

И м р е

# ЛАКАТОС

Ф и л о с о ф с к и е  
Т е х н о л о г и и

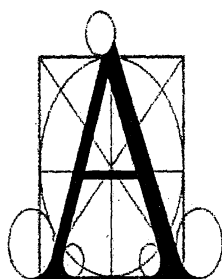
**ИЗБРАННЫЕ  
ПРОИЗВЕДЕНИЯ  
ПО ФИЛОСОФИИ  
И МЕТОДОЛОГИИ  
НАУКИ**

**А**

кадемический  
проект



Книги серии снабжены нумерацией строк, предназначенной для удобства цитирования и работы с текстами книги на семинарах и практических занятиях



Lakatos Imre

Proofs and Refutations

History of Science and its Rational  
Reconstructions

Falsification and the Methodology of  
Scientific Research Programmes





Имре Лакатос

Избранные произведения  
по философии  
и методологии науки

Доказательства и опровержения  
(как доказываются теоремы)

История науки и ее рациональные  
реконструкции

Фальсификация и методология  
научно-исследовательских программ



УДК 1/14

ББК 87

Л 19

*Редакционный совет серии:*

*П.П. Гайденко, А.Л. Доброхотов, В.К. Кантор, Н.С. Кирабаев,  
А.И. Кобзев, Н.В. Мотрошилова, А.М. Руткевич, В.В. Соколов*

*Редакционная коллегия серии:*

*А.М. Руткевич (председатель), И.И. Блауберг, Д.В. Бугай,  
В.В. Васильев, И.С. Вдовина, В.А. Куренной, А.В. Михайловский,  
Д.М. Носов, В.В. Сербиненко*

*Составление, общая редакция и вступительная статья  
В.Н. Поруса*

### **Лакатос И.**

Л 19 Избранные произведения по философии и методологии науки / Пер. с англ. И.Н. Веселовского, А.Л. Никифорова, В.Н. Поруса — М.: Академический Проект; Трикста, 2008. — 475 с. — (Философские технологии: философия).

ISBN 978-5-8291-1049-9 (Академический проект)

ISBN 978-5-902358-48-0 (Трикста)

В «Доказательствах и опровержениях» Имре Лакатос (1922 – 1974), мыслитель, оказавший значительное влияние на философию и историю науки XX века, разбирает доказательства знаменитой теоремы Эйлера о многогранниках и получающихся при этом парадоксах. В работе «Фальсификация и методология научно-исследовательских программ» (1970) он выступает одним из наиболее глубоких и последовательных критиков концепции смены парадигм Т. Куна и противопоставляет этому свою методологию научно-исследовательских программ, ставшую одной из лучших моделей философии науки.

УДК 1/14

ББК 87

© Оригинал-макет, оформление.  
Академический Проект, 2008

© Трикста, 2008

ISBN 978-5-8291-1049-9

ISBN 978-5-902358-48-0

© Веселовский И.Н. Никифоров А.Л.,  
Порус В.Н., 2008

# Содержание

Порус В.Н. Между философией и историей науки: на пути к «гибкой» теории научной рациональности .....	9
--	---

## ДОКАЗАТЕЛЬСТВА И ОПРОВЕРЖЕНИЯ (КАК ДОКАЗЫВАЮТСЯ ТЕОРЕМЫ) (перевод И. Н. Веселовского)

Введение .....	27
1. Задача и догадка .....	35
2. Доказательство .....	37
3. Критика доказательства при помощи контрпримеров, являющихся локальными, но не глобальными .....	41
4. Критика догадки при помощи глобальных контрпримеров .....	46
а) Отбрасывание догадки. Метод сдачи .....	47
б) Отбрасывание контрпримера. Метод устранения монстров .....	48
в) Улучшение догадки методами устранения исключений. Частичные исключения. Стратегическое отступление или безопасная игра .....	63
г) Метод исправления монстров .....	73
д) Улучшение догадки методом включения лемм. Рожденная доказательством теорема против наивной догадки .....	78
5. Критика анализа доказательства контрпримерами, являющимися глобальными, но не локальными. Проблема строгости .....	92
а) Устранение монстров в защиту теоремы .....	92
б) Скрытые леммы .....	93
в) Метод доказательств и опровержений .....	99
г) Доказательство против анализа доказательства. Релятивизация понятий теоремы и строгости в анализе доказательства .....	105
Замечание .....	112

