительность этого метода” [10, с. 431].

Действительно, с точки зрения истории информационной сферы появление интерференционных методов исследования было существенным шагом вперёд. Они и сейчас используются там, где нужна предельная точность.

В установке Физо интерферировали два луча, один из которых проходил через воду в направлении её движения, а другой – в противоположном направлении. Установка была построена так, что влияние любых местных изменений условий (например, температуры) одинаково сказывались на обоих лучах и взаимно уничтожалось. Это было проверено специальными опытами. Вода приводилась в быстрое движение (до 7,059 м/с) сжатым воздухом. Полученные результаты оказались согласующимися с формулой Френеля!

Однако Физо, по-видимому, сомневался в правильности их истолкования. Этим объясняется и задержка публикации на несколько лет, и заключительный абзац самой публикации, в котором Физо пишет о необходимости других доказательств и углублённых исследований концепции Френеля.

Впоследствии новое объяснение результатов Физо дал *Хендрик Антон Лоренц* (1853–1928) – см., например, [57, с. 285].

На интерференционном методе был основан и знаменитый опыт *Альберта Абрахама Майкельсона* (1852–1931) и *Эдварда Уильямса Морли* (1838–1923). В нём интерферировали два луча, распространявшиеся во взаимно перпендикулярных направлениях.

Первоначальная экспериментальная установка, на которой не удалось получить достоверные результаты, описана в статье Майкельсона 1881 года [57, с. 223–235]. Более совершенному варианту посвящена публикация Майкельсона и Морли, 1887 г. Её перевод имеется в хрестоматии [10, с. 514–523].

В этом варианте установки (рис. 2.46) интерферометр размещался на камне размером  $1,5 \times 1,5$  м, который покоился на деревянном кольцеобразном поплавке, плававшем в ртути. В каждом углу камня крепилось по четыре зеркала, что обеспечивало многократное прохождение светом расстояния, соответствующего диагонали квадрата. Всё это способствовало уменьшению помех и повышению точности эксперимента, в ходе которого поплавок с камнем приводился в медленное вращение.

В конце статьи находим слова: “...из настоящей работы позволено заключить, что эфир покоится относительно поверхности Земли...”. Как известно, в ходе последующего развития науки результат Майкельсона и Морли не был опровергнут.

Опыт Майкельсона и Морли явился своеобразным “мостом” из физики XIX века в следующий, XX век – век неклассической, а затем и “постнеклассической” науки.

Другим подобным “мостом” можно считать открытие *радиоактивности* (Анри Беккерель, 1896 г.), но мы на нём не будем останавливаться, поскольку оно не сразу сказалось на развитии информационной сферы.

Для нашей темы важнее ещё два “моста” в новый век – получение Генрихом Герцем *электромагнитных волн* и исследование *электрического разряда в газах*. Вот о них обязательно нужно сказать – ведь первое привело к созданию *радиотехники*, а на основе второго возникла *электронная техника*. Заметим, что эти области знаний различны по своему предмету: предмет радиотехники –

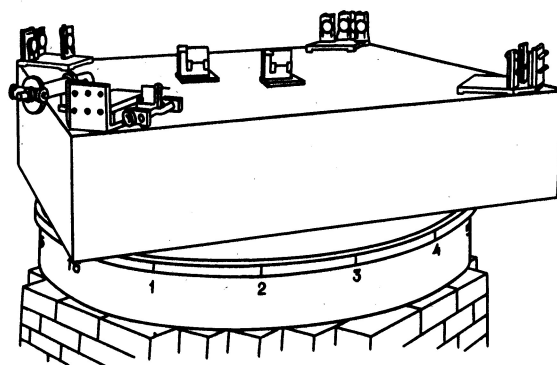


Рис.2.46. Экспериментальная установка Майкельсона и Морли (по их публикации 1887 г.)



передача информации с помощью электромагнитных волн; предмет электронной техники – устройства, основанные на управлении потоками электронов. Термин *радиоэлектроника* по смыслу должен распространяться только на электронные устройства радиотехники.

**Генрих Рудольф Герц** (рис. 2.47), проживший всего 36 лет (напоминаем даты его жизни: 1857–1894), оставил в науке не один заметный след. В частности, ему принадлежит уникальный труд по механике, в котором было исключено понятие *силы*. Но наибольшее влияние на последующее развитие науки оказали его опыты с незамкнутыми электрическими цепями, тематику которых подсказал в 1879 г. его научный руководитель Герман Гельмгольц.



Рис.2.47. Генрих Герц

К экспериментам в этой области Герц приступил через несколько лет, будучи уже самостоятельным учёным.

В 1886 году, 25 октября, он получил *искровой микрометр Рисса* – два металлических шарика, расстояние между которыми можно было регулировать. И во всех его знаменитых экспериментах наблюдаемым параметром была сила или длина *искры* – как будто мы вернулись во времена Джозефа Генри!

Схема рис. 2.48 заимствована из статьи Герца “О весьма быстрых электрических колебаниях”, перевод отрывков из которой помещён в справочном пособии [10, с. 526–531]. Здесь *A* – индукционная катушка, *B* – искровой промежуток, *C* и *C'* – кондукторы от электростатической машины, *M* – искровой микрометр, включённый в прямоугольный контур из медной проволоки.

Странно выглядят слова Герца, которыми заканчивается упомянутый выше отрывок статьи:

“Я думаю, что здесь впервые было показано на опыте взаимодействие прямолинейных разомкнутых токов, имеющее такое большое значение для теории”.

Что такое *разомкнутые токи*? Видимо, это токи в цепи *C–B–C'*, которую сейчас называют *вибратором Герца*. Но этого слова нет в упомянутом отрывке статьи.

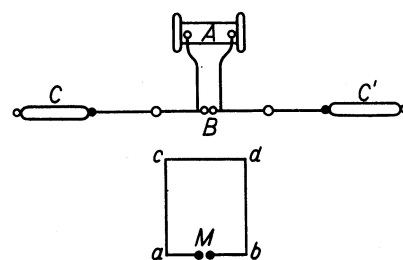


Рис.2.48. Схема одного из опытов Герца

В той же хрестоматии [10, с. 531–537] имеется перевод отрывка из более поздней статьи Герца “Об электродинамических волнах в воздухе и их отражении”, 1888 г.

На стене большого зала был укреплён заземлённый цинковый лист высотой 4 м и шириной 2 м, служивший отражателем. “Первичный провод” располагался вертикально на расстоянии 13 м от стены; его середина была на высоте 2,5 м.

На рис. 2.49 в положениях I, II, III и IV вторичного контура круглой формы получались наиболее сильные искры. Промежуточные точки A, B, C и D Герц счёл “в известном смысле узловыми точками”; расстояние между ними он принял равным четверти волны. Точка A у него помещена внутри стены для учёта несовершенного отражения волны.

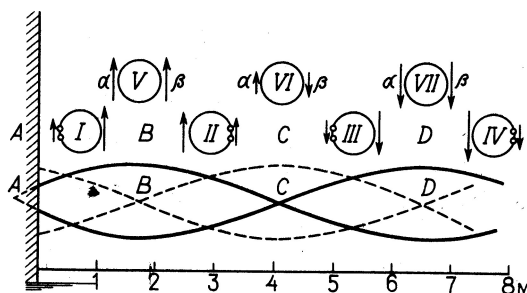


Рис.2.49. Отражение от стены

Судя по рис. 2.49, длина волны в этом опыте составляла около 8 м. Неясно, как это согласуется с утверждением Марио Льюцци о том, что Герц работал с волнами длиной около 66 см [9, с. 288].

Переход от опытов Герца к настоящей радиотехнике связан с именами нескольких деятелей разных стран.

Итальянец Темистокле Кальцекки-Онести (1853–1922) – в книге Льюцци [9, с. 289] он назван просто Онести – в 1884 г. исследовал влияние различных факторов на проводимость металлических опилок в изолирующей трубке.

Француз Эдуард Бранли (1844–1940) в 1890 г. на основе исследований Онести создал *радиокондуктор*, позже названный *когерером*. Это была стеклянная трубка, заполненная металлическими опилками. Под действием радиоволн сопротивление опилок резко уменьшалось и восстанавливалось при встряхивании трубки, что делало её снова готовой к приёму.

Англичанин **Оливер Джозеф Лодж** (1851–1940), если верить Википедии, не только первым предложил идею телеграфии без проводов, но и первым осуществил эту идею. Приведём две цитаты из этого не слишком надёжного источника (аналогичные сведения есть и в других местах):

“14 августа 1894 г., на заседании Британской ассоциации содействия развитию науки в Оксфордском университете, Лодж и Александр Мирхед произвели первую успешную демонстрацию радиотелеграфии. В ходе демонстрации

радиосигнал **азбуки Морзе** был отправлен из лаборатории в соседнем Кларендоновском корпусе и принят аппаратом на расстоянии 40 м...”.

«6 августа 1898 Лодж получил патент № 609154, на “использование настраиваемой индукционной катушки или антенного контура в беспроводных передатчиках или приёмниках, или в обоих устройствах”. Таким образом, были созданы принципы настройки на нужную станцию. 19 марта 1912 Лодж продал этот патент компании Маркони. Лодж также изобрёл динамический громкоговоритель современного типа (1898) и электрическую свечу зажигания».

Лодж с 1887 г. был членом Королевского общества, а в 1902 г. был произведён в рыцари, поэтому его имя пишут: *сэр Оливер Джозеф Лодж*.

**Александр Степанович Попов** (1859–1905) демонстрировал радиопередачу – с когерером в приёмном устройстве – 25 апреля (7 мая по новому стилю) 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества. Были переданы слова “Генрих Герц”. Позже он применил радиосвязь на практике, для связи с кораблями Балтийского флота.

Итальянец **Гульельмо Маркони** (1874–1937), в юные годы изучавший физику под руководством Аугусто Риги, осуществил свою первую радиопередачу осенью 1895 г. Но он проявил талант предпринимателя, запатентовал ряд технических решений, в 1897 г. создал компанию беспроволочной телеграфии, а в 1901 г. осуществил даже трансатлантическую радиосвязь.

Наконец, имеется мнение, что ещё в 1891 г. радиосвязь демонстрировал серб **Никола Тесла** (1856–1943). Обратившись к Интернету за сведениями о Маркони, можно увидеть, что в 1943 г. Верховный суд США аннулировал основные патенты Маркони, признав приоритет Теслы (получившего в том же 1891 г. гражданство США).

Как видно, после работ Герца создание радиосвязи стало уже чисто технической проблемой, и первые решения этой проблемы были найдены в разных странах почти одновременно.

Перейдём теперь к исследованиям *электрического разряда в газах*. Начать можно с короткого сообщения, найденного в Большой энциклопедии нефти и газа:

“В 1855 г. немецкий стеклодув Генрих Гейслер (1814–1879) изготовил стеклянные сосуды особой формы и вакуумировал их им же изобретенным способом. Его друг немецкий физик и математик Юлиус Плюккер (1801–1868) использовал эти *трубки Гейслера* для изучения электрических разрядов в вакууме и газах”.

Развитию исследований способствовало совершенствование вакуумных насосов. К 1862 г. относят создание ртутно-поршневого насоса Гейслера – Теплера; к 1865 г. – насоса Германа Йохана Филиппа Шпренгеля (1848–1906).

В 1869 г. вышла работа Иоганна Вильгельма Гитторфа (1824–1914) “Об электропроводности в газах”, в которой исследовалось явление, позже названное *катодными лучами*.

Это название было предложено [9, с. 290] немецким физиком Эугеном Гольдштейном (1850–1930). Он в 1876 г. показал, что катодные лучи испускаются перпендикулярно к поверхности катода, а в 1880 г. обнаружил их отклонение в магнитном поле.

Ряд впечатляющих экспериментов (один из них изображён на рис. 2.50) выполнил английский исследователь **Вильям Крукс** (1832–1919), член Королевского общества с 1863 г., удостоенный рыцарского звания в 1897 г.

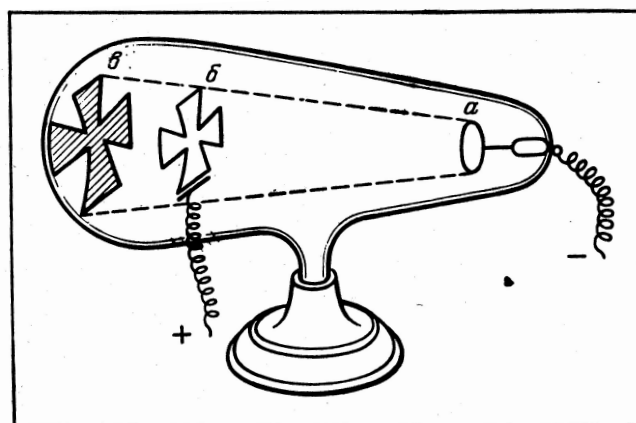


Рис.2.50. Один из опытов Крукса  
(по книге Урвалова [47])

Крукс утверждал, что катодные лучи представляют собой “четвёртое агрегатное состояние”

вещества. Он называл его *лучистой материей* [9, с. 291]. Но ещё раньше Гольдштейн выдвинул конкурирующую, *волновую гипотезу*, поддержанную рядом учёных.

**Жан Батист Перрен** (1870–1942) в 1895 г. экспериментально показал, что катодные лучи несут отрицательный заряд. Марио Льюцци [9, с. 292] сопровождал рассказ об этом событии патетической фразой: “*в этот год родилась электроника*”.

Оставшиеся возражения сторонников волновой теории через два года были сняты экспериментами **Джозефа Джона Томсона** (1856–1940). Считается, что в 1897 г. Томсон *открыл электрон*. Может быть, правильнее относить рождение электроники к именно этому году?

С точки зрения истории информационной сферы важнейшим событием явилась публикация в том же 1897 г. работы **Карла Фердинанда Брауна** (1850–1918), применившего катодные лучи для “демонстрации и исследования изменений токов во времени” – слова, взятые в кавычки, не точно соответствуют названию статьи Брауна [47, с. 198], но передают его смысл.

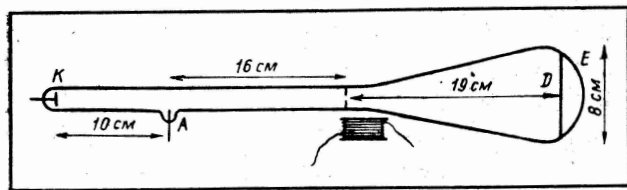


Рис.2.51. Трубка К.Ф. Брауна  
(по книге Урвалова [47])

В “трубке Брауна” (рис. 2.51) луч отклонялся в одном направлении магнитным полем, а для развёртки в другом направлении использовалось вращающееся зеркало. Оно помещалось снаружи трубки перед светящимся слоем и

отбрасывало изображение на внешний экран.

В 1899 г. Джонатан Ценнек, ассистент Брауна, заменил вращающееся зеркало второй магнитной катушкой.

Потомками трубки Брауна стали, с одной стороны, телевизионный кинескоп, и, с другой стороны, электронно-лучевая трубка аналогового осциллографа, ставшего в XX веке чрезвычайно популярным средством исследования быстропротекающих периодических процессов.

При этом электромеханические осциллографы, имевшие намного более узкий частотный диапазон (от нуля всего до нескольких килогерц) продолжали употребляться при экспериментальных исследованиях в машиностроении и других отраслях техники: они обеспечивали фотографическую регистрацию довольно больших отрезков непериодических процессов одновременно по нескольким каналам. Например, упомянутый выше осциллограф МПО-2 мог записывать до восьми кривых.



Рис.2.52. Карл Фердинанд Браун

К.Ф. Браун (рис. 2.52) сыграл несколько неожиданную роль в развитии отечественной науки. В Страсбургском университете, где он работал, его учениками и ассистентами были **Леонид Исаакович Мандельштам** (1879–1944) и **Николай Дмитриевич Папалекси** (1880–1947), – впоследствии выдающиеся советские радиофизики.

## 2.8. Развитие метрологии и теории величин

Историки метрологии имеют обыкновение ограничивать свой материал рассказом о применявшихся в разное время *мерах*. Читатель, не любящий лезть по книжным полкам, может и в Интернете найти текст из Большой советской энциклопедии, подписанный Константином Павловичем Широковым (ав-

торитетнейшим метрологом!) и содержащий такое определение *исторической метрологии*:

“– Вспомогательная историческая дисциплина, предметом изучения которой являются применявшиеся и ещё применяемые в различных странах собственные единицы длины, площади, объёма, массы и др., системы единиц (мер), а также денежные единицы в их историческом развитии”.

При таком подходе возникновение предмета метрологии отодвигается вглубь доисторической эпохи. Однако существовавшие уже в те давние времена *методы измерений*, пусть примитивные, не упомянуты в определении К.П. Широкова. А ведь их развитие представляет интерес.

По нашему мнению, применение и хранение тех или иных мер длины, вместимости, массы и т. п. (будем называть этот комплекс вопросов *традиционной метрологией*) само по себе ещё не составляет науку. О *научном* содержании метрологии, по-видимому, стало возможно говорить, начиная с того времени, когда возник вопрос о поиске естественных единиц, – с эпохи Гука и Гюйгенса, с XVII века.

Тогда же Ньютон впервые чётко разграничил физические *объекты* и характеризующие их *величины*, а также указал некоторые свойства величин, например, физическую аддитивность количества движения. Эти его достижения не принято относить к метрологии? Хорошо, пусть это будет зародышем *теории величин* – научной дисциплины, официально ещё не существующей, близкой к метрологии, но не совпадающей с ней.

Как уже было сказано выше (на странице 90), важным шагом в формировании научного содержания традиционной метрологии, стало создание на грани XVIII и XIX веков *метрической системы* единиц величин. Но её достоинства были оценены далеко не сразу и не всеми.

Отметим некоторые события, характеризующие развитие традиционной метрологии в России XIX века. Как можно видеть, например, из краткого исторического очерка, написанного для Российской метрологической энциклопедии Еленой Борисовной Гинач [38], первая половина века была временем упорядочения системы старых русских мер.

Последовательно работали две правительственные комиссии. “Комиссия 1832 г. связала Российскую систему мер с унифицированной английской путём сравнения основных русских мер – сажени с образцовым английским ярдом, основанным на естественной природной величине (длине секундного маятника на широте Лондона), и фунта – с английским фунтом” [58, с. 16].

Конечно, русские меры сличались с *английскими* ярдом и фунтом, а не с метром и килограммом революционной Франции! Отметим реализацию идеи секундного маятника как эталона длины – оказывается, она не была забыта.

В июне 1842 г. указом Николая I было основано Депо образцовых мер и весов. Учёным хранителем Депо был назначен *Адольф Яковлевич Купфер* (1799–1865), а после его смерти учёным хранителем стал *Владимир Семёнович Глухов* (1813–1894).

Забегая вперёд, добавим, что в 1892 г. Депо возглавил *Дмитрий Иванович Менделеев* (1834–1907), а уже в следующем году по его инициативе Депо было преобразовано в Главную палату мер и весов, – оно стало научно-исследовательским институтом.

В том же июне 1842 г. вышло “Положение о мерах и весах” – документ, установивший основы государственной службы мер и весов в России. “Положение” было введено в действие с 1 января (по старому стилю) 1845 года, так что в 1945 г. советская научная общественность отметила “столетие Государственной службы мер и весов”. Этому юбилею были посвящены две статьи в журнале “Электричество” [59; 60].

В 1849 г. вышла (посмертно) “Общая метрология” *Фомы Ивановича Петрушевского* (1785–1848) – первая русская книга такого содержания (до неё Фома Иванович опубликовал ряд более частных работ).