6. Возвращение к критике доказательства при помощи контрпримеров, которые являются локальными, но не глобальными. Проблема содержания .....	116
а) Возрастание содержания при более глубоких доказательствах .....	116
б) Стремление к окончательным доказательствам и соответствующим необходимым и достаточным условиям .....	125
в) Различные доказательства дают различные теоремы .....	128
7. Проблема пересмотра содержания .....	131
а) «Наивность» наивной догадки .....	131
б) Индукция как основа метода доказательств и опровержений .....	133
в) Дедуктивная догадка против наивной догадки .....	135
г) Увеличение содержания путем дедуктивного угадывания .....	145
д) Логические контрпримеры против эвристических .....	154
8. Образование понятий .....	157
а) Опровержение при помощи расширения понятий. Переоценка устранения монстров и пересмотр понятий ошибки и опровержения .....	157
б) Рожденное доказательством понятие против наивного. Теоретическая классификация против наивной .....	164
в) Пересмотр логических и эвристических опровержений .....	171
г) Противоположность между теоретическим и наивным расширением понятий, между непрерывным и критическим ростом .....	173
д) Пределы увеличения содержания. Теоретические и наивные опровержения .....	176
9. Как критика может математическую истину превратить в логическую .....	182
а) Бесконечное расширение понятий уничтожает смысл и истину .....	182
б) Смягченное расширение понятий может превратить математическую истину в логическую .....	186
Литература .....	191



# ИСТОРИЯ НАУКИ И ЕЕ РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕКОНСТРУКЦИИ (перевод А. Л. Никифорова)

Введение .....	201
1. Конкурирующие методологические концепции: рациональная реконструкция как ключ к пониманию реальной истории .....	203
А. Индуктивизм .....	204
В. Конвенционализм .....	208
С. Методологический фальсификационизм .....	212
D. Методология научно-исследовательских программ .....	217
Е. Внутренняя и внешняя история .....	231
2. Критическое сравнение методологических концепций: реальная история как пробный камень ее рациональных реконструкций .....	239
А. Фальсификационизм как метакритерий: история «фальсифицирует» фальсификационизм (и любую другую методологическую концепцию) .....	243
В. Методология историографических исследовательских программ. Реальная история в различной степени подтверждает свои рациональные реконструкции .....	260
С. Против априористского и антитеоретического подходов к методологии науки .....	269
Заключение .....	273
Литература .....	274



# ФАЛЬСИФИКАЦИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОГРАММ (перевод В. Н. Поруса)

1. Наука: разум или вера? .....	281
2. Фаллибилизм против фальсификационизма .....	286
а) Доматический (натуралистический) фальсификационизм. Эмпирический базис .....	286
б) Методологический фальсификационизм. «Эмпирический базис» .....	304
в) Утонченный фальсификационизм против наивного методологического фальсификационизма. Прогрессивный и регрессивный сдвиг проблемы .....	329
3. Методология научных исследовательских программ .....	359
а) Отрицательная эвристика: «твердое ядро» программы .....	361
б) Положительная эвристика: конструкция «защитного пояса» и относительная автономия теоретической науки .....	364
в) Две иллюстрации: Проут и Бор .....	369
( <i>v<sub>1</sub></i> ) Проут: исследовательская программа, прогрессирующая в океане аномалий .....	370
( <i>v<sub>2</sub></i> ) Бор: исследовательская программа, прогрессирующая на противоречивых основаниях .....	375
г) Новый взгляд на решающие эксперименты: конец скороспелой рациональности .....	339
( <i>z<sub>1</sub></i> ) Эксперимент Майкельсона–Морли .....	408
( <i>z<sub>2</sub></i> ) Эксперименты Луммера–Прингсгейма .....	419
( <i>z<sub>3</sub></i> ) $\beta$ -распад против законов сохранения .....	423
( <i>z<sub>4</sub></i> ) Заключение. Требование непрерывного роста .....	432
4. Исследовательская программа Поппера против исследовательской программы Куна .....	441
Приложение:	
Поппер, фальсификационизм и «Тезис Дюгема–Куайна» .....	447
Литература .....	463

## Между философией и историей науки: на пути к «гибкой» теории научной рациональности

Имя замечательного венгерского философа Имре Лакатоса принадлежит истории философии XX века. Один из самых ярких европейских философов науки, ученик и критик Карла Поппера, он в 60–70-е гг. соперничал со своим учителем по количеству дискуссий, прямо или косвенно касавшихся его взглядов, и был – вплоть до своего безвременного ухода из жизни в 1974 г. — активным их участником. Он разработал оригинальную методологическую концепцию, благодаря которой «критический рационализм», развитый К. Поппером, получил новые импульсы и до настоящего времени не утратил теоретического и практического значения. Работы Лакатоса и сегодня участвуют в живой дискуссии философов науки, а современные направления в этой области развиваются во многом благодаря тому, что отталкиваются от идей Лакатоса, спорят с ними и сами испытывают давление критицизма с их стороны. Более того, идеи И. Лакатоса сегодня вошли практически в любой значимый университетский курс по философии науки. Это ли не завидная судьба для философа?

Имре Лакатос родился в 1922 г. в Венгрии. Учился у знаменитого в свое время венгерского марксиста Дьердя (Георга) Лукача. Во время Второй мировой войны участвовал в антифашистском сопротивлении, избежал ареста и остался жив, но в Освенциме погибли его мать и бабушка. Свою настоящую фамилию ему пришлось менять дважды: при нацистах он сменил опасную еврейскую фамилию Липшиц на незаметную Мольнар (по-мадьярски — мельник), а потом, уже при коммунистах, на более «пролетарскую» фа-

милию Лакатош<sup>1</sup> (столяр). В 1947 г. он занимал видный пост в Министерстве образования Венгрии, но вскоре был обвинен в «ревизионизме», арестован и больше трех лет провел в лагере. В 1956 г. ему удалось избежать повторного ареста и эмигрировать. Из Австрии он перебрался в Англию, преподавал в Кембридже, а с 1960 г. — в Лондонской школе экономики, кафедра философии которой во главе с К. Поппером долгое время была европейским центром «критического рационализма».

Широкую известность получила докторская диссертация И. Лакатоса «Очерки по логике математического открытия», ставшая затем основой книги «Доказательства и опровержения». Написанная живо, в форме, заставляющей вспомнить литературный стиль Платона (в Венгрии этому стилю были привержены такие замечательные философствующие математики, как А. Реньи и Д. Пойя), эта книга быстро нашла своих читателей и почитателей, многократно цитировалась и вошла в списки использованной литературы не одной сотни докторских диссертаций. Без сомнения, в ней заметно влияние диалектического мышления Д. Лукача, но было бы ошибкой видеть в этом какое-то сходство с догматическими схемами, в которые втискивалась диалектика нашими доморощенными «борцами с формальной логикой». Для историка философии несомненный интерес представит контекст, в котором оригинальная мысль Лакатоса подвергалась разным интерпретациям и «подверстываниям»; кому-то почудилась в ней вариация на темы «диалектической» или «содержательной» (в противовес «формальной») логики, кто-то увидел в ней пример «исторического метода», примененного к решению методологических проблем, а П. Фейерабенд посвятил (может быть, иронично) свою наделавшую

<sup>1</sup> Работы Лакатоса переводились на русский язык с английского и, как это часто бывает, при переводе его имя получило искаженную «инглизированную» транскрипцию, которая и закрепилась за ним в нашей философской литературе.



много шума книгу «Против методологического принуждения»<sup>2</sup> Лакатосу, назвав его «другом-анархистом», хотя трудно представить более далекую от какого бы то ни было анархизма философию, чем та, которую развивал И. Лакатос.

В «Доказательствах и опровержениях» И. Лакатос обосновывает исключительно важный для философии науки тезис о том, что развитие математического знания, вопреки широко распространенным предрассудкам, является не накоплением вечных и несомненных истин, а драматическим процессом открытий и опровержений, и в этом смысле принципиально не отличается от развития знаний в иных сферах науки. Конечно, это прежде всего было направлено против логицистской, формалистической и логико-эмпирицистской трактовок математики и ее развития. Но тезис Лакатоса выводит за рамки этого важнейшего, но все же частного момента дискуссии. Он затрагивает стержень проблем философии и методологии науки: какова природа научной рациональности? возможна ли рациональная реконструкция исторического движения научной мысли? в каком отношении находится «теория рациональности» (или методологическая доктрина), которой руководствуется исследователь научных процессов, к рациональности, присущей науке как таковой?