Рис.2.53. Фома Иванович Петрушевский (из Википедии)

Определение предмета книги: “Метрология есть описание всякого рода мер...” показывает, что в середине XIX века метрология ещё сохранила описательный характер.

Заметим, что один из сыновей Ф.И. Петрушевского – Фёдор Фомич (1828–1904) – стал выдающимся физиком.

Перейдя через середину века, приходится поднять наше изложение на международный уровень. Как ни странно, именно консервативные англичане, до нынешнего времени хранящие верность своим футам и фунтам, тогда первыми проявили беспокойство. Происходившие процессы хорошо описал Михаил Андреевич Шателен в статье [59]:

“После первой Всемирной выставки 1851 г. в Лондоне, явно обнаружившей затруднения, встречаемые промышленностью и торговлей вследствие раз-

нообразия единиц мер в разных странах, Английское общество содействия искусства, промышленности и торговле обратилось к правительству Англии с представлением о желательности введения единообразия в системах мер и весов в разных странах. В 1855 г. было организовано уже в Париже Международное общество для введения единообразной десятичной системы мер, весов и монет.

Почти в то же время вопрос о введении метрической системы поднимается и в России. Академик Купфер представляет министру финансов доклад о метрической системе. В 1858 г. общим собранием нашей Академии наук организуется специальная комиссия для рассмотрения этого доклада в составе академиков Ленца, Перевозчикова, Остроградского, Струве и Якоби” [59, с. 3].

Комиссия рекомендовала ввести в России “десятичную систему монет, мер и весов, основанную на метре”. Дальнейшие события таковы:

“С 1859 г. начинается уже активное участие русских метрологов в международной метрологической работе. В этом году академик Купфер уже выступает официальным представителем нашей Академии наук в Англии на собраниях Международного общества для введения единообразной десятичной системы мер, весов и монет. Начинается работа и других метрологов. Но особенное развитие это участие в международной работе русских ученых начинает получать с 1867 г. В этом году, опять-таки в связи с Всемирной выставкой в Париже, на Международной конференции мер, весов и монет первую секцию этой конференции, в которой разбирались вопросы о единстве мер и весов, возглавлял русский академик Якоби. Он выступил с докладом о состоянии вопроса о единстве мер.

В 1869 г. академик Якоби внес предложение об организации Международной конференции по вопросам, связанным с изготовлением прототипов основных мер...

В 1870 г. было созвано первое собрание этой конференции. Собрания повторялись потом в 1872 и 1873 гг. В них самое активное участие принимали русские делегаты, академики Вильд и Струве и особенно Якоби, получавший неоднократно благодарность за свои работы. В результате работ конференции была собрана уже дипломатическая конференция из официальных делегатов всех стран, на которой и была принята метрическая конвенция и организованы Международный комитет мер и весов и Международное бюро мер и весов, имевшее задачей хранение прототипов мер и выполнение подготовительной



работы для Международного комитета и для генеральных конференций мер и весов” [59, с. 4].

Метрическая конвенция была подписана странами-участницами 20 мая 1875 г.; метрологи мира отмечают эту дату как свой праздник. Из предыдущего видно, что заметную роль в подготовке этого события сыграли русские учёные. Однако в самой России применение метрических мер было разрешено (и притом как необязательное) только в 1899 г. Решительным действием по введению метрической системы стал декрет Совета Народных Комиссаров РСФСР от 14 сентября 1918 г.

Сравним: в феврале 1918 г. был введён григорианский календарь, в октябре проведена реформа орфографии. Советская власть даже в годы Гражданской войны уделяла внимание информационной сфере.

Особой задачей метрологов XIX века стало установление системы *электрических и магнитных единиц*. Измерения в период формирования электродинамики делались в относительных или в произвольных единицах – хорошим примером могут быть эксперименты Ома, описанные выше на с. 216–217. Очевидно, нужна была унификация.

Поворотным пунктом считается опубликованная в 1832 г. работа [61] **Карла Фридриха Гаусса** (напоминаем годы его жизни: 1777–1855). В литературе по истории науки основное содержание этой работы трактуется как введение когерентной (по Гауссу – абсолютной) системы единиц: *миллиметр – миллиграмм – секунда*. Однако бóльшая часть работы Гаусса посвящена решению конкретной задачи магнитометрии.

Гаусс указывает, что при выполнявшихся ранее исследованиях магнитного поля Земли углы магнитного склонения и наклона измерялись в общезначимых единицах, но для напряжённости магнитного поля это не получалось. Дело в том, что напряжённость оценивалась по периоду колебаний магнитной стрелки, а в формулу для периода входит неизвестный магнитный момент стрелки.

Методика измерения, использованная Гауссом, очень кратко описана П.С. Кудрявцевым в работе [39, с. 499–500]. Вот суть этого описания:

Измерив период колебаний стрелки и зная её момент инерции, можно найти входящее в формулу для периода произведение  $MH$ , где  $M$  – магнитный момент, а  $H$  – искомая напряжённость поля.

Далее стрелка устанавливается перпендикулярно магнитному меридиану, и измеряются углы, на которые отклоняется от меридиана вторая, вспомога-

тельная стрелка. Она располагается на известном расстоянии от основной, в одном опыте на продолжении её оси, а в другом – в поперечном направлении. Тангенсы этих углов отклонения пропорциональны отношению  $M/H$  и обратно пропорциональны кубу расстояния; по ним находится  $M/H$ . Наконец, зная  $MH$  и  $M/H$ , легко вычислить обе величины по отдельности.

Напомним, что когерентная система единиц строится на основе некоторого числа *основных единиц* таким образом, что любая *производная единица* “представляет собой произведение основных единиц, возведенных в степень, с коэффициентом пропорциональности, равным единице”. Взятый в кавычки текст заимствован из официального документа РМГ 29–2013, но он слишком сжат. Более детальный и строгий подход основывается на разработанном К.П. Широковым понятии *головной модели* [62].

Например, когерентная единица площади определяется на головной модели, представляющей собой квадратный участок поверхности. Мы могли бы предпочесть круглый участок, и тогда единица площади была бы другой, но при этом в формулу площади прямоугольника вошло бы число  $\pi$ , а это выглядело бы неестественно.

Головные модели потребовалось ввести в связи с проблемой рационализации уравнений электромагнитного поля, но в эпоху Гаусса этой проблемы ещё не было. Поэтому для нас в данный момент достаточно не слишком строгого определения по РМГ 29–2013.

Вот как оценил работу Гаусса по магнитометрии Феликс Клейн, сам один из математиков, оказавших влияние на физику (курсив мой – *В. Кн.*):

“Математик выступает здесь в роли законодателя *измерительной физики*” [63, с. 32].

Выдвинутая Гауссом идея “приведения к абсолютной мере” была развита его сотрудником **Вильгельмом Эдуардом Вебером** (рис. 2.54), имя которого неоднократно встречалось выше. Вот как написано об этом в Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона:



Рис.2.54. Вильгельм Эдуард Вебер.  
Литография работы Р. Хофмана,  
1856 год.  
(Из Интернета)

“Главное дело Вебера, которое составило ему имя в истории науки, это установление абсолютной системы электрических измерений. Вебер ясно понял все значение и важность идеи Гаусса ввести в измерение магнитных явлений особые единицы, вытекающие как следствие самих законов, управляющих этими явлениями. Он с полным успехом провел эту идею во всей сложной области электрических явлений”.

Изложим “дело Вебера”, обратившись снова к фундаментальной книге П.С. Кудрявцева [39, с. 506–507].

В первых исследованиях 1846 года Вебер рассматривал три возможные единицы силы тока. *Электролитическая* единица – это сила тока, разлагающего в одну секунду один миллиграмм воды (напомним систему Гаусса: миллиметр – миллиграмм – секунда!). *Магнитная* единица – сила тока, который, протекая по витку единичной площади, будет действовать так же, как магнит, обладающий единичным магнитным моментом. *Динамическая* единица – сила тока, который, протекая по элементу прямолинейного провода единичной длины, будет действовать с единичной механической силой на равный ему ток, протекающий по параллельному проводу на единичном расстоянии.

Заметим, что сейчас узаконено именно последнее определение (с некоторыми поправками), хотя его практически трудно реализовать.

Важнее всего то, что Вебер ввёл в рассмотрение ещё одну единицу, которую назвал *механической*. Её определение взято Кудрявцевым в кавычки (возможно, он цитирует самого Вебера?) – это сила тока, “который возникает, когда через каждое поперечное сечение цепи в единицу времени проходит единица свободного положительного электричества в одном направлении и столько же отрицательного в противоположном”.

Если, как кажется очевидным, “единица свободного электричества”  $q$  определялась у Вебера по формуле закона Кулона для единичной силы  $f$  и единичного расстояния  $r$  с единичным коэффициентом пропорциональности

$$f = \frac{q_1 q_2}{r^2},$$

то более уместно было бы назвать “механическую” единицу силы тока *электростатической*.

Теория показала, а эксперимент Вебера подтвердил, что магнитная единица в  $\sqrt{2}$  больше динамической. Мы сейчас можем объяснить это тем, что они определялись по сходным физическим принципам, но на разных головных моделях.

Электролитическую единицу можно не обсуждать – она, в отличие от других единиц, опирается на конкретное вещество – воду.

Наиболее интересный эксперимент Вебера – это сравнение “механической” единицы силы тока с магнитной. Оно было выполнено в 1856 г., совместно с Кольраушем, путём разряда лейденской банки, заряженной известным (измеренным по Кулону) количеством электричества, через тангенс-буссоль в течение известного времени – так опыт описан в книге [39, с. 507].

Результат Вебера представлен у Кудрявцева в виде отношения  $1 : (155370 \cdot 10^6)$  (скобки добавлены нами), причём не отмечено, что знаменатель этого отношения *имеет размерность скорости*, выраженной в миллиметрах в секунду. Он почти точно вдвое меньше скорости света в вакууме.

Появление здесь скорости света  $c = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$  объясняется тем, что при гауссовом подходе Вебер принял за единицу в “механическом” варианте электрическую постоянную  $\epsilon_0$ , а в “магнитном” – магнитную постоянную  $\mu_0$ .

Одновременно с теоретическим осмыслением основ электрической метрологии и соответствующими научными экспериментами шла практическая работа, направленная на создание удобных эталонов. “В 60-х годах прошлого [XIX – В. Кн.] столетия были в ходу 14 различных единиц сопротивления, 5 единиц силы тока и 8 единиц электродвижущей силы” [60, с. 6].

Не будем обсуждать ни конструкции эталонов, ни различные предлагавшиеся системы единиц. Отметим только, что первый Международный конгресс электриков, собравшийся в Париже в 1881 г., установил *абсолютную практическую систему* электрических единиц.

За основу была взята абсолютная электромагнитная система, в которой было принято  $\mu_0 = 1$  (см., например, [64, с. 33–36]). Первыми узаконенными единицами стали ом, вольт, ампер, фарада.

Второй Международный конгресс электриков (1889 года) добавил джоуль, ватт и единицу индуктивности, впоследствии получившую имя генри.

Можно только удивляться мастерству сделанного выбора. Ведь сейчас джоуль определяется как работа силы 1 Н на пути 1 м, причём он равен также энергии, выделяемой током 1 А при напряжении 1 В в течение секунды. Это равенство было каким-то образом обеспечено в 1881 г., когда появились амперы и вольты, хотя тогда никто ещё не выражал силу в ньютонах!

Узаконенная сейчас СИ, в которой как  $\epsilon_0$ , так и  $\mu_0$  представляют собой размерные константы, является потомком системы МКСА, предложенной итальянским физиком Дж. Джорджи в 1901 г. Но это уже XX век.

Из сказанного выше видно, что установление размеров единиц величин в рамках тех или иных когерентных систем именно в XIX веке приобрело научный характер.

Другая научная составляющая метрологии, формирование которой тоже относится к XIX веку, – это *методы обработки экспериментальных данных* с оцениванием их достоверности.

Конечно, можно было бы проследить историю способов повышения и оценивания точности, начиная с Архимеда, но мы не будем этого делать. Более интересно то, что в начале XIX века сразу три человека фигурируют в литературе как первооткрыватели *метода наименьших квадратов*.

Обращаясь, например, к Большой советской энциклопедии, находим в статье о **Пьере Симоне Лапласе** (1749–1827) следующий текст:

«Для разработки созданной им математической теории вероятностей Лаплас ввёл так называемые производящие функции и широко применял преобразование, носящее его имя. Теория вероятностей явилась основой для изучения всевозможных статистических закономерностей, в особенности в области естествознания. До него первые шаги в этой области были сделаны Б. Паскалем, П. Ферма, Я. Бернулли и др. Лаплас привёл их выводы в систему, усовершенствовал методы доказательств, сделав их менее громоздкими; доказал теорему, носящую его имя, развил теорию ошибок и способ наименьших квадратов, позволяющие находить наивероятнейшие значения измеренных величин и степень достоверности этих подсчётов. Классический труд Лапласа “Аналитическая теория вероятностей” издавался трижды при его жизни – в 1812, 1814 и 1820; в качестве введения к последним изданиям была помещена работа “Опыт философии теории вероятностей” (1814), в которой в популярной форме разъясняются основные положения и значение теории вероятностей».

Скромно, но очень чётко обозначены в той же энциклопедии заслуги **Адриена Мари Лежандра** (1752–1833):

“Лежандр обосновал и развил теорию геодезических измерений и первым открыл (1805–06) и применил в вычислениях *Наименьших квадратов метод*”.

Наконец, там же, в огромной по объёму статье о Гауссе с трудом можно отыскать интересующий нас факт:

“В 1794–95 открыл и в 1821–23 разработал основной математический метод обработки неравноценных наблюдательных данных (*Наименьших квадратов метод*)”.

Несколько неясное датирование в последней цитате можно объяснить, если обратиться к книге Феликса Клейна [63] – ведь Клейн имел доступ к материалам Гаусса, который имел обыкновение не спешить с публикациями.

Действительно, у Клейна, в книге [63, с. 20], по поводу вычисления Гауссом орбиты малой планеты Цереры читаем о методе наименьших квадратов, “который к тому времени хотя и не был опубликован, но, по собственному свидетельству Гаусса, был известен ему же с 1795 г.”.

Далее видим, что в 1816 г. правительство Ганновера предложило Гауссу заняться геодезической съёмкой территории. “Его собственные измерения приходятся на 1821–1825 гг.” [63, с. 26]. Результат геодезических работ Гаусса Клейн характеризует так:

“...Гаусс был первым, кто, преодолевая колоссальные трудности практического порядка, с помощью весьма несовершенных инструментов выполнил эти измерения на самом деле. Гаусс разработал методы и схемы, определяющие лицо измерительной геодезии и по сей день. Важнейшим его достижением, безусловно, следует считать последовательно применявшийся им метод наименьших квадратов” [63, с. 27].

Думается, что точное установление приоритета не так важно, как осознание того факта, что техника обработки экспериментальных данных уже в первых десятилетиях века сразу несколькими учёными была поднята на новый, более высокий уровень.

Теперь обратим внимание на событие, которое не принято относить к метрологии: в 1822 г., в классическом труде Жана Батиста Жозефа Фурье по теории теплопроводности, впервые появилось понятие *размерности физической величины*.

Фурье обратил внимание на то, что в физических уравнениях все слагаемые должны иметь одинаковую размерность, а аргументы тригонометрических, логарифмических и других функций обязательно безразмерны [65, с. 72].

Позже, в 1848 г., выдающийся французский математик **Жозеф Луи Франсуа Бертран** (1822–1900) в “Заметке о подобии в механике” (Note sur la similitude en mécanique) развил намеченную Ньютоном [П2, с. 309] идею механического *подобия*. Он сформулировал так называемую первую теорему подобия – теорему о существовании *безразмерных критериев подобия* [65, с. 5].

С этого момента началось развитие теории подобия как *методологической основы модельного эксперимента*. Как видно из предыдущего абзаца, она оказалась тесно связанной с теорией размерностей.

В 1871–1872 гг. английский инженер **Уильям Фруд** (1810–1879) построил первый в мире (по данным сайта shipdesign.ru) опытовый бассейн для испытаний моделей судов и разработал методику пересчёта данных модельного эксперимента на натуру. В честь его назван *критерий Фруда*. Неясно, как первенство Фруда в создании опытового бассейна согласуется со сведениями об испытаниях моделей судов в XVIII веке (см. выше страницы 18 и 92).

В 1876–1883 гг. английский физик и инженер **Осборн Рейнольдс** (1842–1912) установил критерий перехода ламинарного течения жидкости в турбулентное – *критерий Рейнольдса*.

Сейчас известно большое число других критериев подобия, используемых преимущественно в гидроаэродинамике и теории теплоотдачи.

Ещё одна важная дата – 1878 г. В этом году тот же Бертран указал, что теория размерностей позволяет находить вид физических уравнений, если известны входящие в них величины [65, с. 72].

Читатель, заинтересовавшийся этим аспектом теории размерностей, может обратиться, например, к книге Г. Хантли [66]. В ней проводится интересная идея “разложения” размерности длины на составляющие, ориентированные по направлению действия и в поперечном направлении, причём отмечено, что эта идея была предложена в 1892 г. Вильямсом [66, с. 85].

Теорию размерностей и теорию подобия можно рассматривать как *части теории величин*.

Наверное, к теории величин относится и составивший эпоху в термометрии метод построения *термодинамической температурной шкалы*, предложенный **Уильямом** (или Вильямом) **Томсоном**, впоследствии **лордом Кельвином** (рис. 2.55). Повторим даты его жизни: 1824–1907.

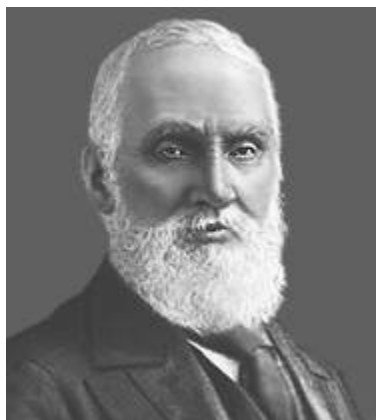


Рис.2.55. Уильям Томсон

Напомним, что основные калориметрические понятия были выработаны только в последних десятилетиях XVIII века, а лекции Джозефа Блэка по этой тематике были изданы даже в 1803 г. (см. выше с. 83–86).

В это же время, как тоже было сказано в предыдущей главе, на странице 86, Хэмфри Дэви (1778–1829) обнаружил резкое расхождение шкал термометров с разными жидкостями.

Последующие эксперименты других учёных углубляли полученные знания. В 1815 г. **Пьер Луи Дюлонг** (1785–1838) и **Алек-**

*сис Терез Пти* (1791–1820) начали детальные исследования теплового расширения ртути и воздуха [9, с. 220]. В 1818 г. в Париже вышел их совместный труд “Исследования по измерению температур и по закону передачи тепла” (Recherches sur la mesure des temperatures et sur les lois de la communication de la chaleur).

Заметим кстати, что в это же время, в 1817 г., французский механик Абрахам Луи Бреге (1747–1823), за год до этого ставший академиком Парижской академии наук, создал быстродействующий биметаллический термометр, пригодный для использования в самопишущих регистраторах [9, с. 221–222]. Таким образом, тепловые измерения развивались не только в теоретическом, но и в прикладном аспекте.