Ответы на эти вопросы составили содержание не только новой философии математики (новой по сравнению с философией математики, вдохновлявшейся идеями Фреге–Рассела), но и новой версии философии науки «критического рационализма». Вслед за К. Поппером И. Лакатос полагает, что основой теории научной рациональности (или методологической концепции) должен стать принцип критицизма. Этот принцип является универсальным принципом всякой научной деятельности, и математика не является исключением. В соответствии с «евклидовским идеа-



<sup>2</sup> Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки. М., 1986.

лом», математическое знание должно строиться как система, в которой ясность и очевидная истинность основоположений (аксиом, постулатов) в сочетании с универсальной и строгой логикой позволяет развернуть удивительный мир неопровержимых доказательств; оно становится неосуществимой утопией, когда его используют как шаблон математической рациональности. Но это означает только то, что рациональные характеристики этого идеала не исчерпывают и не подменяют собой научной рациональности. Критика (вернее, самокритика), а не шаблон, — вот что составляет душу научной рациональности.

Еще Ч. Пирс называл это удивительное свойство науки «самокорректируемостью», а философско-методологическую установку на признание принципиальной погрешимости любых положений науки — «фаллибилизмом» (от англ. fallibility — подверженность ошибкам). К. Поппер придал этой установке специфический смысл: рациональность научной деятельности удостоверяется готовностью ученого признать опровергнутой любую научную гипотезу, когда она сталкивается с противоречащим ей опытом, и не только признавать, но и самому искать возможные опровержения. Таким образом, принцип критицизма в философии Поппера соединяет в себе постулаты эмпиризма и рациональности: рациональность опирается на универсализацию эмпиризма, а эмпиризм находит свое адекватное воплощение в критерии рациональности.

В «Доказательствах и опровержениях» И. Лакатос распространил эту связь на сферу развивающейся математики. При этом новым значением наполняется «эмпиризм». Разумеется, в математике нет и намека на «эмпирический базис» в виде «протокольных высказываний» или «эмпирических конвенций». Но путь исследования в математике по своей рациональной структуре тот же, что в эмпирическом естествознании: и здесь «контрпримеры» выполняют ту же функцию, вынуждая исследователя модифицировать выдвинутые гипотезы, совершенствовать доказатель-

ства, использовать эвристический потенциал принятых допущений либо выдвигать новые. Никакой особой «математической рациональности», отдельной и отделенной от научной рациональности в целом, нет и не может быть. Она так же проникнута «рациональным критицизмом», как вся наука.

Но если бы «рациональный критицизм» сводился к фанатическому требованию беспощадной фальсификации, наука не только утратила бы очарование одной из наиболее прекрасных сфер человеческой духовности, но стала бы практически и методологически бессмысленной. Это становится еще яснее при обращении к реальной истории науки. Непредвзятое рассмотрение исторических перипетий научных идей и теорий сразу же сталкивается с тем фактом, что «догматический фальсификационизм» есть такая же утопия, как формалистические мечты о «евклидовской» рациональной науке. «Контрпримеры» (факты, объяснение которых невозможно, если оставить неизменной принятую теоретическую основу) и «аномалии» (задачи, которые не удается удовлетворительно решить без серьезных изменений теоретического образца, применимого в «конвенциональных» случаях) отнюдь не всегда побуждают ученых расправляться со своими теориями с тупой прямолинейностью по правилу *modus tollens*; в подавляющем большинстве случаев рациональное поведение исследователя включает в себя целый ряд интеллектуальных стратегий, общий смысл которых — идти вперед, не цепenea от отдельных провалов и неудач, когда движение обещает новые эмпирические успехи и обещания сбываются.

А если это так, то возникает разрыв между «теоретической рациональностью», как ее понимает «критический рационализм», и практической рациональностью развивающейся науки. И. Лакатос очень остро ощущал эту проблему и видел в ней ахиллесову пяту «критического рационализма». В споре реальной науки и ее абстрактных моделей перевес должен быть на стороне науки. А наука не существует иначе как в своей истории. Поэтому для спасения «критическо-



го рационализма» необходимо идти навстречу науке и ее истории. Осознание этого фундаментального для философии науки XX века условия выражается И. Лакатосом в парафразе кантовского изречения: «Философия науки без истории науки пуста, история науки без философии науки слепа».