Весьма тщательные опыты по определению физических констант (удельной теплоёмкости, теплового расширения и т. д.) газов, паров, жидкостей и твёрдых тел проводил в Париже в 1840-х годах **Анри Виктор Реньо** (Regnault, 1810–1878), отец художника Александра Жоржа Анри Реньо (1843–1871). Он же с большой точностью определил механический эквивалент теплоты.

В лаборатории Реньо проходил стажировку после окончания Кембриджского университета молодой Уильям Томсон. Там же, в Париже, он ознакомился с теорией Карно [10, с. 406], которая впоследствии была им “воскрешена из праха забвения” [39, с. 493].

В 1846 г. Томсон, вернувшись из Франции, занял кафедру натуральной философии в городе своего детства, Глазго. По примеру Реньо [10, с. 406] он создал при кафедре учебную и исследовательскую лабораторию.

Из многих выполненных им работ нас сейчас должна интересовать статья “Об абсолютной термометрической шкале, основанной на теории Карно о движущей силе тепла и рассчитанной из наблюдений Реньо”, опубликованная в 1848 г. в журнале “Philosophical Magazine”. Её сокращённый перевод имеется в справочном пособии [10, с. 407–412].

Томсон начинает свои рассуждения с того, что “...видом термометра, в наименьшей степени подверженного неопределённым отклонениям любого типа, является термометр, который основан на расширении воздуха...”. Между прочим, он замечает, что при сохранении принципа градуировки воздушного термометра в большом диапазоне мы могли бы придти к точке, “соответствующей объёму воздуха, уменьшенному до нуля”:  $-100/0,366 = -273^{\circ}$ . О том, что сходную мысль высказал задолго до него Гийом Амонтон, Томсон не упоминает, – этот гениальный француз так и остаётся “в прахе забвения”.



Далее Томсон говорит о воздушном термометре:

“...Поскольку здесь существенна ссылка на конкретное тело как эталонное термометрическое вещество, мы не можем считать, что получили абсолютную шкалу, и, строго говоря, можем рассматривать эту реально принятую шкалу лишь как условное множество оцифрованных точек отсчёта, достаточно близкое к требованиям термометрии [прекрасно выражено различие между *принятой опорной шкалой* и *теоретической шкалой* [67] – В. Кн.]”.

В следующем абзаце Томсон очень чётко формулирует проблему:

“Поэтому при современном состоянии физической науки возникает исключительно интересный вопрос: существует ли какой-либо принцип, на котором может быть основана абсолютная термометрическая шкала?”

И, наконец, он излагает свой подход к решению проблемы:

“Мне представляется, что теория Карно о движущей силе тепла позволяет нам дать на него утвердительный ответ.

Связь между движущей силой и теплом, как установлено Карно, состоит в том, что количества теплоты и интервалы температур входят как единственные элементы в выражение для механического действия, которое может быть получено посредством теплоты. Поскольку мы независимо располагаем определённой системой для измерения количеств теплоты, нам представляется и мера для интервалов, в соответствии с которой могут оцениваться абсолютные разности температур”.

Для наших целей достаточно остановиться на этой постановке задачи, не углубляясь в подробности её реализации – ведь нас сейчас интересуют общие вопросы теории величин.

Что же с точки зрения этой теории здесь можно считать заслуживающим внимания?

Прежде всего отметим в последнем из цитированных абзацев Томсона малозаметное и не получившее распространения выражение: *система для измерения количеств теплоты*. Представляется, что этот термин – в более общем виде: *система для измерения какой-либо величины*, – полезен для метрологии и теории величин, несмотря на близость соответствующего понятия к понятию *шкалы*.

Наверное, можно дать такое определение: *система для измерения какой-либо величины есть совокупность способов построения её шкал*.

## **Методологическое прерывание 2.9.**

### **Какие бывают “системы для измерения” величин?**

Наиболее древний и простой вид систем для измерения величин – это *системы, основанные на физической аддитивности*. Достаточно выбрать длину какого-либо предмета в качестве единицы, чтобы получить возможность отмерить двойную длину, половинную длину и т. д., а это значит – построить шкалу длины. Вообще говоря, система измерения длины не ограничивается аддитивностью: для измерения больших расстояний даже в земных условиях привлекают триангуляцию; в некоторых ситуациях приходится использовать радиолокацию или интерферометрию.

Некоторые философы позитивистского толка утверждают, что длина, измеряемая с помощью радиолокации, отличается от длины, измеряемой последовательным откладыванием меры (так же, как отличаются друг от друга различные подходы к понятию вероятности). По их убеждению, величина определяется способом её измерения, и два разных способа определяют две разные величины.

Чтобы разобраться в этом, нужно провести тщательный анализ процессов, происходящих при измерениях сравниваемыми способами, чего мы сейчас делать не будем – у нас другая задача.

Кроме аддитивности, длина имеет ещё ряд полезных свойств, необходимых для построения шкалы: возможность *копирования* объектов, характеризуемых данной величиной, возможность их *хранения*, их *переносимость* (инвариантность) и удобство *сравнения*.

Масса тоже физически аддитивна, а многие характеризуемые ею объекты – твёрдые тела – хранимы и переносимы. На множестве масс реализуется *косвенная сравнимость* – сравниваются (на равноплечих весах) моменты сил тяжести тел, находящихся в однородном гравитационном поле.

Длительность физически аддитивна: длительности двух событий складываются, когда начало второго события одновременно с концом первого. События не копируются, не хранятся и не переносятся по оси времени! Но эти недостатки компенсируются существованием *циклических процессов*, в которых каждый цикл является как бы копией предыдущего и при этом автоматически примыкает к нему (их длительности складываются). Сравнение выполняется по принципу одновременности.

Измерения, система которых основана на аддитивности, называют *фундаментальными*. Общепринятые *основные величины* – длина, масса и длительность (время как таковое не является величиной!) фундаментально измеримы, и отчасти этим объясняется их выбор.

Другой вид систем измерений – это *системы производных измерений*, при которых величина определяется как некоторая функция фундаментально измеримых величин. Обычный пример – плотность  $\rho$ , определяемая как отношение массы  $m$  к объёму  $V$ . Вопрос о том, почему одни функции величин осмыслены, а другие – нет, инте-

ресен, но мы не будем на него отвлекаться. Свойствам плотности как величины посвящена статья [15], на которую мы ссылались выше на странице 163.

Заметим, что производные величины могут быть фундаментально измеримыми. Электрическое сопротивление твёрдых проводников  $R = U/I$ , где  $U$  – напряжение, а  $I$  – сила тока, обладает всеми нужными свойствами: аддитивности, хранимости, переносимости и косвенной сравнимости (сравнимости после преобразования).

Однако сопротивление как величина уступает плотности вот в каком смысле: при измерении плотности твёрдого тела или несжимаемой жидкости результат будет одинаковым, независимо от выбора  $m$  или  $V$ , а сопротивление может сильно зависеть от напряжения и тока. Закон Ома, в который сопротивление входит в виде коэффициента, является приближенным (как, например, в механике закон упругости Гука и закон вязкого трения Стокса).

К.К. Гомоюнов в работе [40, с. 112] перечисляет подряд закон Стокса, второй закон Ньютона и закон Гука как *компонентные законы механики*, описывающие поведение типовых элементов механических цепей. Но всё-таки закон Ньютона, утверждающий *принципиальную* пропорциональность силы ускорению, качественно отличается от приближенных законов Гука и Стокса. Соответственно масса как величина качественно отличается от величин, являющихся в этих двух законах коэффициентами пропорциональности.

Ещё одним видом систем измерений являются системы *ассоциативных измерений* (термин предложен Брайаном Эллисом [68]). Такая система основывается на предположении о том, что интересующая нас величина (стоило бы остановиться на вопросе, какое право мы имеем называть её величиной, но мы не будем отвлекаться), не поддающаяся ни фундаментальному, ни производному измерению, связана монотонной зависимостью с некоторой другой, измеримой величиной – автор настоящего издания предложил называть её *индикантой*.

Ассоциативными являются все измерения твёрдости, основанные на измерении параметров отпечатка на исследуемой поверхности, или высоты отскока шарика от неё, или декремента затухания колебаний маятника, опирающегося на исследуемую поверхность, и т. д. Ассоциативными были и измерения температуры жидкостными и газовыми термометрами. Стоя на строгих позициях репрезентационной теории, приходится признать ассоциативные шкалы шкалами порядка, хотя интуитивно представляется, что на малых участках они должны иметь свойства шкал интервалов.

Мы перечислили несколько видов систем измерений, – фундаментальные измерения, производные измерения, ассоциативные измерения, – и теперь можно поставить вопрос: соответствует ли система, предложенная Томсоном, какому-либо из этих видов?

Очевидно, система Томсона не основана на фундаментальных измерениях – в температурной области нет ни аддитивности, ни сравнимости. Не основана она и на

производных измерениях, которыми *вводится, определяется* новая величина, – температура же была величиной, заранее известной. Ассоциативные измерения температуры воздушным термометром Томсон отверг вследствие “ссылки на конкретное вещество”. А на что же предложил ссылаться Томсон? На *физический закон*, связывающий температуру с фундаментально измеримыми величинами, такими как механическая работа.

Представляется, что такой подход можно рассматривать как самостоятельный вид системы измерений. В качестве другого близкого примера (из совсем другой области) можно указать разработанную Марксом теорию измерения стоимости рабочим временем.

### ***Возврат из прерывания 2.9.***

С точки зрения теории величин, да и физики в целом, важно, что предложение Томсона, будучи принятым, перевело температуру из класса величин, измеряемых в интервальных шкалах, в класс величин, измеряемых в шкалах отношений (пропорциональных шкалах).

Если величина измеряется в интервальной шкале, то в физические формулы в качестве сомножителей могут входить только *разности* её значений, но не сами значения. К величине, измеряемой в шкале отношений, это ограничение, конечно, не относится.

### ***Методологическое прерывание 2.10.***

#### ***Адекватные операции – обобщение теории размерностей***

При переходе от стоградусной шкалы Цельсия к шкале Кельвина размер градуса не изменился. Как же с точки зрения теории размерностей объяснить запрет на появление в физических формулах температуры в градусах Цельсия в качестве сомножителя?

Ответ даёт не столько теория размерностей, сколько репрезентационная теория, в рамках которой разработано понятие *адекватной операции*. Оно, в свою очередь, опирается на понятие *группы допустимых преобразований* шкалы.

До сих пор мы предполагали, что читатель имеет общее представление о теории шкал (репрезентационной теории). Но теперь придётся кратко напомнить её исходные понятия. Теория шкал начинается с представления о двух системах: системе реальных (эмпирических, т. е. встречающихся в опыте) объектов и системе чисел или иногда других абстрактных объектов.

В эмпирической системе можно установить или выявить определённые отношения (эквивалентности, порядка и т. д.) между её элементами. Если возможно отобразить множество эмпирических объектов в множество чисел таким образом, что отношения между числовыми образами будут соответствовать отношениям между

эмпирическими объектами-прообразами (такое отображение называется *гомоморфизмом*), то говорят о существовании *шкалы*.

В зависимости от того, какие отношения эмпирических объектов воспроизводятся в числовой системе, различают несколько *типов шкал*. Чем большее число отношений воспроизводится в числовой системе, – как бы передаётся из реального мира в мир абстракций – тем более сильной считается шкала. Для нас сейчас достаточно говорить только о трёх из пяти основных типов шкал.

*Шкала порядка* передаёт отношения эквивалентности и порядка (больше  $\leftrightarrow$  меньше, раньше  $\leftrightarrow$  позже). Более сильная *шкала интервалов* передаёт, кроме того, отношение эквивалентности интервалов (так, интервал времени между одной парой событий может быть эквивалентным интервалу между другой парой событий). Ещё более сильной является *пропорциональная шкала* или *шкала отношений* – здесь слово *отношение* понимается в смысле дроби (ratio), а в предыдущем тексте оно имело теоретико-множественный смысл (relation). Пропорциональная шкала передаёт, наряду с перечисленными ранее отношениями, отношение пропорциональности или, что то же самое, эквивалентности отношений (в смысле ratio).

С точки зрения математики удобно, отвлекаясь от эмпирической стороны шкал, характеризовать их типы *группами допустимых преобразований числовой системы*, т. е. таких преобразований, при которых в числовой системе сохраняются выбранные наборы отношений.

Для шкал порядка допустимыми являются любые положительные монотонные преобразования – при этом из двух чисел большее всегда перейдёт в большее.

Для шкал интервалов допустимые преобразования имеют вид  $x' = ax + b$ , т. е. сводятся к сочетанию растяжения – сжатия (на множитель  $a$ ) и сдвига (на  $b$ ). Легко убедиться, что при этом эквивалентные интервалы останутся эквивалентными. Конечно, такие преобразования монотонны; для того, чтобы они были положительными, должно быть  $a > 0$ .

Пропорциональные шкалы допускают ещё более узкий класс преобразований  $x' = ax$ , опять-таки при условии  $a > 0$ . В терминах измерений это – изменение размера единицы, в то время как преобразования интервальных шкал допускают ещё и сдвиг нуля (иначе говоря, у них условный нуль, а у пропорциональных шкал – естественный).

Шкалы температур Цельсия, Реомюра, Фаренгейта и др. являются интервальными. Например, температуры по Цельсию  $t_C$  и по Фаренгейту  $t_F$  связаны между собой соотношениями:  $t_C = (t_F - 32) \cdot 5/9$ ;  $t_F = t_C \cdot 9/5 + 32$ . Они являются допустимыми преобразованиями интервальных шкал: в последней формуле  $a = 9/5$ ;  $b = 32$ . Формула для  $t_C$  имеет удобную для расчётов форму, но тоже приводится к виду  $t_C = at_F + b$ .

Теперь можно ввести понятие *адекватной операции*. Если имеются числа, характеризующие объекты реального мира в некоторых шкалах, то операции над этими

числами будут адекватными, или осмысленными, если *суждения об отношениях объектов* не изменятся при допустимых преобразованиях шкал.

Понятно, почему величины, измеренные в интервальных шкалах, не могут быть сомножителями в физических формулах: допустимым преобразованием – изменением параметра  $b$  – можно было бы придать произведению любое значение. В разности двух таких величин этот параметр исчезает.

Из учения об адекватных операциях вытекают все требования теории размерностей. Последняя была развита независимо от репрезентационной теории, но фактически [65] отталкивалась от идеи о возможности замены единиц в физических формулах, – частного случая допустимых преобразований шкал.

### ***Возврат из прерывания 2.10.***

Итак, с разработкой термодинамической шкалы температура впервые стала полноценной физической величиной.

Сейчас, наряду со шкалой Кельвина, используется шкала, названная по имени Уильяма Джона Маккуорна Ренкина (1820–1872). Её нуль совпадает с нулём шкалы Кельвина, а размер градуса Ренкина заимствован из шкалы Фаренгейта.

Нужно ещё раз напомнить, что термодинамическая шкала является *теоретической конструкцией*, а в практике температурных измерений используется её стандартизованное и хорошо специфицированное приближение (*принятая опорная шкала*). В настоящее время это МТШ-90; конечно, работы по её совершенствованию продолжаются.

В какой-то степени к теории величин можно отнести разработанные молодым Кирхгофом в 1845–1849 гг. [10, с. 453] структурные законы электрических цепей. Поведение таких величин как ток и напряжение в рамках структурных законов определённым образом характеризует эти величины.

Наконец, говоря о развитии теории величин в XIX веке, нельзя не вспомнить ещё раз основополагающую работу Гельмгольца [13], опубликованную в 1887 году. Она не привлекла своевременно внимания метрологов, и её значимость выявилась только в следующем веке, когда развитие её идей привело к созданию репрезентационной теории.

## **2.9. Новое в вычислительной технике**

Из множества событий, относящихся к истории вычислительных устройств XIX века, выделим три наиболее заметных: во-первых, создание и организацию производства арифмометров; во-вторых, разработку механических

вычислительных машин Чарльза Бэббиджа; в-третьих, появление комплекса машин для работы с перфокартами Германа Холлерита.

Менее заметное, но тоже, по нашему мнению заслуживающее упоминания событие – создание логической машины Уильяма Стэнли Джевонса.

Серийное производство арифмометров – механических вычислительных устройств на основе ступенчатых валиков Лейбница – впервые в мире организовал в Париже [69, с. 30] уроженец города Кольмар во французском Эльзасе **Карл Ксавье Томас** (1785–1870).

Томас сконструировал свою машину в 1818 г.; в 1821 г. в его мастерских было изготовлено 15 арифмометров, а в дальнейшем выпуск колебался, доходя до 100 штук в год, так что до конца XIX века было выпущено около 2000 арифмометров [там же].

В Интернете размещена статья Ольги Ананьевой “Арифмометр Карла Томаса и его модификации”, в которой приведено характерное высказывание Владимира Георгиевича фон Бооля (1836–1899), издавшего в 1896 г. первую русскую монографию “Приборы и машины для механического производства арифметических действий”:

“Получаса достаточно, чтобы исполнить без всякого умственного утомления и с полной точностью работу целого дня...”.

Фон Бооль сам по себе является интересной личностью. Вступив в военную службу в 1856 г. прапорщиком, он в 1885 г. дослужился до генерал-майора, занимаясь в армии исключительно образовательной и научной деятельностью. В 1884–1890 гг. он был редактором “Записок” Московского отделения Императорского Русского Технического общества; им написана также книга “Теория устройства различного рода весов”.

Усовершенствованием арифмометров Томаса (*томас-машин*) занимались Бургардт, Шпитц и другие изобретатели.

В более простых механических *суммирующих машинах* раньше, чем в универсальных томас-машинах, был введён клавишный набор чисел. По данным Майстрова и Петренко [69, с. 42], первый патент на клавишную суммирующую машину был получен в США в 1850 г., а машина, пригодная для эксплуатации, была сконструирована только в 1886 г.

Эти же авторы упоминают 11-разрядную полноклавишную (т. е. имевшую 10 клавиш для набора в каждом из 11 разрядов) *томас-машину* “Рекорд” берлинской фирмы “Линдстрем”, датируя её конкретный экземпляр концом XIX века [69, с. 48].

В упомянутой выше статье Ольги Ананьевой создание клавишных томас-машин бездоказательно отнесено на более позднее время:

«...Его [Томаса] конструкция не создавала проблем при замене рычажного устройства ввода клавишным. Поэтому в начале XX столетия на основе конструкции “томас-машин” были разработаны первые механические клавишные арифмометры».

Однако рычажный набор чисел сохранил свои позиции благодаря изобретению зубчатого колеса с переменным числом зубцов, которое оказалось успешным конкурентом ступенчатого валика Лейбница. В пособии [П2, с. 378] мы сообщали, со ссылкой на работу [69, с. 39], о том, что впервые такое колесо предложил в 1709 г. Дж. Полени.

Далее в той же работе отмечено, что в 1872 г. патент на зубчатку с переменным числом зубцов получил Ф. Болдуин в США. Но широкое распространение получили *однер-машины* – арифмометры с зубчатым колесом, имевшим выдвигаемые зубцы, которое изобрёл в Петербурге инженер шведского происхождения **Вильгофт Теофил Однер**.

Краткий очерк жизни и деятельности Однера помещён в качестве приложения в работе [69, с. 140–149]. Там сказано, что дата рождения Однера достоверно не известна, предположительно это 1847 или 1846 г. Вместе с тем в Интернете можно найти даты его рождения 10 августа 1845 г. и 10 августа 1846 г. Умер Однер в сентябре 1905 г. и был с большими почестями похоронен на Митрофаньевском кладбище в Петербурге [69, с. 149].