Обращаясь к истории науки, методолог обязан включить в теоретическую модель научной рациональности такие факторы, как соперничество научных теорий, проблему выбора теорий и методов, проблему исторического признания и отвержения научных теорий. Он должен рационально объяснить те процессы, которые не укладываются в упрощенные, догматические, оторванные от реальной истории схемы.

Этой задачей и занялся И. Лакатос. Он признал необходимость реформирования «критического рационализма», но не ценой отказа от рационалистической установки, к чему так или иначе склонялись те философы и историки науки, которые справедливо критиковали эту концепцию за ее аисторизм и оторванность от реальной научной практики, но настолько размывали границы научной рациональности, что последние как бы исчезали вовсе.

Результатом усилий по решению этой задачи стала разработанная И. Лакатосом методологическая концепция «утонченного фальсификационизма», или методология научно-исследовательских программ. К концу 60-х годов концепция была в основном сформулирована и получила наиболее отчетливое выражение в работе «Фальсификация и методология научных исследовательских программ» (1970).

Развитие науки следует представлять не как чередование отдельных научных теорий, а как «историю рождения, жизни и гибели исследовательских программ», утверждает И. Лакатос. В общих чертах эта мысль соответствует всей критико-рационалистической концепции науки. К. Поппер и философы его круга, пытаясь отобразить в методологической концепции важнейшие характеристики развития научного знания, отводили важную роль «метафизичес-

ким идеям», пронизывающим «тематическим единством» (термин Дж. Холтона) магистральные направления научного исследования. Такие идеи, конечно, не отбрасываются, если какие-то научные теории сталкиваются с эмпирическими «опровержениями», а напротив, побуждают исследователей совершенствовать свои научно-верифицируемые гипотезы. У. Бартли резонно заметил, что концепция «научно-исследовательских программ» в основных чертах была намечена К. Поппером, а также Дж. Агасси и Дж. Уоткинсом, писавшими о «метафизических исследовательских программах»<sup>3</sup>. Разумеется, это нисколько не умаляет вклад И. Лакатоса, придавшего этой идее особый смысл.

Он, прежде всего, заключался в том, что методология науки благодаря этой идее приобретала отчетливое «историческое измерение». Собственно методологические понятия наполнялись историческим содержанием, а значит, расставались со своей абстрактной формой, своими претензиями на безотносительность и безусловность, можно сказать — со своей «априорностью» по отношению к историческому опыту науки. Проблема состояла в том, до какой степени это могло изменить их смысл. Если методологические принципы рассматривать как критерии научной рациональности, не получалось ли так, что «историзация» этих критериев уничтожала их «критериальность», аннигилируя и само понятие рациональности?

Вообще говоря, интерес к истории науки не является чем-то специфическим для «критического рационализма». Взгляд на нее как на арену борьбы, соперничества «концептуальных систем», элементами которых могут выступать не только отдельные понятия и суждения, но и сложные комплексы динамически развивающихся «идей», теорий, исследовательских проектов и их взаимосвязей, характерен для исторически мыслящих философов науки, среди которых было немало и тех, кто сочувственно относился к ло-



<sup>3</sup> Bartley W. W. III. On Imre Lakatos // Essays in Memory of Imre Lakatos. Dordrecht, etc., 1976. P. 38.

гическому эмпиризму. Традиция «историцизма» восходит к У. Уэвеллу и П. Дюгему, среди крупных мыслителей XX века, близких этой традиции, можно назвать А. Бергсона, Г. Башляра, Л. Флека, А. Койре, П. Тома, А. Ф. Лосева, М. К. Петрова, М. К. Мамардашвили и многих других мыслителей разных мировоззрений и методологических ориентаций. Проблема в том, какие выводы из истории науки может и должна извлечь философия науки.