В 1871 г., будучи молодым инженером, Однер имел случай чинить машину Томаса, и понял, что её можно улучшить. Само изобретение колеса Однера с выдвигаемыми зубцами относится предположительно к 1873 или 1874 гг., а в 1875 г. его автор обратился к фирме “Кенигсбергер и К<sup>о</sup>”. От её имени был получен ряд патентов, но производство не было налажено.

В связи с проблемами, с которыми столкнулся Однер, в [69, с. 143] приведены интересные для нашей темы сведения о том, что после указа Сената 7 августа 1801 г. “О поощрении учинивших изобретение и открытие...” фактическим *началом законодательства по привилегиям* стал манифест от 17 июля 1812 г.; но далее законы продолжали изменяться вплоть до 1914 года.

Продолжая инженерную и изобретательскую деятельность (при этом постоянно работая над совершенствованием своего арифмометра), Однер в 1885 г. открыл небольшую мастерскую, а в 1886 г. нашёл компаньона в лице англичанина Ф.И. Гиля.



“Завод стал изготавливать папиросные и полиграфические машины, измерительные приборы и арифмометры” [69, с. 143]. Папиросные машины были одним из изобретений Однера; вероятно, и полиграфические машины были каким-то образом связаны с его предыдущей деятельностью (в Экспедиции заготовления государственных бумаг). Производство же арифмометров нельзя было развернуть, пока владельцем прав была другая фирма (а она и не собиралась их использовать).

После долгой борьбы Однеру удалось 9 июня 1890 г. получить от “Санкт-Петербургского первой гильдии купца Карла Августовича Кенигсбергера” отказ от всех прав на изобретение арифмометра. В этом же году, расширив завод, Однер продал 500 арифмометров [69, с. 144].

На Всемирной выставке в честь 400-летия открытия Америки, организованной в Чикаго в 1893 г., арифмометр Однера получил высший приз. Золотые медали были получены Однером на выставках в 1896 г. в Брюсселе, в 1900 г.



Рис.2.56. Арифмометр “Феликс”

в Париже; высоких наград удостоился арифмометр и на других выставках [69, с. 148].

Однер-машины продолжали выпускаться в XX веке. В СССР приобрёл популярность арифмометр “Феликс”, выпускавшийся с 1929 по 1978 гг., т. е. даже после появления электронных клавишных вычислительных машин (первая такая ма-

шина “Анита Мк-8”, построенная на тиратронах с холодным катодом, была представлена английской фирмой на выставке в Лондоне в 1961 г. [70]).

На рис. 2.56 видны параллельные вертикальные прорези на корпусе арифмометра. В них перемещаются рычажки, которыми человек, работающий на арифмометре, набирает нужное число – около прорезей обозначены цифры от нуля до девятки.

Если, набрав число, повернуть рукоятку по часовой стрелке на полный оборот, это число сложится с соответствующим образом сдвинутым содержанием регистра, расположенного на подвижной каретке, и результат будет виден в окошках каретки. Поворот против часовой стрелки вызовет вычитание числа. Обороты рукоятки считаются счётчиками (окошки на каретке слева) отдельно для каждого положения каретки.

Нетрудно понять, как на таком устройстве можно выполнить умножение и деление многоразрядных чисел.

Теперь перейдём ко второму событию из тех трёх, которые были перечислены в начале раздела, – к работам **Чарльза Бэббиджа** (Babbage, 1791–1871) в области вычислительной техники.

Уточнение в конце предыдущей фразы должно напомнить читателю, что Бэббидж (рис. 2.57) был широко эрудированным и смело мыслящим человеком. Ещё обучаясь в Тринити-колледже Кембриджа, он сблизился с такими выдающимися людьми как Джон Фредерик Вильям Гершель (1792–1871) и Джордж Пикок (1791–1855). Первый, сын великого астронома Вильяма (Уильяма) Гершеля – см. выше страницы 116–118, – сам стал выдающимся астрономом; второй, математик, в своей *символической алгебре* обосновал возможность использования чисел любой природы в различных математических выражениях.

В 1812 г. (в некоторых публикациях – 1813 г.) эти три друга «совместно с другими молодыми кембриджскими математиками основали “Аналитическое общество”, организация которого явилась поворотным пунктом для всей британской математики» [71, с. 16–17]. Почему “поворотным пунктом”? Дело в том, что после Ньютона английская математика, пытавшаяся следовать только за ним, заметно отстала от континентальной. Требовались новые подходы, и одним из их источников явилось Аналитическое общество.

Бэббидж опубликовал ряд серьёзных математических работ. С их содержанием можно ознакомиться по статье [72].

Далее, “18 января 1820 г. в Лондоне было создано Астрономическое общество, в организации которого большое участие принимал Бэббидж” [71, с. 22]. В 1831 г. оно получило королевскую Хартию, и в настоящее время существует как Королевское астрономическое общество.

Астрономические вычисления, с которыми столкнулся Бэббидж, стали одним из поводов, побудивших его к занятиям механизацией вычислительных работ.

Широту интересов Бэббиджа показала его книга (она упоминалась в первой главе настоящего издания, на странице 19) “Экономика машин и производства”, вышедшая в 1832 г. и многократно пере-



Рис.2.57. Чарльз Бэббидж

издававшаяся. Судя по обзору её содержания в книге [71, с. 46–55], это была фундаментальная работа, охватывавшая огромный круг вопросов, вплоть до методов обследования предприятий и устройства различных регистрирующих приборов. Не оставил Бэббидж без внимания и науку. В связи с началом работы в 1831 г. “Британской ассоциации содействия развитию науки”, Бэббидж высказал в книге своё мнение о роли науки в обществе и в производстве.

Отметим интересный факт из деятельности Бэббиджа: “Ещё совсем в молодые годы он начал писать грамматику и словарь мирового универсального языка” [71, с. 21]. Ведь Людвик Лазарь Заменгоф (1859–1917), создатель языка *Эсперанто*, разработал его первый проект тоже будучи молодым, ещё до окончания гимназии, хотя окончательный вариант был им опубликован только в 1887 г. (несколько раньше, в 1879 г., появился язык *Волапюк*). Получается, что ещё одна незаконченная работа Бэббиджа опередила своё время?

В течение 11 лет Бэббидж был профессором математики Люкасовской кафедры Кембриджского университета, – той, которую когда-то занимали Барроу и Ньютон. В 1839 г. он “оставляет весьма почётную должность, чтобы полностью посвятить себя работе над вычислительными машинами” [71, с. 25].

Мысль о том, что громоздкие математические и навигационные таблицы могут быть без неизбежных при ручных вычислениях ошибок рассчитаны машиной, появилась у Бэббиджа, возможно, в 1812 или 1813 году [71, с. 23].

Большое впечатление на Бэббиджа произвела прочитанная им брошюра, в которой описывалась организация работ по пересчёту большого числа математических таблиц на 400-градусное (вместо привычного 360-градусного) исчисление углов [71, с. 29]. Это было одно из мероприятий революционной Франции по переходу на десятичную систему, – как мы знаем, не привившееся.

Грандиозную работу организовал Гаспар Рише, впоследствии барон де Прони (полное имя – Гаспар Клер Франсуа Мари Рише, барон де Прони, 1750–1839). У нас его обычно именуют просто Прони – так, известен *метод Прони* аппроксимации экспериментальных данных суммой экспоненциальных составляющих, предложенный в 1795 г., когда Рише ещё не был бароном.

В свою очередь, Рише вдохновлялся первой главой книги Адама Смита “Исследование о природе и причинах богатства народов”, которую он случайно прочитал в книжной лавке. Читатель, возможно, помнит слова “...Зато читал Адама Смита...” в пушкинском “Евгении Онегине”?

В первой главе книги Смита обсуждался вопрос о выгоде *разделения труда* на примере производства булавок. Рише сумел применить идею разделе-

ния труда к работе по вычислению таблиц. Небольшие группы лиц, хорошо владевших математикой, приводили подлежащую вычислению функцию к такому виду, что основная масса вычислителей, знавших только простейшие арифметические операции, могла чисто механически в предписанном порядке выполнять нужные действия [71, с. 29]. Работа была выполнена в течение двух с небольшим лет, но результат её остался лишь в рукописях, хранящихся в Парижской обсерватории с 1797 г.

В Энциклопедии Брокгауза и Ефрона среди публикаций Прони упоминается “Заметка о больших логарифмических и тригонометрических таблицах, приспособленных к новой метрической десятичной системе” (Notice sur les grandes tables logarithmiques et trigonométriques adaptées au nouveau système métrique décimale), датированная 1824 годом.

Если это – та брошюра, о которой говорилось в книге [71], то она могла лишь укрепить убеждения Бэббиджа, но не могла стать толчком к работе над его первой, *разностной машиной*; ведь уже в 1822 г. у Бэббиджа была готова небольшая разностная машина [71, с. 35]. В следующем году он начал работу над машиной большего размера.

Действие разностной машины основывалось на свойствах таблиц значений полиномов, рассчитанных для равномерных приращений аргумента. Если в такой таблице вычислить разности последовательных значений полинома, затем разности последовательных значений этих (первых) разностей – вторые разности, и т. д., то рано или поздно получатся постоянные разности.

Возьмём, например, замечательный полином  $x^2 + x + 41$ , позволяющий получить много простых чисел. Вот его значения для целых  $x$  от нуля до 8:

41, 43, 47, 53, 61, 71, 83, 97, 113.

Вычислим первые разности: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16. Видно, что уже вторые разности постоянны и все равны 2. Теперь можно наоборот, задавшись значением вторых разностей, вычислить сколько угодно первых разностей, а потом найти и сколько угодно значений полинома. Понятно, что у полинома третьей степени постоянными будут третьи разности, у полинома четвёртой степени – четвёртые разности и т. д.

Основой разностных машин Бэббиджа были зубчатые механизмы, деталей устройства которых мы здесь не будем касаться. Они довольно подробно описаны в статье [73].

Упомянем только о том, что числа в машинах Бэббиджа хранились в регистрах, каждый из которых состоял из зубчатых колёс, находящихся на одной

вертикальной оси, – Бэббидж называл такие регистры *колонками* (или колоннами).

Интересно заметить, что по нынешним представлениям нейроны в коре головного мозга человека группируются в вертикальные *колонки* – нейроны, расположенные друг над другом, выполняют одну и ту же рефлекторную функцию. Может быть, это совпадение терминов не так уж случайно?

К началу 1833 г. Бэббидж, преодолевая многочисленные трудности, построил небольшую часть задуманной разностной машины. Вычисление на ней тридцати первых простых чисел, являющихся значениями приведённого выше полинома, заняло 2,5 минуты [71, с. 40–41]. После этого у Бэббиджа начались более серьёзные неприятности, которые в 1843 г. вынудили его сдать неоконченную машину на хранение в музей Королевского колледжа в Лондоне [71, с. 43]. Большой труд так и не был завершён.

Но идея разностной машины не пропала. В 1853 г. 15-разрядную машину, работавшую до четвёртых разностей, построили шведы, – Пер Георг Шейц (Scheutz, 1785–1873, в статье [73] он назван Шютц) и его сын Эдуард (1821–1881). Их машина получила золотую медаль на Всемирной выставке в Париже в 1855 г., потом была куплена американским бизнесменом, и до 1924 г. использовалась в обсерватории Дадли в Олбани для расчёта астрономических таблиц. В 1863 г. по заказу английского правительства с неё была сделана копия, и на ней были рассчитаны таблицы смертности для страховых компаний. Впоследствии в разных странах было создано ещё несколько разностных машин, последняя из них – в 1933 г. [71, с. 44–45; 73, с. 52–55].

Бэббидж отчётливо понимал различие между своей работой и деятельностью по созданию арифмометров:

“Машина, которая будет выполнять операции простой арифметики, никогда, по моему мнению, не принесёт существенной пользы в противоположность машине, которая рассчитывает таблицы. Помимо расчёта таблиц по постоянным разностям механический принцип машины даёт возможность интегрировать бесчисленное множество уравнений в конечных разностях...” (цитируем по [71, с. 44]).

В этих словах видна идея выхода за границы принципа постоянных разностей. Бэббидж вначале пробовал реализовать её, связав колонку результатов вычисления с колонкой исходных разностей так, что эти разности можно было автоматически изменять по ходу вычисления, – получалась “машина, которая ест свой собственный хвост” [71, с. 60]. Но потом Бэббидж решил реализовать

более гибкое независимое управление вычислительным процессом. Так, в сентябре 1834 г., он пришёл к идее *аналитической машины*.

Аналитической машине Бэббидж посвятил много лет своей жизни, вместе с тем не оставляя попыток реализовать разностную машину [71, с. 43 и 72–73]. Для нас сейчас Бэббидж – это прежде всего гениальный автор идеи аналитической машины, механического прототипа современного компьютера.

Общая архитектура аналитической машины Бэббиджа практически совпадает с архитектурой электронной вычислительной машины. Её основными узлами должны были стать:

- устройство хранения цифровой информации, “склад” (store);
- арифметическое устройство, “мельница” (mill);
- устройство управления последовательностью операций.

Кроме того, конечно, нужно было обеспечить ввод и вывод данных.

Перемещение данных и выбор выполняемых операций в аналитической машине задавались с помощью перфокарт соответственно двух типов: управляющих и операционных. Идею перфокарт Бэббидж заимствовал у Жаккара (о нём мы упоминали в первой главе настоящего издания, на странице 17). Машина должна была оперировать с 50-разрядными десятичными числами, причём предусматривалась и двойная длина операндов.

Пожалуй, наиболее интересной стороной истории работы Бэббиджа над аналитической машиной было участие в этой работе *Августы* (по произношению – Огасты) *Ады Лавлейс* (1815–1852), – дочери Байрона, которая в 1835 г. вышла замуж “за Уильяма, восемнадцатого лорда Кинга, ставшего впоследствии первым графом Лавлейсом” [74, с. 60]. Брак был счастливым; в 1836–1839 гг. она родила трёх детей. Ада с детства увлекалась математикой; одним из её наставников был знаменитый логик, шотландец Огастес де Морган.



Рис.2.58. Августа  
Ада Лавлейс

Чрезвычайно занятый Бэббидж не находил времени для публикации описаний своих машин. Даже разностную машину впервые описал в печати доктор Д. Ларднер (*Lardner D. Babbage's calculating engine. – Edinburgh Review, July 1834*) [74, с. 63 и 101]. Видимо, имеется в виду Дионисиус Ларднер (1793–1859), специалист в области экономики и популяризатор науки. Ещё незамужняя Ада (рис. 2.58) в том же 1834 г. посещала лекции Ларднера, посвящённые разностной машине Бэббиджа [74, с. 59].

Нечто подобное произошло и с аналитической машиной. В 1840 г. Бэббидж по просьбе своего друга приехал в Турин для встречи с итальянскими учёными. В приглашении содержались замечательные слова, которые стоят того, чтобы их процитировать:

“До сих пор законодательная часть анализа была весьма мощной, *исполнительная* – совершенно ничтожной. Ваша машина, кажется, представляет нам возможность управления исполнением, которую мы имели ранее только над законодательной частью” [71, с. 62–63, курсив в оригинале].

В Италии Бэббиджа принял король Сардинии Карл-Альберт (Сардинское королевство со столицей в Турине, созданное в 1720 г., было восстановлено после наполеоновских войн в 1814 г.); состоялся ряд заседаний, на которых присутствовали выдающиеся математики и инженеры. В их числе был военный инженер, учёный и будущий политический деятель (рис. 2.59), тогда ещё молодой **Луиджи Федерико Менабреа** (1809–1896).



Рис.2.59. Генерал  
Л.Ф. Менабреа  
(из Интернета)

Менабреа сумел по материалам бесед Бэббиджа написать и издать (в октябре 1842 г.) статью, в которой была описана аналитическая машина. Ада по собственной инициативе перевела эту статью, а потом, по предложению Бэббиджа, добавила к ней примечания, потребовавшие от неё напряжённой работы. Примечания Ады заняли 50 страниц, а собственно перевод статьи Менабреа – 20 страниц. В конце августа 1843 г. работа Ады вышла в “Учёных записках Тейлора” [74, с. 67]. Полная ссылка дана в книге [71, с. 123]: *Menabrea L.F. Sketch of the analytical engine, invented by Ch. Babbage. With notes upon the memoir by the translator. – Sci. Mem., 1843, Vol. 3, p. 666.*

Примечания Ады (ставшие её единственной научной работой!) поражают глубиной и ясностью изложения. Авторы статей [72; 73; 74] в своей книге “От абака до компьютера” справедливо отметили, что статья Менабреа, посвящённая в основном техническим вопросам, в настоящее время представляет только исторический интерес, но в примечаниях Ады содержатся мысли принципиального характера, до сих пор сохраняющие актуальность. Да, технические знания и сейчас быстро устаревают!

Общеизвестным фактом стало то, что при работе над примечаниями Ада в качестве примера разработала последовательность операций аналитической

машины для решения довольно сложной задачи – вычисления чисел Бернулли. Это была *первая в мире программа*. И она уже содержала цикл!

Большие отрывки из примечаний Ады приведены в статье [74, с. 80–84]. Приведём некоторые выдержки из них (курсив – в оригинале):

“Изучая работу аналитической машины, мы обнаруживаем, что необходимо строго различать *операции, объекты, над которыми операции совершаются, и результаты операций*.

Мы обращаем на это внимание не только потому, что это совершенно необходимо для понимания работы аналитической машины и оценки её возможностей, но также и потому, что это обычно мало принимается во внимание при изучении математики вообще...

Под словом *операция* мы понимаем любой процесс, который изменяет взаимное отношение двух или более вещей, какого рода эти отношения ни были бы. Это наиболее общее определение, охватывающее все предметы во вселенной... Наука об операциях, как происходящая от математики, но более специальная, есть самостоятельная наука, имеющая абстрактные истины и значения, независимые от объекта, к которому мы применяем свои рассуждения и преобразования...

Операционный механизм может быть приведён в действие независимо от объекта, над которым должна производиться операция. Этот механизм может действовать не только над числами, но и над другими объектами, основные соотношения между которыми могут быть выражены с помощью абстрактной науки об операциях [и всё же сто с лишним лет спустя был в ходу термин *счётно-решающая машина*, подразумевавший работу *только с числами!* – В. Кн.]...

Аналитическая машина есть *воплощение науки об операциях*, сконструированная специально для действий над абстрактными числами как объектами этих операций...

Те, кто подходит к использованию машин чересчур утилитарно, быть может, чувствуют, что уникальные возможности аналитической машины относятся к абстрактной науке, а не к тому, что связано с обыденными каждодневными людскими интересами... Однако мы не сомневаемся, что благодаря широким возможностям аналитической машины даже в утилитарном смысле могут быть получены практически очень ценные результаты...”

Сейчас, по-видимому, господствует мнение о Бэббидже как о прожектере, взявшемся за решение сложнейшей задачи в то время, когда ещё не созрели



объективные условия для осуществления замысла. Но уверенный тон текстов Ады (к глубочайшему сожалению, она скончалась, не дожив до 37 лет) создаёт впечатление, что при поддержке правительства и при наличии достаточного числа квалифицированных и преданных помощников Бэббидж вполне мог реализовать свои идеи даже в чисто механическом облиии.

В память об Аде Лавлейс, “первой программистке”, один из развитых языков программирования, появившийся в 1979–1980 гг., был назван Ада. Редактор русского издания книги [75], написанной одним из разработчиков языка, в своём предисловии написал: “Есть все основания считать, что язык Ада станет одним из самых распространённых языков программирования”. Удалось ли таким способом создать памятник Аде Лавлейс – пусть судит читатель.

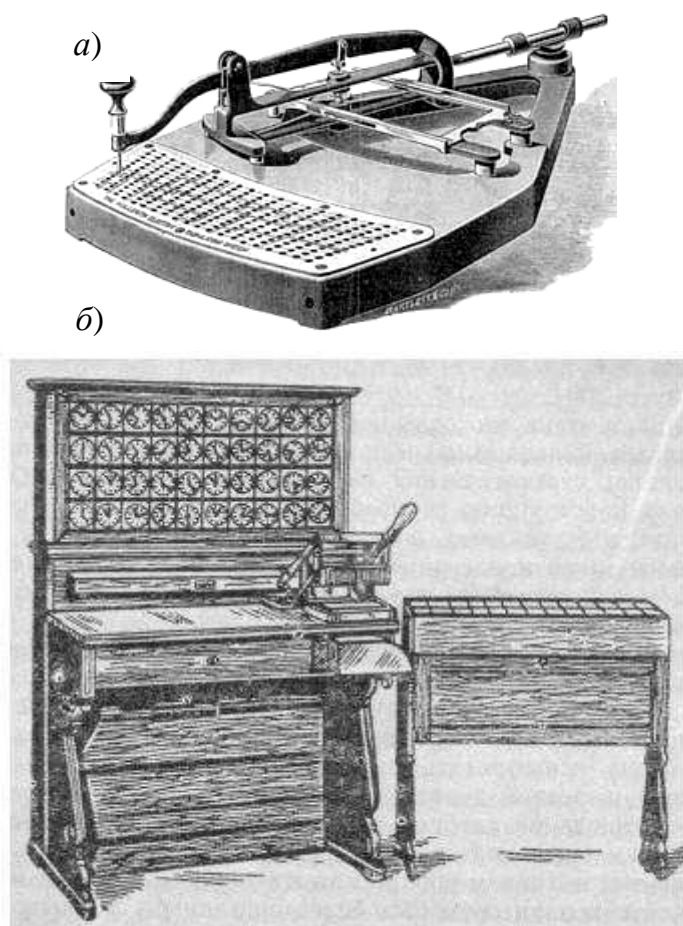


Рис.2.60. Аппаратура Холлерита:  
а) перфоратор; б) табулятор

Третье важнейшее событие в истории вычислительной техники XIX века связано с именем *Германа Холлерита* или *Голлерита* (Hollerith, 1860–1929), американца немецкого происхождения. Он использовал идею перфокарт Жаккара (а, возможно, и идею компостируемых железнодорожных билетов) для статистической обработки больших массивов данных, в частности, полученных в ходе переписи населения.

Данные с бланков переписи переносились на перфокарты с помощью ручного перфоратора (рис. 2.60, а). На рисунке видна рамка, на которую укладывалась перфокарта, и шаблон с несколькими рядами отверстий. Оператор

подводил штифт к отверстию шаблона, которое соответствовало нужному значению элемента данных, нажимал на рукоятку, и пуансон, который виден над рамкой, пробивал в перфокарте отверстие. Нескольким показателям переписываемого лица соответствовало несколько пробиваемых отверстий.

Готовые перфокарты поступали на табулятор (рис. 2.60, б), где они прощупывались системой игл. Игла, попавшая на отверстие, проходила через него и попадала в чашечку с ртутью, замыкая электрическую цепь. Это вызывало добавление единицы к содержимому счётчика, соответствующего данной позиции перфокарты. Одновременно открывалась крышка одной из ячеек сортировочного ящика, расположенного справа, и туда нужно было положить отработанную перфокарту. Ёмкость каждого счётчика составляла 10000 состояний (100 делений по окружности и две стрелки).

Патент Холлерита относится к 1884 г. Впечатляющим успехом было применение машин Холлерита для обработки данных переписи населения США в 1890 г. Предполагалось, что ручная обработка займёт больше десяти лет [69, с. 91] и потребует сотен участников. Холлерит с 43 помощниками на 43 машинах закончил работу за четыре недели.

Устройства, изображённые на рис. 2.60, описаны в работе [69, с. 101–102, фото 26 и 27]. Изготовлены они в 1898 г. В тексте этой работы указано, что табулятор имел 49 счётчиков, – четыре ряда по 10 счётчиков и один ряд с 9 счётчиками (на рис. 2.60, б его почему-то не видно); в сортировочном ящике было 26 ячеек.

Машины для работы с перфокартами получили широкое распространение и выпускались в ряде стран, включая СССР – одна из последних советских разработок была выполнена в 1950 г. [69, с. 101]. Очевидно, с появлением малогабаритных универсальных компьютеров эта ветвь вычислительной техники должна была заглухнуть. Восторженные высказывания в Интернете о Холлерите как изобретателе компьютера, видимо, объясняются тем, что основанная им фирма в конечном итоге вошла в состав известной корпорации, получившей название IBM – International Business Machines.

В начале этого раздела упоминалась ещё одна, совсем мало заметная ветвь вычислительной техники – *логические машины* [76].

Выше, в разделе 2.2, мы обращали внимание на то, что, начиная с 1860-х годов, растёт число трудов, посвящённых основаниям геометрии. Но то же можно сказать об основаниях других разделов математики, а также, естественно, и о логике как основе науки, – достаточно назвать хотя бы имена *Готлоба Фреге* (1848–1925) и *Джузеппе Пеано* (1858–1932).

Философская энциклопедия характеризует их так:

Готлоб Фреге – «немецкий логик, математик и философ. Один из основоположников современной символической логики. В работе “Исчисление поня-

тий” (1879) им был предложен первый вариант аксиоматического построения логики высказываний...».

Джузеппе Пеано – “итальянский математик и логик... Известен важными результатами в математическом анализе, теории дифференциальных уравнений..., разработкой международного языка на основе латыни (*Latino sine flexione*), а также работами в области логических оснований математики. Пеано впервые поставил задачу применения символической логики для дедуктивно-аксиоматического построения всей математики... Логические идеи Пеано послужили переходным звеном в цепи исторического развития от старой алгебры логики (в той форме, какую ей придали работы Буля, Девонса, Порецкого, Э. Шрёдера и др.) к современной форме математической логики...”

В последней фразе встретились три менее известных имени. О немецком математике и логике *Эрнсте Шрёдере* (1841–1902) имеется обстоятельная – 99 страниц! – статья [77] в том же сборнике, на который мы неоднократно ссылались выше по поводу работ Бэббиджа; заинтересованный читатель может обратиться к этой работе.

О *Платоне Сергеевиче Порецком* (1846–1907) та же Философская энциклопедия сообщает: “русский логик, астроном и математик. Впервые в России начал читать курс лекций по математической логике... он развил и усовершенствовал методы решения логических равенств, предлагавшиеся Дж. Булем, У.С. Девонсом и Э. Шредером”. Как видно, круг замкнулся.

Что касается *Уильяма Стенли Девонса* (1839–1882), то он в разных источниках упоминается прежде всего как экономист. Но именно он в 1869 или 1870 гг. построил “логическое пианино”, которое извлекало из записанных в символической форме посылок допустимые логические следствия [76, с. 137]. Эта машина была им описана в книге “*The Principles of Science*”, 1874 г., которая вышла в русском переводе в 1881 г. под названием “Основы науки”. Дальнейшее мы изложим по статье [76], не ссылаясь на конкретные страницы, – статья невелика по объёму.

Книга Девонса вызвала интерес в России. Несколько исследователей построили свои варианты логической машины – среди них *Павел Дмитриевич Хрущов* (1849–1909) и *Александр Николаевич Щукарев* (1864–1936).

Хочется отметить, что оба учёных, по основной профессии химики, отличались широким кругозором и острым интересом к методологическим вопросам науки.

Хрущов прочёл в 1897 г. для преподавателей Харьковского университета специальный курс “Общие методы физических наук”, где наряду с экспериментом и измерением рассматривал теории мышления и элементы логики.

Щукарёв издал книгу с более серьёзным названием: *Щукарёв А.Н. Проблемы теории познания в их приложениях к вопросам естествознания...*, Одесса, 1913 (конец названия опускаем – в нашем источнике [76] он не согласован грамматически, возможна ошибка).

Щукарёв получил логическую машину после смерти Хрущова, а затем построил собственную. Он активно пропагандировал новые идеи – выступал с лекциями в разных городах, демонстрировал машину, а также написал статью: *Щукарёв А.Н. Механизация мышления (логическая машина Дживонса) // Вестник знания. – 1925. – № 12.* (Написание Дживонс – у Щукарёва!). Эта его деятельность вызвала в научной среде дискуссию, которая, по-видимому, осталась без последствий.

Между прочим, идее “механизации мышления” Щукарёва уместно противопоставить слова Ады Лавлейс: “Аналитическая машина не претендует на то, чтобы создавать что-то *действительно новое*. Машина может *выполнить всё то, что мы умеем ей предписать*” [74, с. 94, курсив в оригинале].

Специализированные логические машины, очевидно, должны были прекратить существование с появлением компьютеров, способных выполнять логические операции.

Что же осталось в нынешнем, XXI веке от тех направлений в области вычислительной техники, которые разрабатывались в XIX веке? Наверное, нужно признать: только идеи Бэббиджа и Ады Лавлейс, воплощённые на электронной элементной базе.

Ведь сейчас даже самый маленький калькулятор не повторяет устройства арифмометра, а по существу имеет структуру аналитической машины Бэббиджа. Но путь к этому в XX веке оказался довольно извилистым.

## **2.10. Новое в организации информационных процессов**

В материалах предыдущих разделов можно обнаружить много фактов, характеризующих новую “информационную атмосферу” европейского и американского общества XIX века. В этом разделе мы по возможности напомним эти факты и добавим ещё некоторые другие.

Что же бросалось в глаза в предыдущих разделах? Прежде всего, это острый и деятельный интерес образованных людей к науке. Мы наблюдаем орга-

низацию большого числа *научных и технических обществ* разного ранга и в самых разных областях – видимо, академии (которые ведь тоже зарождались как самоорганизующиеся научные общества!) перестали удовлетворять тягу к общению большой массы людей, занимающихся наукой.

Здесь можно вспомнить Аналитическое и Астрономическое общества, в создании которых в 1812 и 1820 гг. участвовал молодой Бэббидж, “Олбанский институт”, учреждённый в 1824 г. при участии Генри, “Британскую ассоциацию содействия развитию науки”, деятельность которых началась в 1831 г.

На сайте [obogudka.ru](http://obogudka.ru) нашлась большая таблица *русских физических обществ*. Приведём из неё сведения о годах создания обществ в разных городах России:

- Общество соревнования врачебных и физических наук, 1804 г., Москва, Императорский университет.

- Московское общество испытателей природы, секция физики и астрономии, 1805 г., Москва, Императорский университет.

- Общество любителей естествознания, антропологии и этнографии, 1863 г., Москва, Императорский университет. При нём Физическое отделение, 1867 г.

- Общество естествоиспытателей при Университете св. Владимира, 1869 г., Киев.

- Общество естествоиспытателей при Казанском университете, 1869 г.,

- Общество естествоиспытателей при Харьковском университете, 1869 г.,

- Новороссийское общество естествоиспытателей, 1869 г., Одесса, университет.

- Физическое общество при С.-Петербургском университете, 1872 г.

- Харьковское физико-химическое общество, 1872 г., университет.

- Уральское общество любителей естествознания, 1870 г., Екатеринбург.

- Томское общество естествоиспытателей и врачей, 1889 г., университет.

- Киевское физико-математическое общество, 1890 г., университет.

- Казанское физико-математическое общество. 1890 г., университет.

Добавим: в 1866 г. было открыто Русское техническое общество, а в 1868 г. учреждено Русское химическое общество. Как видно, пик активности по созданию научных обществ в России пришёлся на 1860–1870-е годы.

Большую роль в развитии информационной сферы сыграл Американский институт инженеров-электриков (АИЕЕ), созданный в 1884 г. В 1963 г. он объединился с Институтом радиоинженеров (IRE), и в настоящее время существует

как Институт инженеров электротехники и электроники – IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

В предыдущих разделах обращают на себя внимание сведения о различных *научных и технических съездах*. Де ла Рив демонстрировал опыт Эрстеда на съезде естествоиспытателей в Женеве летом 1820 г., а в сентябре того же года (!) состоялся съезд естествоиспытателей и врачей в Галле, и там Швейггер показал мультипликатор. Инженер Бородин выступал на заседании Технического съезда представителей обществ железных дорог в 1881 г.

Первый съезд русских естествоиспытателей открылся в декабре 1867 г. Он работал больше месяца.

Создаётся впечатление, что естествоиспытателей стало уже достаточно много, но ещё не настолько много, чтобы они не могли собраться в рамках единого съезда.

Во второй половине века работает ряд *международных обществ и конгрессов*. Как мы уже знаем, в 1855 г. в Париже было организовано Международное общество для введения единообразной десятичной системы мер, весов и монет.

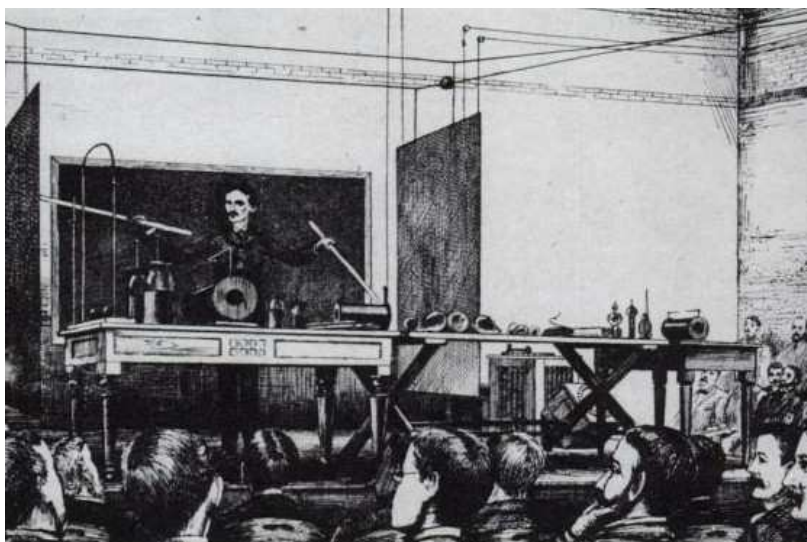


Рис. 2.61. Тесла читает публичную лекцию  
(из Интернета)

Международные конгрессы электриков собирались в 1881 и 1889 гг.

Важным событием стал первый международный конгресс химиков, состоявшийся в Карлсруэ в сентябре 1860 г. На нём были утверждены основные положения атомно-молекулярного учения.

В XIX веке в обычай входят *публичные лекции* с демонстрацией экспериментов (рис. 2.61). Вспомним: Ада Лавлейс посещала лекции Ларднера, посвящённые разностной машине Бэббиджа. Генри читал лекции об электромагнитах. Блестящий пример цикла популярных лекций дал Фарадей. Его “История свечки” многократно переиздавалась; её и сейчас интересно читать.

Важную роль в деле обмена научной и технической информацией играли *выставки*. Выставка 1851 года в Лондоне под названием The Great Exhibition of

the Works of Industry of All Nations впервые получила название *всемирной*. Она открыла длинную череду всемирных выставок (следующие данные – из статьи в Википедии о выставке 1851 года): 1855 (Париж), 1862 (Лондон), 1867 (Париж), 1873 (Вена), 1876 (Филадельфия), 1878 (Париж), 1886 (Мельбурн), 1888 (Барселона), 1889 (Париж), 1893 (Чикаго), 1897 (Брюссель), 1900 (Париж), – продолжение в следующем веке.

О функциях выставок хорошо сказала Светлана Александровна Корепанова, автор диссертации на соискание кандидата исторических наук под названием *“Выставочная деятельность в России в XIX веке (промышленные и научно-промышленные выставки)”*, Екатеринбург, 2005 г.:

“Изначально присущие выставочному процессу коммуникативная, рекламная, информационно-аналитическая функции и функция документирования во второй половине XIX в. дополнились научно-просветительной функцией, направленной как на экспонентов, так и на посетителей”.

Это сказано о русских выставках, но в той же, если не в бóльшей степени может быть отнесено к международным выставкам. Вспомним, что Гальтон открыл *общедоступную антропометрическую лабораторию* на Международной выставке в Кенсингтоне, 1884 г. Вероятно, это не единственный пример научной организации, работавшей на выставке.

Теперь обратимся к русским выставкам, пользуясь главным образом материалом диссертации С.А. Корепановой.

Первая всероссийская выставка, со сравнительно небольшим числом экспонентов (326), состоялась в Санкт-Петербурге в мае–июне 1829 г. За ней последовали выставки 1831, 1833, 1839 гг. На последней было уже 1019 экспонентов; были представлены паровоз отечественного производства и модель электромагнитного локомотива системы Б.С. Якоби; правда, преобладающее место занимала текстильная отрасль. В 1861 г. в Санкт-Петербурге состоялась уже XII всероссийская выставка.

Выставка 1870 года в Петербурге отличалась тем, что впервые в её подготовке участвовали научные организации – Вольное экономическое общество, Императорское Русское техническое общество (ИРТО) и другие.

По словам С.А. Корепановой, “Параллельно с выставкой работал Первый торгово-промышленный съезд, где обсуждались вопросы дальнейшего развития промышленности и торговли. Результатом выставки 1870 г. было создание в Петербурге Общего музея прикладных знаний”. Он располагался в Соляном городке, недалеко от Летнего сада.

Три *научных выставки* были организованы Обществом любителей естествознания при Московском университете: Этнографическая выставка 1867 г., Политехническая 1872 г. и Антропологическая 1879 г. По окончании выставок были основаны Этнографический, Политехнический и Русский исторический музеи.

Для нас, политехников, интересна Московская политехническая выставка 1872 года, приуроченная к двухсотлетию со дня рождения Петра Первого и работавшая в течение трёх месяцев. Есть сведения о том, что в ней были устроены морской, военный, лесной и почтово-телеграфный отделы. Самостоятельного электротехнического отдела не было; удивляет внимание, уделённое организаторами выставки почте и телеграфу.

В автореферате С.А. Корепановой не упоминается Всероссийская электротехническая выставка, открывшаяся в Петербурге в 1880 г. [45, с. 31], *за год* до первой Международной выставки электричества в Париже. А ведь в это время во всём мире уже была известна, в частности, электродуговая “свеча Яблочкова”.

Зато о XV-й Всероссийской промышленно-художественной выставке (Москва, 1882), в которой участвовало 5318 экспонентов, она пишет: “По числу участников лидировали сельское хозяйство, кустарная и легкая промышленность; значительным было представительство по художественному и научно-учебному отделам”. Об электричестве – ни слова!

Своеобразными событиями стали две выставки, прошедшие *в провинции*: Сибирско-Уральская научно-промышленная выставка (Екатеринбург, 14 июня – 15 сентября 1887 г.), проведённая по инициативе Уральского общества любителей естествознания (УОЛЕ), и Казанская научно-промышленная выставка (май – сентябрь 1890 г.).

В рамках Сибирско-Уральской выставки была сделана неудачная попытка организовать научный съезд по проблемам изучения природных ресурсов и перспектив промышленного развития края.

На Всероссийской промышленной и художественной выставке 1896 года в Нижнем Новгороде, которая собрала 8562 участника, среди других разделов был и раздел электротехники.

Наверное, и без комментариев ясна роль многочисленных выставок XIX века в деле интенсификации информационного обмена в обществе. Особо хочется обратить внимание на инициативы научных обществ, которые, как мы видели, получали государственную поддержку.