Например, по мнению Т. Куна, последовательности научных теорий всегда выстраиваются вокруг «догматически» усвоенных идей интеллектуальной элиты. Это и есть то, что он называет «парадигмой»<sup>4</sup>. В терминах И. Лакатоса — это «жесткое ядро» научной исследовательской программы. К. Хюбнер говорит о «практически-регулятивных идеях», применяемых к последовательности аксиоматически-структурированных теорий, которые, в свою очередь, входят в «исторические системные ансамбли» («мир правил, по которым мы живем и действуем в каждый данный момент времени»)<sup>5</sup>. Соответственно, развитие науки понимается Куном как чередование «догматических» и «революционных» периодов, Лакатосом — как конкуренция научно-исследовательских программ, Хюбнером — как «самодвижение системных ансамблей», а П. Фейерабендом — как непрерывная «пролиферация» и свободная конкуренция интеллектуальных новинок, научный статус которых устанавливается по конвенции.

Есть нечто общее у этих и аналогичных концепций: они исходят из неоспоримого факта исторического развития науки и так или иначе пытаются найти стимулы и механизмы этого развития. Их не устраивает грубое разделение объяснений этого факта на «интерналистское» (наука движется автономно и спонтанно, заключая причины и механизмы своего движения в своей собственной сущности) и «экстер-

<sup>4</sup> См.: Кун Т. Структура научных революций. М., 2001.

<sup>5</sup> Хюбнер К. Критика научного разума. М., 1994. С. 161.

налистское» (наука движется под определяющим воздействием «внешних», то есть социальных — экономических, технических, политических, культурных и др. факторов). Они пытаются зафиксировать (или сконструировать) некие устойчивые формы (или отсутствие таковых), в которых это движение может быть теоретически осмысленно.

Но именно здесь пункт, подойдя к которому исследователи часто расходятся в разных направлениях.

Выбор центрального понятия философско-методологической концепции обусловлен как общими принципами и установками философа, так сказать, способом его ориентации в пространстве философских проблем, так и той «сверхзадачей», которую он ставит перед собой. В данном случае сверхзадачей является установление границ и природы научной рациональности в ее связи с историей науки и шире — с историей культуры. Эта задача двуедина: с одной стороны, необходимо понять эволюцию науки как специфической и самостоятельной формы рационального познания, с другой — раскрыть ее органическую связь с культурно-историческим контекстом, в котором она осуществляется.

И. Лакатос поставил акцент на первой половине этой задачи. Он резко отмежевался от попыток «социологизации» эпистемологии, когда органическая связь науки с историей культуры трактовалась как зависимость научно-познавательного процесса, содержания научных идей и методов, процессов возникновения, развития и отвержения концептуальных систем науки не от «когнитивных», рационально-выразимых факторов, а от того, что Г. Райхенбах некогда назвал «контекстом открытия» (от психологических, в том числе социально-психологических, социологических и прочих «вненаучных» обстоятельств и условий, в которых протекает познавательная деятельность отдельных ученых и научных коллективов). Он назвал концепцию Т. Куна, в которой понятие «парадигмы» было сопряжено с социально-психологическими и социологическими характеристиками научных сооб-

ществ, «иррационализмом» и не жалел язвительных замечаний в ее адрес. Он крайне негативно отнесся к уподоблению «революционных» переворотов в науке «гештальт-переключениям», совершающимся под давлением авторитетов или из страха перед «океаном аномалий», но, как следовало из работ Куна, не поддающимся рациональному объяснению в терминах «логики научного открытия»<sup>6</sup>. Он не принял всерьез попытки логико-семантической аргументации против «рациональной реконструкции» процессов смены парадигм, в том числе так называемый «тезис о несоизмеримости научных теорий». Его не слишком заботил исход дискуссии между теми, кто считал «радикальный сдвиг значений» при переходах от одних семантически замкнутых систем понятий к другим непреодолимым препятствиям перед логическим обоснованием этих переходов, и теми, кто либо отрицал пресловутую «радикальность», либо пытался реформировать теорию референции так, чтобы логическое обоснование все же могло состояться<sup>7</sup>.

Все это не имело особого значения, потому что критерий рациональности науки, предложенный И. Лакатосом, вовсе не зависел от принятия той или иной концепции логики и логической семантики. Он напрямую связывался с идеей роста научного знания, расширения и углубления его эмпирического содержания. Все прочие соображения о науке, в том числе и логический (логико-семантический) анализ структуры научного знания, языка науки, отходили на второй план.