Ещё одна сторона информационных процессов в XIX веке – это деятельность исследовательских *лабораторий*. В предыдущих разделах мы постоянно встречались с такой ситуацией: молодой учёный приезжает для работы под руководством другого, известного учёного, в *его лабораторию*, зачастую находящуюся в другой стране.

Зигмунд Фрейд работал в лаборатории Брюкке; многие выдающиеся учёные разных стран прошли через лабораторию Людвиг; Сеченов работал в нескольких лабораториях, в том числе у Гельмгольца; Кеттел прошёл сначала лабораторию Вундта в Лейпциге, а потом лабораторию Гальтона в Лондоне; Уильям Томсон стажировался в лаборатории Реньо в Париже...

Ближе к концу века нам встретилась несколько иная ситуация: создаётся новая лаборатория, и *подыскивается* её руководитель. Так было в 1874 г. при организации Кавендишской лаборатории в Кембридже – её руководителем вначале был Максвелл, потом Рэлей, потом Джозеф Джон Томсон и т. д.

К последним десятилетиям века относится и организация ряда *испытательных лабораторий*. Вот только примеры, встретившиеся в тексте настоящего издания:

В 1871 г. при Мюнхенском политехническом институте создаётся первая лаборатория по испытанию материалов (Иоганна Баушингера).

В 1871–1872 гг. Уильям Фруд строит опытовый бассейн для испытаний моделей судов.

В 1881 г. Александр Парфеньевич Бородин организует первую в мире испытательную лабораторию паровозов *при Киевских мастерских* (вероятно, не связанную ни с каким университетом).

В 1891 г. в США создаётся первая катковая станция для испытаний паровозов.

Пример ещё одного типа лаборатории – изобретательская лаборатория Эдисона с постоянным штатом сотрудников, занятых разработкой определённых технических идей. Сходной деятельностью стали заниматься лаборатории, создаваемые при заводах.

Представляется, что некоторые из перечисленных лабораторий могут рассматриваться как предтечи *научно-исследовательских институтов* – формы организации науки, типичной для следующего, XX века.

Обдумывая материал предыдущих разделов, можно обратить внимание на то, что в XIX веке почти одновременно было сделано несколько практических попыток *создания универсального языка*.

Сама эта мысль имеет давнюю историю (читатель может обратиться, например, к статье *Всемирный или международный язык* в Энциклопедии Брокгауза и Ефрона), но во времена Ломоносова и Эйлера функции универсального языка ещё выполняла латынь. Впоследствии же, когда преподавание и научные публикации перешли на национальные языки, идея создания нового всемирного языка приобрела актуальность и перешла в практическую плоскость.

Мы видели, что разработкой универсального языка занимался молодой Бэббидж. В 1879 г. католический священник и языковед-любитель Иоганн Мартин Шлейер (1831–1912) предложил проект языка *Волапюк*. Эта разработка не привилась; мало того, некрасивым словом *волапюк* стали обозначать бессвязную речь, тарабарщину.

Более удачной стала работа польского врача и лингвиста **Людвика Лазаря Заменгофа** (напоминаем годы его жизни: 1859–1917). Язык, опубликованный им в 1887 г., по выбранному для публикации псевдониму автора *доктор Эсперанто* (*espereti* – на этом языке *надеяться*, *Esperanto* – *Надеющийся*) получил то же название *Эсперанто*.

Словарь языка эсперанто построен на основе наиболее употребительных корней европейских языков, с однозначным произношением, с простыми и единообразными правилами словообразования, с простой и единообразной грамматикой. В брошюре [78], содержащей основные сведения о языке эсперанто, всего 48 страниц. Думается, что многочисленные и в настоящее время эсперантисты занимаются этим языком не столько в надежде, что он станет языком международного общения, сколько ради его редкостной красоты.

Например, первая строка стихотворения Валерия Брюсова, звучащая по-русски жёстко и даже не совсем правильно (*единое* в смысле *единственное*):

Единое счастье – работа,

в переводе на эсперанто звучит музыкально и понятна без словаря:

La sola feliĉo – laboro.

В начале XX века были сделаны попытки создать улучшенный “потомок” эсперанто, но запас прочности у разработки Заменгофа оказался достаточным, и эсперанто, при всей своей искусственности, сейчас ведёт себя как обычный естественный язык.

Итак, XIX век оказался насыщенным новыми возможностями информационного обмена, хотя технические средства информационной техники – телеграф, телефон и тем более радио – ещё не проявили себя в полную силу.

## Заключение по главе 2

Трудно охватить одним взглядом пёструю картину, представленную в этой главе. Может быть, в качестве объединяющей мысли попробовать *надежду* – *espero*?

Конечно, в рассмотренном нами веке звучали и голоса сомнения, и даже голоса отчаяния, но всё же, пожалуй, надежда – одна из ведущих идей века. Недаром ещё в 1824 г. Людвиг ван Бетховен закончил свою Девятую симфонию, ставшую высшим достижением мировой музыкальной культуры.

Ромен Роллан о произведениях Бетховена сказал удивительные слова: “...большие дороги духа. Целый народ может по ним проходить...”. Девятая симфония, в последней части которой звучит полная надежды “Ода к радости” Шиллера, – это дорога духа, на которой достаточно места для всего человечества.

Человечество пока не воспользовалось этой дорóгой, а в начале XX века Александр Николаевич Скрябин всерьёз надеялся своей Мистерией увести человечество совсем в другую сторону... С позиций истории информационной сферы эта идея Скрябина выглядит как утопическая попытка решить проблемы человечества информационными средствами! Сейчас, как мы видим, информационные средства используются в основном для *отвлечения* человечества от стоящих перед ним проблем.

Обозревая материал предыдущих разделов, мы везде видим те или иные надежды. Век больших ожиданий – вот как можно, воспользовавшись названием романа Диккенса “Great Expectations”, назвать XIX век.

Изобилие механических транспортных средств, полёты на воздушных шарах, подготовка к созданию авиации, – всё это вселяло надежды на счастливую будущую жизнь, вплоть до расселения человечества по другим планетам. Вряд ли люди ожидали, что результатом развития техники станет появление чудовищного оружия. Ведь даже изобретение (в конце века) пулемёта Максима воспринималось как предел, за которым война станет невозможной.

В области *философии* – Гегель надеялся, что его метод, с диалектическим трёхдольным ритмом, является настолько естественным, что в дальнейшем будет возможно только уточнение деталей.

Ожидания Гегеля реализовались иначе: диалектика вышла далеко за пределы чистой философии и проявила себя как незаменимый инструмент не только научного познания, но даже (в некоторых случаях) и практической политической деятельности.

Ранние позитивисты надеялись, что с появлением их концепций философия, и, в частности, теория познания, наконец, станет “положительной” наукой. Эти надежды (в их антидиалектических формулировках) к середине XX века развеялись, однако накопленный – в особенности в рамках неопозитивизма – фактический материал, конечно, не пропал.

А разве не надежда звучит в знаменитом заключительном абзаце “Манифеста Коммунистической партии”? Вот этот абзац:

“Коммунисты считают презренным делом скрывать свои взгляды и намерения. Они открыто заявляют, что их цели могут быть достигнуты лишь путём насильственного ниспровержения всего существующего общественного строя. Пусть господствующие классы содрогаются перед Коммунистической Революцией. Пролетариям нечего в ней терять кроме своих цепей. Приобретут же они весь мир”.

История пошла более извилистым путём, и трудящиеся пока не установили в мире такого строя, который был бы основан на справедливости. Само представление о будущем сейчас стало туманным.

Перейдём от философии к другим наукам, где тоже ожидалось слишком многое. В *математике* такие работы как “Эрлангенская программа” Феликса Клейна, вселяли надежду на скорое упорядочение и самой математики, и, возможно, других наук. Теория множеств воспринималась учёными как “рай, который нам создал Кантор”. Логические работы Готлоба Фреге позволяли надеяться на подведение под математику прочного фундамента логики. Достижения Давида Гильберта в области аксиоматизации геометрии давали надежду на возможность построения науки как формальной системы...

В XX веке все эти преувеличенные ожидания не сбылись, – неопределённости в науке не только остались, но и стали пониматься как должное.

Огромная работа Ампера по разработке подробной классификации наук (в надежде, что выявившаяся потребность в новых науках приведёт к их созданию) осталась достоянием истории. Система знаний стала развиваться по другим законам. Для нас важно, что стал формироваться большой комплекс информационных знаний, состав которого и сейчас не до конца выяснен.

Де Соссюр, закладывая основы структурализма в *лингвистике* и утверждая, что компаративистам “не удалось создать подлинно научную лингвистику”, очевидно, надеялся, что именно ему и его последователям удастся это сделать. Надежды оправдались иначе: мог ли он предвидеть современную роль лингвистики как своеобразного *центра информационной сферы*?

Последняя мысль – о центре – может показаться сомнительной. Но ведь язык является своеобразным субстратом информационной сферы, материальным воплощением информации. Лингвистика связывает между собой различные части информационной сферы, включая и её технические средства.

Сейчас нередко можно встретить утверждение, что в центре всей классификации наук – “треугольника Б.М. Кедрова”, составленного из наук о природе, об обществе и о мышлении, – находится *психология*. А мы можем вспомнить, что даже в самом конце XIX века представители этой области информационных знаний только высказывали надежду относительно “преобразования психологии в точную науку” (см. выше страницу 189).

Насколько оправдалась эта надежда, судить не будем, но обратим внимание на непростые отношения психологии с другими науками. В предыдущем пособии [П2, с. 182] упоминалась (хотя и не обсуждалась) одна из “контrovers” логики – психологизм или антипсихологизм? Считается, что *психологизм в логике*, приводящий к нежелательному субъективизму в толковании её законов, усилил свои позиции как раз в последней четверти XIX века. Впоследствии, по-видимому, он был преодолён.

Сама психология в первой половине XX века переболела *бихевиоризмом* (от английского behavior – поведение). Это учение, отчасти опиравшееся на неправомерно экстраполированные идеи Сеченова и Павлова, отказывалось изучать внутренний мир человека и ограничивалось только наблюдением его реакций на те или иные стимулы. Во второй половине того же века бихевиоризм в психологии вытесняется *когнитивизмом*, который возвращается от внешних реакций человека к изучению его познавательной деятельности.

По-видимому, в отличие от лингвистики, материал которой осязаем и в основном (за исключением, может быть, теории *смысла*) поддаётся объективному анализу, психология мало пригодна для выполнения роли центрального стержня информационной сферы. Кроме того, в современном мире психология слишком часто используется как инструмент манипуляции сознанием, а этой стороной информационной сферы здесь не хотелось бы заниматься.

Далее в разделе 2.5 предыдущего текста мы переходили к *биологии*. Материал этого раздела создаёт впечатление, что в биологии в течение всего XIX века просто продолжалась непрерывная интенсивная работа, а особые надежды не высказывались. Но для будущего развития информационной сферы, конечно, важнейшее значение имели исследования по *физиологии сенсорных систем*, в которые существенный вклад внёс Гельмгольц.

Можно только пожалеть о том, что Гельмгольц (или кто-нибудь другой) не сформулировал в явном виде исследовательских задач на далёкую перспективу. На основании того немногого, что было сказано в разделе 2.5, можно предположить, что одной из важнейших задач могло быть исследование принципов *истолкования* сенсорных сигналов (см. выше с. 199–201).

Напомним, что в первой главе этого издания, рассматривая полную противоречий философию Канта, мы обратили внимание на его слова о *трансцендентальной схеме*: “Ясно, что должно существовать нечто третье, однородное, с одной стороны, с категориями, а с другой – с явлениями и делающее возможным применение категорий к явлениям...” (см. выше страницы 49–50).

Абстрактный уровень мышления Канта далёк от физиологического подхода Гельмгольца, но, по-видимому, “применение категорий к явлениям”, о котором пишет Кант, можно прямо сопоставить с истолкованием “языка знаков, сообщающего нам о внешнем мире”, которое мы находим у Гельмгольца.

Представляется, что эта проблема *психологической интерпретации физиологических процессов в нервной системе* и сейчас далека от решения. Пропасть между нейрофизиологией и психологией остаётся незаполненной. Если это верно, то вопрос её заполнения имеет колоссальную важность.

О надеждах деятелей XIX века, связанных с развитием *электротехники*, свидетельствует следующая цитата: «При закрытии Парижской выставки и Конгресса электриков 1881 г. академик Дюма произнёс вещие слова: “начинается век электричества”» [45, с. 33].

Действительно, как энергетика, так и информационная сфера XX века в основном стали опираться на электротехнику. Правда, нельзя не считаться с тем, что, при нынешнем торжестве “безбумажной информатики” (термин академика В.М. Глушкова) продолжают широко использоваться средства информационной техники с бумажными носителями.

Добавим интересный факт, которому по разным причинам не нашлось места в разделе 2.6, посвящённом электротехнике:

“Начальной датой истории электрических методов изучения земных недр обычно считают 1828 г., когда английский инженер Фокс заметил естественное электрическое поле над Корнуэллским медноколчеданным месторождением” [79, с. 144].

Если эта дата не ошибочна (а она не выпадает из контекста цитированного источника), то получается, что идея электрической геологоразведки – почти ровесница идеи электромагнитного телеграфа!

Нужно не забыть и о появлении в XIX веке таких средств информационной техники как *фотография* и *звукозапись*. Только после длительного периода самостоятельного развития они в XX веке влились в общий информационный поток, реализуемый унифицированными электрическими средствами.

Развитие *техники физического эксперимента* в XIX веке дало ряд открытий, которые в следующем веке были использованы информационной техникой. Важнейшим из них стало открытие способов управления потоком электронов в вакууме или газе, которое положило начало *электронике*.

Ярким выражением надежды стал лозунг *метрологов* революционной Франции: “На все времена, для всех народов” (см. выше рис. 1.32 на странице 136). Можно было бы ещё добавить: “и для всех областей деятельности”. Действительно, заинтересованность в развитии метрологии одновременно выразили, с одной стороны, деятели промышленности и торговли (см. выше страницу 258) и, с другой стороны, учёные, которым метрология давала профессиональный язык – язык величин.

Наконец, в XIX веке приблизилась к реализации идея Лейбница об *автоматизации умственного труда*. Правда, само понятие *автоматизации в технике* появится только в 1920-х годах, а к умственному труду будет применено ещё позже, в начале 1960-х.

Итак, в XIX веке отдельные участки информационной сферы развивались раздельно и в основном независимо друг от друга – например, использование электрических средств в физиологических исследованиях ещё не означало сближения этих областей. Но предпосылки для объединения этих участков созревали, тем более что роль информации в обществе постоянно росла. Об этом можно было судить хотя бы по интенсификации обмена информацией в научном мире.

## Литература к главе 2

1. Куликова И.С. Философия и искусство модернизма. – М. : Политиздат, 1974. – 160 с.
2. Соколова С.А. Развитие лабораторного метода испытаний локомотивов // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 29: История машиностроения. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – С. 165–201.
3. Соколова С.А. Развитие путевого метода тягово-теплотехнических испытаний локомотивов // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 38: История машиностроения. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – С. 113–134.

4. *Барбачёв Н.И.* Из истории морского судостроения XVIII и первой половины XIX века // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 29. История машиностроения. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – С. 202–263.
5. *Гагарин Е.И.* Из истории автомобиля // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 38: История машиностроения. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – С. 173–191.
6. *Соколов П.Б.* К вопросу о развитии методов аэродинамического расчёта самолётов // Труды Института истории естествознания и техники (ИИЕТ) АН СССР. – Т. 21: История машиностроения. – М. : Изд-во АН СССР, 1959. – С. 212–231.
7. *Стражева И.* Черты грядущего // Наука и жизнь. – 1973. – № 2. – С. 11–13.
8. Об основаниях геометрии: Сборник классических работ по геометрии Лобачевского и развитию её идей. / Ред. и вступит. статья А.П. Нордена. – М. : Гос. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1956. – 528 с.
9. *Льоцци М.* История физики. Перевод с итал. – М. : Мир, 1970. – 464 с.
10. *Голин Г.М., Филонович С.Р.* Классики физической науки (с древнейших времён до начала XX в.): Справ. пособие. – М. : Высшая школа, 1989. – 576 с.
11. *Философский словарь.* / Под ред. М.М. Розенталя. – М. : Политиздат, 1972. – 496 с.
12. *Визгин В.П.* Эрлангенская программа и физика. – М. : Наука, 1975. – 112 с.
13. *Helmholtz H.V.* Zählen und Messen erkenntnistheoretisch betrachtet // Philosophische Aufsätze Eduard Zeller gewidmet. – Leipzig, 1887. – Ss. 11–52.
14. *Кнорринг В.Г.* Развитие репрезентационной теории измерений // Измерения. Контроль. Автоматизация: Научно-технический реферативный сборник. – 1980. – Вып. 11–12 (33–34). – С. 3–9.
15. *Burke C.J.* Density and length // Journal of mathematical psychology. – 1970. – Vol. 7. – № 3. – Pp. 466–477.
16. *Биркхофф Г.* Математика и психология. – М. : Советское радио, 1977. – 96 с.
17. *Поваров Г.Н.* Ампер и кибернетика. – М. : Сов. Радио, 1977. – 96 с.
18. *Белькинд Л.Д.* Андре-Мари Ампер (1775–1836). – М. : Наука, 1968. – 278 с.
19. *Алпатов В.М.* История лингвистических учений: Учебное пособие. – 2-е изд. [есть более поздние издания] – М. : Языки русской культуры, 1999. – 368 с.
20. *Кнорринг В.Г.* Гносеотехника – техника познания // Измерения. Контроль. Автоматизация: Научно-технический реферативный сборник. – 1992. – Вып. 1–2. – С. 3–12.
21. *Кнорринг В.Г.* Как обучать гносеотехнике? // Приборы и системы управления. – 1991. – № 5. – С. 27–28.



22. *Де Соссюр Ф.* Курс общей лингвистики: Изданный Ш. Балли и А. Сеше при участии А. Ридлингера. / Под ред. и с примеч. Р.О. Шор. – М. : Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2013. – 256 с. (нумерация страниц начинается со с. 25).
23. *Кнорринг В.Г.* Об общих особенностях информационных процессов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009.– № 2 (78), серия “Наука и образование”. – С. 203–209.
24. *Бургин М.С., Кузнецов В.И.* Задачи как компоненты проблемно-эвристической подсистемы научной теории // Научное знание: логика, понятия, структура / Отв. редакторы В.Н. Карпович, А.В. Бессонов. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1987. – С. 52–83
25. *Журавлёв Г.Е.* Системные проблемы развития математической психологии. – М. : Наука, 1983. – 287 с.
26. *Баранцев Р.Г.* Системная триада – структурная ячейка синтеза // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1988. – М. : Наука, 1989. – С. 193–209.
27. *Антонов А.В.* Информация: восприятие и понимание. – Киев : Наукова думка, 1988. – 184 с.
28. *Стюарт Дж.* Возвращаясь к символической модели: нерепрезентативная модель природы языка // Знаковые системы в социальных и когнитивных процессах / Отв. ред. И.В. Поляков. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1990. – С. 84–111.
29. *Никольский В.К.* Место Эдуарда Тэйлора в исследовании первобытной культуры // Э. Тэйлор. Первобытная культура. – М. : Социально-экономич. изд-во, 1939. – С. III–XXX.
30. *Тэйлор Э.* Первобытная культура. – М. : Социально-экономич. изд-во, 1939. – 568 с. без учёта вступительной статьи [29], имеющей отдельную пагинацию. [Есть более поздние издания].
31. Атеистический словарь. / Под общ. ред. М.П. Новикова. – 2-е изд. – М. : Политиздат, 1986. – 512 с.
32. *Елисеева И.И., Юзбашев М.М.* Общая теория статистики: Учебник. – 4-е изд. – М. : Финансы и статистика, 1999. – 480 с.
33. *Чеснокова С.А.* Карл Людвиг (1816–1895). – М. : Наука, 1973. – 254 с. [На обложке автор не указан]
34. *Канаев И.И.* Фрэнсис Гальтон (1822–1911). – Л. : Наука, Лен. отделение, 1972. – 135 с.
35. *Самойлов В.О.* Иллюстрированный очерк истории физиологии. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского института истории РАН “Нестор-История”, 2005. – 136 с.

36. *Лебединский А.В., Франкфурт У.И., Френк А.М.* Гельмгольц (1821–1894). – М. : Наука, 1966. – 320 с.
37. *Дюбуа-Реймон П.* Границы познания в области точных наук: С приложением статей Г. Герца, Г. Гельмгольца и Л. Пастера. – М. : Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2012. – 152 с.
38. Опыты В.В. Петрова с электрической дугой 29 (17) мая 1802 г. [Редакционная статья] // *Электричество*. – 2011. – № 7. – С. 64–69.
39. *Кудрявцев П.С.* История физики. Том I. От древности до Менделеева. – М. : Учпедгиз, 1956. – 564 с.
40. *Гомоюнов К.К.* Совершенствование преподавания общенаучных и технических дисциплин: Методологические аспекты анализа и построения учебных текстов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб. : Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1993. – 252 с.
41. *Кудрявцев П.С., Конфедератов И.Я.* История физики и техники. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1965. – 572 с.
42. *Кудрявцев П.С.* Фарадей. – М. : Просвещение, 1969. – 168 с. + 14 с. илл.
43. *Цверава Г.К.* Джозеф Генри (1797–1878). – Л. : Наука, 1983. – 184 с.
44. *Бюлер В.* Гаусс. Биографическое исследование. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1989. – 208 с.
45. *Белькинд Л.Д.* Томас Альва Эдисон (1847–1931). – М. : Наука, 1964. – 328 с.
46. *Храмой А.В.* Константин Иванович Константинов. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1951. – 115 с.
47. *Урвалов В.А.* Очерки истории телевидения. – М. : Наука, 1990. – 216 с.
48. *Белькинд Л.Д.* Чарлз Протеус Штейнмец (1865–1923). – М. : Наука, 1965. – 224 с.
49. *Кнорринг В.Г.* История кафедры измерительных информационных технологий. – СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2009. – 259 с.
50. *Розов М.А.* Проблемы эмпирического анализа научных знаний. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1977. – 222 с.
51. *Finkelstein L.* Measurement in soft systems // 10<sup>th</sup> IMEKO TC7 International Symposium on Advances of Measurement Science. June 30–July 2, 2004, Saint-Petersburg, Russia. – Proceedings, Vol. 1, pp. 21–27.
52. Краткий философский словарь. / А.П. Алексеев, Г.Г. Васильев и др. под ред. А.П. Алексеева. – М. : РГ-Пресс, 2010. – 496 с.
53. *Клокова Н.П., Ильинская Л.С., Кузнецова Л.С., Поднебеснов В.В.* Тензорезисторы. История и перспективы развития // *Приборы и системы управления*. – 1989. – № 4. – С. 16–18.
54. *Баумгарт К.К.* Выдающийся профессор физики О.Д. Хвольсон // *Электричество*. – 1953. – № 1. – С. 62–64.

55. *Туричин А.М., Новицкий П.В.* Проволочные преобразователи и их техническое применение. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1957. – 171 с.
56. *Араго Ф.* Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров. Том II, III. – Ижевск : НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2000. – 464 с.
57. Творцы физической оптики: Сборник статей. / Отв. ред. В.И. Родичев. Составитель У.И. Франкфурт. – М. : Наука, 1973. – 352 с.
58. *Гинак Е.Б.* Из истории российской метрологии // Российская метрологическая энциклопедия. – СПб. : “Лики России”, 2001. – С. 14–20.
59. *Шателен М.А.* Советские метрологи в международных метрологических организациях // Электричество. – 1945. – № 7. – С. 3–6.
60. *Шостьин Н.А.* Из истории электрических эталонов // Электричество. – 1945. – № 7. – С. 6–9.
61. *Гаусс К.Ф.* Интенсивность земной магнитной силы, приведённая к абсолютной мере [доклад и статья под одинаковыми названиями] // К.Ф. Гаусс. Избранные труды по земному магнетизму. – Изд-во АН СССР, 1952 [Город не указан, отпечатано в Ленинграде]. – С. 7–22 и 23–75.
62. *Широков К.П.* Интерпретация уравнения связи между физическими величинами // Общие вопросы метрологии: Труды метрологических институтов СССР. – Л. : Энергия, 1977. – Вып.200 (260). – С. 3–12.
63. *Клейн Ф.* Лекции о развитии математики в XIX столетии. Том I. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1989. – 455 с.
64. *Бурдун Г.Д., Марков Б.Н.* Основы метрологии. – М. : Изд-во стандартов, 1972. – 318 с. [Есть более поздние издания].
65. *Кирпичёв М.В.* Теория подобия. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – 96 с.
66. *Хантли Г.* Анализ размерностей. – М. : Мир, 1970. – 176 с.
67. *Кнорринг В.Г.* Проблемы баланса в современной метрологической терминологии // Метрология. – 2016. – № 2. – С. 40–50.
68. *Ellis B.* Basic concepts of measurement. – Cambridge : University Press, 1966. – 220 pp.
69. *Майстров Л.Е., Петренко О.Л.* Приборы и инструменты исторического значения: Вычислительные машины. – М. : Наука, 1961. – 158 с.
70. *Мараховский В.Б., Каневский Е.А.* Принципы построения электронных клавишных вычислительных машин. – Л. : Энергия, 1976. – 136 с.
71. *Апокин И.А., Майстров Л.Е., Эдлин И.С.* Чарльз Бэббидж (1791–1871). – М. : Наука, 1981. – 128 с. [Во всей этой книге принято написание *Бэббидж*, которое мы не сохраняем при цитировании].
72. *Гутер Р.С., Полунов Ю.Л.* Математические работы Чарльза Бэббеджа // Кибернетика и логика. Математико-логические аспекты становления идей кибернетики и развития вычислительной техники. – М. : Наука, 1978. – С. 102–136.

73. Гутер Р.С., Полунов Ю.Л. К истории разностных машин // Кибернетика и логика. Математико-логические аспекты становления идей кибернетики и развития вычислительной техники. – М. : Наука, 1978. – С. 45–56.

74. Гутер Р.С., Полунов Ю.Л. Августа Ада Лавлейс и возникновение программирования // Кибернетика и логика. Математико-логические аспекты становления идей кибернетики и развития вычислительной техники. – М. : Наука, 1978. – С. 57–101.

75. Вегнер П. Программирование на языке Ада: Пер. с англ. / Под ред. В.Ш. Кауфмана. – М. : Мир, 1983. – 240 с.

76. Поваров Г.Н., Петров А.Е. Русские логические машины // Кибернетика и логика. Математико-логические аспекты становления идей кибернетики и развития вычислительной техники. – М. : Наука, 1978. – С. 137–152.

77. Бирюков Б.В., Туровцева А.Ю. Логико-гносеологические взгляды Эрнста Шрёдера // Кибернетика и логика. Математико-логические аспекты становления идей кибернетики и развития вычислительной техники. – М. : Наука, 1978. – С. 153–252.

78. Андреев Н.Д. Международный вспомогательный язык эсперанто (краткая грамматика и словарь-минимум). / Общество по распространению политических и научных знаний РСФСР, Лен. отд. – Л., 1957. – 48 с.

79. Фишман В.П., Урсов А.А. Приборы смотрят сквозь Землю. – М. : Недра, 1987. – 174 с.

## Заключение

Мы приблизились к тому рубежу в развитии науки, техники и всего общества, за которым совсем немного осталось до двух событий: осознания важности понятия *информации* и появления универсальных средств работы с информацией. Когда произошло первое из этих событий, а следом за ним второе, стало возможным говорить об информационной сфере человеческой деятельности как о некотором целом.

В течение двух веков, рассмотренных нами в этом издании, происходили медленные, подчас незаметные процессы, которые подвели к этому рубежу. Попробуем, хотя бы приблизительно, выделить эти процессы и проследить их взаимные переплетения.

Ведь из факта существования информационной сферы совсем не следует осознание обществом её структуры и формирование фундаментальных основ. Многие направления деятельности, принадлежащие информационной сфере, ещё не нашли надлежащего места в её структуре.

Начнём с верхнего уровня – с *теории познания*. Мы видели, что занимавшиеся ею философы по большей части развивали её, как бы вглядываясь в себя, – интроспективно.

Особо нужно отметить мысленный эксперимент Кондильяка с его пресловутой *статуей* (см. выше сраницы 31–32). По-видимому, слово *статуя*, неосторожно использованное Кондильяком, послужило причиной того, что весь его мысленный эксперимент был недооценен современниками Кондильяка, а также и нами, их далёкими потомками. А ведь главное в нём – доказательство того, что без человеческой *деятельности* познание невозможно.

Другая линия в теории познания связана с опорой на данные анатомии (у Ламетри) и физиологии (у Гельмгольца), что, конечно, не исключало и привлечения интроспекции. В частности, представляется, что удивительные слова Ламетри: “по моему убеждению, всё у нас – воображение, и все составные части души могут быть сведены к одному только образующему их воображению” не так далеки от размышлений Гельмгольца об *истолковании* информации, доставляемой зрением.

К данным анатомии и физиологии *могли* присоединиться данные экспериментальной психологии, психофизики и психометрии. Но они поначалу носили слишком частный характер. А позже – применявшиеся экспериментальные методики способствовали завлечению психологии в пустыню бихевиоризма, так что, как уже было сказано, она вернулась к изучению когнитивных процессов только в середине XX века.

Представляется, что сочетание интроспекции с внимательным анализом реальных процессов в нервной системе, а также с привлечением сведений из технических областей (в частности, теории измерений!) было *единственно правильным путём для развития теории познания*. Именно таким путём шёл Гельмгольц.

Представляется, что В.И. Ленин, при всей своей проницательности, недооценил диалектический подход Гельмгольца: “ощущение есть лишь *знак* воздействия объекта” – *и именно поэтому* “действия человека, определяемые волею, образуют необходимую часть наших источников познания” (см. выше страницы 200–201).

Здесь физиологическая линия исследований (впоследствии нейрофизиология непосредственно вольётся в *кибернетику* Винера!) смыкается, с одной стороны, с идеей Кондильяка о *деятельности*, а с другой стороны – с *теорией знаков и знаковых систем*.

Линия философских исследований, связанная с понятием *знака*, тянется по меньшей мере от Аристотеля. Разговор о роли *естественных знаков* в познании встречался нам у Оккама [П1, с. 281]. В Новое время о знаках писали Фрэнсис Бэкон [П2, с. 110–111], авторы “Грамматики Пор-Рояля” [П2, с. 225 и 230], Вильгельм Гумбольдт [П2, с. 235], Гоббс [П2, с. 300–301], Локк [П2, с. 305–306] и, конечно, Лейбниц [П2, с. 334].

В настоящем издании мы встречали упоминание о знаках у Ламетри и более подробные рассуждения у Кондильяка, а далее мы видели разговор о знаках в искусстве у Гердера, замечательное высказывание о знаках у Гегеля, трактовку языка как *знаковой системы* у де Соссюра.

Наконец, хочется напомнить удивительные слова Ады Лавлейс – она не употребила слова *знак*, но фактически заявила, что информационная машина может работать со знаковыми системами любого характера:

“Операционный механизм... может действовать не только над числами, но и над другими объектами, основные соотношения между которыми могут быть выражены с помощью абстрактной науки об операциях”.

Основателем науки, специально занимающейся знаковыми системами, считается **Чарльз Сандерс Пирс** (1839–1914), но название этой науки  $\Sigma\mu\omega\tau\iota\kappa\acute{\eta}$  – *семиотика* – предложил намного раньше Локк [П2, с. 306].

В настоящем издании Пирс ещё не упоминался, хотя его деятельность относится к рассматриваемому нами периоду. Дело в том, что публикации Пирса при его жизни не были оценены. Интерес к концепциям Пирса появился только после работ **Чарльза Уильяма Морриса** (1901–1979), а это уже XX век.

Читателю, заинтересовавшемуся Пирсом и его местом в современной семиотике, можно рекомендовать обстоятельную статью: *Нёт В. Чарльз Сандерс Пирс // Критика и семиотика – 2001. – Вып. 3/4. – С. 5–32* [Новосибирск, Институт филологии СО РАН]. Её легко найти в Интернете, и даже не в одном варианте.

Авторы, пишущие о Пирсе, любят сопоставлять его по масштабу и системности мышления с де Соссюром, который независимо от Пирса предложил для науки о знаковых системах название *семиология*.

Предмет семиотики довольно расплывчат (см., например, книгу: *Степанов Ю.С. Семиотика. – М. : Наука, 1971. – 168 с.*). Техническую сторону семиотики мы обсуждали в методологическом прерывании 3.7 пособия [П2], и возвращаться к этим вопросам нет необходимости. Для нас сейчас важно то, что семиотика стала одним из многих ручейков, из которых в XX веке сформировалась современная информационная сфера.

Теперь напомним утверждение Локка: наиболее обычные знаки – это слова, поэтому семиотику называют также *логикой*. Сейчас эти две науки считаются различными, но мы видим, как тесно сплелись между собой лингвистика де Соссюра, семиотика Пирса и Морриса, логика Буля и де Моргана, логическая семантика Фреге.

Создаётся впечатление, что все эти учения исследуют один и тот же объект – человеческое мышление и его внешние проявления, – только смотрят на этот объект с разных сторон. Вспомним: Ленин о логике, диалектике и теории познания материализма писал: “Не надо 3-х слов: это одно и то же”.

Возвращаясь к Гельмгольцу, можно высказать предположение, что именно интерес к *знакам* послужил для него толчком к созданию теории, объясняющей правомерность использования чисел в качестве значений физических величин (см. выше страницы 162–163). Как уже было сказано, эта *репрезентационная теория* получила дальнейшее развитие в XX веке.

Автор настоящего издания нигде не встречал оценки теории измерений Гельмгольца как относящейся к *семантике*, – правда, к семантике довольно ограниченной области знаков (вообще об этой теории сейчас вспоминают редко). А ведь подход Гельмгольца можно считать образцовым для семантики: Гельмгольц связал *смысл чисел*, используемых в качестве значений величин, с *действиями* в реальном мире.

Можно сказать, что Гельмгольц применил *операциональный подход* задолго до Бриджмена (которому было 5 лет в год публикации Гельмгольца), и при этом избежал крайностей операционализма.

И ещё хочется сказать о теории познания и семантике Гельмгольца: представляется, что его система взглядов в каком-то отношении близка к тому, что писал о познании конечного Николай Кузанский.

Малозаметным “звоночком” в физике, призвавшим учёных обратить внимание на процессы *получения информации*, прозвучал мысленный эксперимент с “демоном Максвелла”.

Оказалось, что получение информации о некоем явлении не является чем-то внешним, посторонним для этого явления – оно непосредственно влияет на это явление.

В XX веке эта мысль обратит на себя всеобщее внимание в рамках квантовой физики. Ещё раньше в специальной теории относительности будет выдвинуто положение о том, что нельзя без обмена информационными сигналами выяснить, какое из удалённых друг от друга событий произошло раньше друго-

го. Однако создаётся впечатление, что информационные идеи в физике XX века остались в какой-то степени невостребованными.

Колоссальными успехами в течение рассматриваемого нами периода характеризуется развитие *технических средств* информационной техники. *Получение* информации (в частности, уже и о динамических процессах) с помощью разнообразных приборов; *передача* информации сначала с помощью оптических телеграфов, затем по проводам, и, наконец, по радио; *обработка* числовой информации механическими средствами, а в аппаратуре Холлерита даже с применением электричества; *запись и хранение* информации с помощью фотографии, фонографа и граммофона, – все эти процессы были уже так или иначе реализованы, когда появилась электроника.

И она стала в первой половине XX века основным средством совершенствования этих процессов, так что внимание инженеров информационной сферы было в большой степени привлечено к элементной базе и её применениям. Что именно получается с помощью приборов, что передаётся, обрабатывается и записывается техническими средствами? Такие вопросы не возникали.

Подробный анализ развития информационной сферы в XX веке не входит здесь в нашу задачу (для него мог бы потребоваться отдельный том!), но о понятиях *информации* и *информатики* нужно поговорить. Теперь мы подготовлены к этому лучше, чем в то время, когда писалось Введение к пособию [П1], – а к содержанию этого Введения мы по существу возвращаемся.

Обратим снова внимание на перечень “исторически сложившихся направлений науки об информации”, который содержался в работе Темников Ф. Е., Афонин В. А., Дмитриев В. И. *Теоретические основы информационной техники: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд. – М. : Энергия, 1979. – 512 с. [П1, с. 9–10].*

Ниже приведён этот перечень с несущественными сокращениями (и с добавлением буквенных меток для последующих ссылок):

- а) общая наука об информационных категориях, процессах и системах;
- б) теория информации и связи;
- в) философские проблемы информации;
- г) научно-техническая информация и документация;
- д) теория измерений и измерительно-информационная техника;
- е) вычислительная техника и программирование;
- ж) теория массовой информации и пропаганды в обществе;
- з) информационная теория управления;
- и) наука об искусственном интеллекте.



Воспользуемся этим перечнем как характеристикой взглядов общества на информационную сферу на важном рубеже 1970–1980-х годов.

**Направление “а”** – это фундаментальный замысел Ф.Е. Темникова:

# ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 11

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

1963

## ИНФОРМАТИКА

Давно ощущается потребность в интегральной научной дисциплине, связывающей воедино многочисленные вопросы сбора, передачи, обращения, переработки и использования информации.

Здесь сделана попытка создания программы такой дисциплины, могущей послужить важным теоретическим стержнем автоматики, телемеханики, измери-

тельной и вычислительной техники, связи и радиолокации, бионики и кибернетики.

Программа (см. таблицу) была доложена на 5-й Всесоюзной конференции по автоматическому контролю и методам электрических измерений (Новосибирск, 10–14 сентября 1963 г.).

Теория информационных элементов	Теория информационных процессов	Теория информационных систем
<b>Виды информации</b> События Величины Функции Числа Формулы Пространства: метрические топологические Структуры Образы Понятия <b>Качество информации</b> <b>Меры информации</b> Метрология Квантовые меры Аддитивные меры Вероятностные меры Энтропия <b>Теория кодирования</b> Дискретизация Нумераторика Комбинаторика Образование кодов Преобразование кодов Декодирование <b>Виды кодов</b> Арифметические Конструктивные Помехоустойчивые Оптимальные Геометрические Лингвистические Генетические <b>Материализация</b> Носители Сигналы Шумы Модуляция: уровней колебаний импульсов состояний компонентов связей Спектры Статистика	<b>Восприятие информации</b> Избирание Анализ Измерение Испытание Обнаружение Идентификация Синтез <b>Теория восприятия (перцепции)</b> Подготовка информации Унификация Декорреляция Квантование Кодирование Модуляция <b>Теория преобразований</b> <b>Передача информации</b> Каналы Пропускная способность Помехоустойчивость Селекция <b>Переработка информации</b> Вычислительные операции Логические операции Процессы <b>Хранение информации</b> Организация памяти Введение в память Извлечение из памяти <b>Представление информации</b> Сигнализация Индикация Регистрация Комплексы <b>Теория представления (репрезентации)</b> <b>Управляющие воздействия информации</b> Связанные процессы	<b>Природа систем</b> Физические Биологические Технические Экономические Социальные Математические <b>Структура систем</b> Унитарные Мультипликатные Центральные Иерархические Неравномерные Переменные Экономичные Избыточные <b>Надежность структуры</b> <b>Оптимизация структуры</b> <b>Поведение систем</b> Примитивное Программное Рефлексное Адаптивное Эвристическое Прогрессивное <b>Надежность поведения</b> <b>Оптимизация поведения</b> <b>Синтез систем</b> Планирование информационных потоков Согласование структуры и поведения Стратегия Информационный синтез Логический синтез Физический синтез <b>Описание систем</b> Аналитическое Статистическое Алгоритмическое Графическое Системотехника

Ф. Е. ТЕМНИКОВ,

доктор технических наук,

профессор Московского энергетического института.

Видно, что этот замысел базировался исключительно на *техническом* материале, хотя в правой колонке и фигурируют биологические системы. Попыткой в какой-то степени реализовать замысел стало учебное пособие 1979 года, на которое мы сослались выше. Оно перегружено техническими подробностями, вплоть до конструкций тогдашних цифровых индикаторов. А ведь вскоре после выхода этой работы появились персональные компьютеры – не только *универсальное*, но и *общедоступное* средство информационной техники, – и в информационной сфере всё изменилось.

**Направление “б”** возникло раньше других, – видимо, потому, что передача информации является простейшим информационным процессом.

Возможно, впервые о связи как о *передаче информации* написал **Ральф Винтон Лайон Хартли** (1888–1970). Его статья, опубликованная в Bell System Technical Journal в 1928 г., имеется в русском переводе: *Хартли Р.В.Л. Передача информации // Теория информации и её приложения. / Под ред. А.А. Харкевича. – М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1959. – С. 5–35.*

При чтении этой статьи обращает на себя внимание настойчивое повторение той мысли, что связь рассматривается не с психологических позиций, а просто как посылка определённой последовательности заранее выбранных *символов*. При этом слову *символ* (или *знак*) не придаётся всего богатого семиотического смысла – это не более чем материальная оболочка знака.

Такой подход сохранился в последующих работах по теории связи, в том числе в классической статье **Клода Эльвуда Шеннона** (1916–2001) “Математическая теория связи”, опубликованной в том же Bell System Technical Journal в 1948 г. (её перевод можно найти в книге: *Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1963. – 830 с.*).

Работа Хартли была воспринята научными и техническими сообществами спокойно, но статья Шеннона вызвала настоящий “информационный бум”, так что сам её автор счёл уместным охладить пыл своих последователей заметкой “Бандвагон” (перевод имеется в той же книге).

**Направление “в”** явилось как раз одним из следствий только что упомянутого “информационного бума”. В Советском Союзе наиболее обстоятельные работы по философскому осмыслению информации написал **Аркадий Дмитриевич Урсул** (родился в 1936 г.).

Первой вышла книга: *Урсул А.Д. Информация. Методологические аспекты. – М. : Наука, 1971. – 296 с.* Характерно, что рассмотрение различных аспектов информации Урсул начинает с её количественной стороны, потом переходит к се-

миотическим аспектам (причём на странице 104 утверждает, что существуют виды информации, не обладающие значением), и только в самом конце подходит к “информационному аспекту познавательной деятельности”.

Урсул оперирует в основном тремя подходами к информации: философской категорией отражения по В.И. Ленину, концепцией уменьшения неопределённости по Шеннону и понятием разнообразия по Эшби. Существование подхода Темникова он признаёт (в примечании на странице 254), но относится к нему лишь как к варианту терминологии, не обращая внимания на то, что информация у Темникова существует преимущественно в технических системах и не только создаётся не обязательно человеком, но и предназначается не обязательно для человека.

Трудно сказать, что правильнее – тщательно отделять категорию информации от других близких категорий, таких как отражение и познание, или рассматривать эту категорию как всеобъемлющую. Урсул старается отделять; автор настоящего издания склонен объединять.

**Направление “г”** не связано с шенноновским “информационным бумом”. Оно происходит от той потребности в обмене научной и технической информацией, которую мы сочли характерной уже для XIX века и описали выше в разделе 2.10.

В XX веке эта потребность усилилась настолько, что в рамках организаций появились информационные подразделения, а во всей нашей стране задачи информирования взял на себя организованный в 1952 г. Всесоюзный (теперь Всероссийский) институт научной и технической информации – ВИНТИ.

От направлений технического характера (*а*, *б*) направление научно-технической информации отличается тем, что для него важно *содержание* информации и возможность представить это содержание в компактной форме.

**Направление “д”**, напротив, явилось одним из последствий публикации Шеннона. Специалисты по измерительной технике в середине XX века были заняты техническими проблемами своей области; они не были знакомы с основанной Гельмгольцем репрезентационной теорией. Появление теории информации они восприняли как возможность построения долгожданной общей теории своей области.

Но измерение, в отличие от связи, выполняет познавательную функцию, и формальный подход Шеннона оказался малоприспособленным для его описания. Это, конечно, не означает, что измерение исключается из информационной сферы – напротив, оно занимает в ней своё место, уникальное по важности.

**Направление “е”** сейчас наиболее заметно. Существует даже тенденция сводить всю информатику (и кибернетику) к computer science. Например, в Политехническом университете Факультет технической кибернетики называл себя для зарубежных коллег *The Computer Science Faculty*.

Но что такое “компьютерная наука”? Сам по себе компьютер есть инструмент для работы с информацией, и большинству пользователей необходимо только умение обращаться с этим инструментом.

По-видимому, разумно разделить “компьютерную науку” на две ветви: совершенствование самого инструмента и развитие его применений. Для нас больший интерес должна представлять вторая ветвь, в большей степени связанная с содержательной стороной информации.

В обычное программирование содержательная сторона информации проникла через понятие типов данных. Это уже не абстрактные символы, как в теории связи! Ещё более подробно отражают действительность базы данных. Вершиной “компьютерной науки”, очевидно, является так называемый искусственный интеллект, но он фигурирует в перечне Темникова отдельной строкой.

**Направление “ж”** занимает в информационной сфере особое место. Его историю мы не прослеживали, ограничивались редкими намёками. А оно развивалось независимо от научных и технических направлений. В настоящее время есть смысл тоже разделять его на две ветви: информационную технологию средств массовой информации и технологию общения людей через информационные сети. Последняя в эпоху Темникова не привлекала особого внимания, а сейчас выходит на первый план.

Социальная значимость обеих ветвей этого направления огромна; предоставим читателю возможность выработать самостоятельное мнение по этим вопросам. Ведь ему предстоит занять определённую позицию в будущем “информационном мире”!

**Направление “з”** тоже, по-видимому, следует разделить на две ветви: информационную теорию в технических системах управления и информационную теорию в системах управления человеческими коллективами.

Теория *технических систем управления* формировалась в рамках механики. До сих пор в Российской Академии Наук есть Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления (курсив мой – В. Кн.), а в Политехническом университете возникла кафедра, которая так и называется: “Механика и процессы управления”.

Информация в технических системах управления обеспечивалась измерительными подсистемами, и создавалось впечатление, что эти подсистемы только вредят, внося погрешности. В недрах технических управляющих систем информационный подход появился, по-видимому, в связи с необходимостью *идентификации* объектов управления, т. е. выяснения структуры и определения параметров их динамических моделей.

Совсем иначе обстоит дело при управлении человеческими коллективами. Здесь информационные связи играют решающую роль. Новым обстоятельством для теории управления явилось наличие собственных интересов и собственной активности у звеньев системы управления.

*Направление “и”* прошло в своём развитии ряд этапов. Начиналось оно с вопросно-ответных систем, поверхностно имитировавших поведение человека (выдерживавших тест Тьюринга), и с систем, решавших задачи определённых классов, – например, доказывавших теоремы алгебры логики. Постепенно (см. в настоящем издании методологическое прерывание 1.6 на страницах 52–53) выяснилось, что интеллектуальные системы должны воспроизводить познавательные функции человеческого мозга и строить в своей памяти модель окружающей среды, как это делает человеческое сознание.

Можно предположить, что по-настоящему интеллектуальные системы должны впитать в себя весь опыт развития информационной сферы, который мы пытались осветить в настоящем издании и в предыдущих пособиях.

В перечень “исторически сложившихся направлений науки об информации”, на который мы опирались, Темников не включил *кибернетику* Винера, появившуюся в том же 1948 г., что и статья Шеннона по теории связи. Это он сделал намеренно, поскольку считал, что “кроме чисто информационных процессов... в кибернетике рассматриваются объекты, цели, технологические процессы, оптимизация управления, обратные связи и т. д.”.

Но в кибернетике Винера была важная для информационной сферы и практически упущенная Темниковым черта: проведение аналогии между нервной системой человека и технической системой управления.

Предпосылкой этой аналогии стала известная работа *Уоррена Маккалока* (McCulloch, 1898–1969) и *Уолтера Питтса* (1923–1969) “Логическое исчисление идей, относящихся к нервной деятельности”, 1943 г., в которой была предложена формальная модель нейрона.

Авторы этой работы отталкивались в основном от логических идей Лейбница и Рассела.

К концу 1940-х годов сформировался некий коллектив, включавший математиков, физиологов и инженеров, в рамках которого и родилась идея *кибернетики*. Винер на основе этой идеи написал известную книгу 1948 года. Напомним её подзаголовок: “Управление и связь в животном и машине”.

Конечно, идея кибернетики имела свою предысторию. Можно вспомнить, что в XIX веке Гельмгольц был одновременно философом, математиком, физиком, физиологом, инженером и музыкантом (именно такие разносторонние личности потребуются в ближайшем будущем для работ в области искусственного интеллекта!). Вебер уподоблял сеть железных дорог с протянутыми вдоль них телеграфными линиями нервной системе страны.

В 1934 г. Константин Борисович Карандеев писал, что телеконтроль (в частности телеметрия) является как бы нервной системой любой телемеханической установки. Не нужно удивляться странной терминологии: в начале 1930-х годов развитие техники управления начиналось с *телемеханики*!

Но Винер выступил в удачный момент и с более подробно обоснованной и изложенной концепцией, распространявшейся и на управление в человеческом обществе. Неудивительно, что его книга вызвала ещё больший общественный резонанс, чем теория информации Шеннона.

Раз уж речь зашла о кибернетике, добавим несколько слов о её судьбе. Во-первых, слово *кибернетика* стало привычным, но сейчас оно чаще всего употребляется в значениях, далёких от замысла Винера. Например, *техническая кибернетика* мало интересуется биологическими аналогиями, составлявшими суть концепции Винера. Во-вторых, до сих пор имеются разногласия относительно того, является ли кибернетика наукой. Математик, философ и историк науки Геллий Николаевич Поваров (1928–2004) – в главе 2 мы ссылались на две его работы – в предисловии к новому изданию книги Винера написал: “И по сие время кибернетика кажется скорее областью исследований, чем упорядоченной, сложившейся наукой”.

Конечно, в ещё большей степени слова Поварова можно отнести ко всей информационной сфере человеческой деятельности – её, видимо, никак нельзя охватить единой наукой. В предыдущих пособиях и в настоящем издании мы старались подобрать материалы, характеризующие постепенное сближение её частей, но задача обрисовать её объём и общую структуру даже не ставилась.

Темников попытался если не создать, то хотя бы объявить всеобъемлющую науку об информации, действуя на уровне мышления, свойственном инженеру 1960-х годов.

Полная реализация гигантского замысла потребовала бы всей жизни учёного (и создания большого научного коллектива), но у Темникова постоянно возникали новые идеи, в основном оставшиеся в эскизах. Знание информатики фактически не было достроено Темниковым и его соавторами.

Другая попытка объединить общей концепцией хотя бы часть информационной сферы возникла тоже в начале 1960-х годов (или даже чуть раньше) в её гуманитарной части. В это время психология, как мы уже знаем, совершила поворот от бихевиоризма к изучению познавательных процессов.

Обратившись к статье *Когнитология* на энциклопедическом сайте russika.ru, находим довольно коряво выраженные сведения:

“Дж. Брунер одним из первых начинает читать лекции о природе когнитивных процессов в Гарвардском университете, где в 1960 г. в Гарварде вместе с Дж. Миллером организует первый Центр когнитивных исследований. К этой дате относят зарождение когнитивной науки (когнитологии)”.

Возможно, читатель помнит, что в первой главе настоящего издания (на страницах 32–33) мы ссылались на сборник избранных работ *Джерома Сеймура Брунера*, прожившего очень долгую жизнь: 1915–2016.

Вообще 1960-е годы были временем, когда часто предлагались новые науки. Много надежд возлагалось на *бионику*, которую подавали как науку о введении принципов, свойственных живым организмам, в технические устройства. Бионика не создала специфических *методов* и осталась сочетанием привлекательного лозунга и некоторых примеров.

Не такой представляется судьба когнитивной науки (когнитологии или когнитивистики). Создаётся впечатление, что она без излишнего шума развивается по собственным законам, втягивая в свою орбиту соответствующие разделы различных областей знания. Вот как написано об этом в Философской энциклопедии:

Когнитивная наука – “область междисциплинарных исследований, изучающая познание и высшие мыслительные процессы с помощью информационных моделей. Включает дисциплины: эпистемологию, когнитивную психологию, лингвистику, психолингвистику, нейробиологию и компьютерную науку. Основания когнитивной науки были заложены в исследовании математика А. Тьюринга по конечным автоматам (1936)...”.

Не очень ясно, почему нужно было исходить из “машины Тьюринга”, которая, казалось бы, не имеет отношения к познавательным процессам, а, ска-



жем, не из более ранних исследований памяти, выполненных Эббингаузом (см. выше страницу 183), – уж они-то прямо относятся к познанию!

Кроме того, на историческом материале мы воочию наблюдали процесс сближения лингвистики с психологией, и могли убедиться в том, что возникновение когнитивной науки есть закономерный результат развития знания, а не чья-то гениальная догадка. Только вот два последних слова заставляют вспомнить действительно гениальную догадку Николая Кузанского, который в XV веке написал: “Ведь познание есть измерение”. Действительно, анализ развитого процесса измерения может принести пользу теории познания. А в перечне дисциплин, составляющих когнитивную науку, измерения мы не видели.

Вопросу о том, как должна относиться измерительная наука к когнитивистике, посвящена статья: *Кнорринг В.Г., Семёнов К.К., Солопченко Г.Н. Измерения и когнитивистика // Датчики и системы. – 2014. № 7. – С. 54–61.*

Итак, можно насчитать четыре различных подхода к объединению материала всей информационной сферы.

Первым был “двойной выстрел” 1948 года, когда Клод Шеннон опубликовал свою теорию информации, а Норберт Винер издал “Кибернетику, или управление и связь в животном и машине”. Эти события, почти совпавшие с созданием электронной вычислительной машины, произвели большой шум, но, очевидно, сама информационная сфера ещё не была готова к объединению. К тому же работа Шеннона была слишком конкретной, а работа Винера – напротив, чересчур рыхлой.

Вторым было выступление Фёдора Евгеньевича Темникова, 1963 года. Он выглядел как своего рода “одинокый Дон Кихот информатики”, и его выступление просто не было услышано.

Третьим подходом можно считать computer science – убеждение в том, что компьютерная техника решает все проблемы, связанные с информацией. Вопрос об *объединении* в явном виде здесь не ставится – зачем что-то объединять, если есть компьютер?

В этом ряду когнитивная наука выглядит как четвёртый, именно объединительный подход. Насколько он окажется жизнеспособным и плодотворным – покажет будущее.



## Оглавление

Предисловие	3
Введение	5
1. Развитие информационной сферы в XVIII веке	
1.1. Европа XVIII века	10
1.2. Промышленный переворот XVIII века и его воздействие на информационную сферу	12
1.3. Теория познания в трудах учёных XVIII века	21
1.4. Учение о языке и связанные с ним области информационной сферы XVIII века	54
1.5. Диалектика в европейской музыке	62
1.6. Развитие теоретических и описательных наук	75
1.7. Технические эксперименты XVIII века	91
1.8. Научные эксперименты XVIII века	94
1.9. Развитие средств информационной техники	115
1.10. Научное и техническое образование	130
Заключение по главе 1	134
Литература к главе 1	138
2. Развитие информационной сферы в XIX веке	
2.1. Девятнадцатый век – от паровоза к автомобилю	143
2.2. Теория познания и проблема оснований науки в трудах учёных XIX века	153
2.3. Разработка принципов классификации наук	168
2.4. Методы и средства познания в гуманитарных науках	172
2.5. Методы и средства познания в биологии	190
2.6. Развитие электротехники с её средствами измерений и связи	207
2.7. Методы и средства познания в физике	234
2.8. Развитие метрологии и теории величин	256
2.9. Новое в вычислительной технике	273
2.10. Новое в организации информационных процессов	287
Заключение по главе 2	294
Литература к главе 2	298
Заключение	303

## **Методологические прерывания первой главы**

<i>1.1. Разделение функций как принцип построения технических устройств</i>	14–15
<i>1.2. Информационные элементы в общей структуре машин</i>	19–21
<i>1.3. О циклических структурах информационных процессов</i>	32–34
<i>1.4. Где находятся звуки клавесина, когда он молчит?</i>	35–36
<i>1.5. Не так всё просто с общими понятиями</i>	40–41
<i>1.6. Философская теория познания и искусственный интеллект</i>	52–53
<i>1.7. Два “эталона” для естественного языка</i>	57–59
<i>1.8. О выразительных средствах музыки</i>	63–70
<i>1.9. Структурная общность титрования и взвешивания</i>	97–98
<i>1.10. Сколько уровней в человеке?</i>	125–126

## **Методологические прерывания второй главы**

<i>2.1. Ярлыки в искусстве и науке</i>	144–145
<i>2.2. Отношения и операции в реальном мире – иные, чем в мире чисел!</i>	163–164
<i>2.3. Мы знаем только свои ощущения?</i>	166–167
<i>2.4. Гносеотехника – вклад в копилку несостоявшихся наук</i>	173–174
<i>2.5. Диалектика систем</i>	175–178
<i>Вложенное прерывание: диада или триада?</i>	177–178
<i>2.6. Ещё раз об “иероглифах” в теории познания</i>	190–191
<i>2.7. Верификация и фальсификация научных теорий</i>	236–237
<i>2.8. Есть ли свойства у свойств? Штрих к теории величин</i>	238–239
<i>2.9. Какие бывают “системы для измерения” величин?</i>	268–271
<i>2.10. Адекватные операции – обобщение теории размерностей</i>	271–273

*Кнорринг Вадим Глебович*

**ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ  
НАУКИ И ТЕХНИКИ  
ИНФОРМАЦИОННАЯ СФЕРА  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА XVIII ВЕКА  
ДО ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Учебное пособие

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, т. 2; 95 3005 – учебная литература

---

Подписано в печать 25.12.2017. Формат 60×84/16. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 20,0. Тираж 32. Заказ 16270б.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного автором,  
в Издательско-полиграфическом центре Политехнического университета.  
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.  
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.