Концепция научной рациональности, заключенная в «методологии научных исследовательских программ», выражается просто: рационально действует тот исследователь, который выбирает оптимальную

<sup>6</sup> См.: Кун Т. Логика открытия или психология исследования? // Кун Т. Структура научных революций. С. 539–576.

<sup>7</sup> См.: Порус В.Н. О философских аспектах проблемы «несоизмеримости» научных теорий // Вопросы философии, 1986, № 12.



стратегию для увеличения «круга эмпирических знаний». Методолог фиксирует механизмы оптимизации этой стратегии, получая в итоге «теорию научной рациональности». Наложение этой теории на материал истории науки — это рациональная реконструкция последней. Как же соотносятся между собой реальная история науки с ее рациональной реконструкцией? Здесь есть принципиальная трудность.

Когда критерии научной рациональности «накладываются» на процессы, происходящие в реальной научной истории, неизбежно происходит обоюдная критика: с одной стороны, схема рациональной реконструкции (как всякая схема) неизбежно оказывается слишком тесной, узкой, неполной, оставляющей за своими рамками множество фактов, событий, мотивов и т.д., имевших несомненное и важное значение для развития научной мысли; с другой стороны, история науки, рассмотренная сквозь призму этой схемы, выглядит нерациональной именно в тех своих моментах, которые как раз и обладают этим значением.

Согласно критерию рациональности, выводимому из методологии И. Лакатоса, прогрессивное развитие научно-исследовательской программы обеспечивается приращением эмпирического содержания новой теории по сравнению с ее предшественницами. Это означает, что новая теория должна обладать большей способностью предсказывать новые, ранее неизвестные факты в сочетании с эмпирическим подтверждением этих новых фактов. Если же новая теория справляется с этими задачами не лучше, а порой даже хуже старой, то ее введение не является прогрессивным изменением в науке и не отвечает критерию рациональности. Но в науке очень часто происходят именно такие изменения, причем нет сомнений, что только благодаря им и могли произойти серьезнейшие, даже революционные прорывы к новому знанию.

Например, теория Коперника, значение которой для исторического развития науки никто не может оспорить, решала многие эмпирические проблемы современной ей астрономии не лучше, а хуже теории





Птолемея. Астрономическая концепция Кеплера, действительно, позволяла объяснить некоторые важные факты и решить проблемы, возникшие в коперниковой картине Солнечной системы, однако и она значительно уступала в точности, а главное, в последовательности объяснений птолемеевской теории. Кроме того, объяснение многих явлений в теории Кеплера было связано не с научно-эмпирическими, а с метафизическими и теологическими предпосылками (иначе говоря, «жесткое ядро» кеплеровской научно-исследовательской программы было чрезвычайно «засорено» ненаучными положениями). Подобными примерами наполнена история не только ранних стадий развития науки, но и вполне современной нам науки.

Но если признать, что история науки, какими бы причудливыми (с точки зрения принимаемых нами схем научной рациональности) путями она ни развивалась, всегда должна рассматриваться как история научной рациональности, само понятие научной рациональности теряет точные очертания и становится чем-то релятивным, текучим, а по большому счету — ненужным. И. Лакатос, будучи убежденным рационалистом, понимал эту опасность и стремился оградить теорию научной рациональности от чрезмерного воздействия на нее исторического подхода. Он предлагал различать «внутреннюю» и «внешнюю» историю науки: первая должна укладываться в схемы «рациональной реконструкции» и выглядеть в итоге вполне рациональной, а вторая должна быть вынесена на поля учебников по истории науки, где и будет сказано, как реальная наука «проказничала» в своей истории, что должно, однако, волновать не методологов, а историков культуры. Методолог же должен относиться к истории науки не как к безграничному резервуару различных форм и типов рациональности, а подобно укротителю, заставляющему прекрасное, но дикое животное исполнять его команды; при этом у зрителя должна быть иллюзия, что исполнение команд наилучшим образом отражает природную сущность этого животного.

Методология научных исследовательских программ — это рассказ о том, как, маневрируя «негативной» и «позитивной» эвристикой, то есть творческим потенциалом программы, исследователи то защищают ее «жесткое ядро» от разрушительных эффектов эмпирических опровержений с помощью «защитного пояса» вспомогательных теорий и гипотез, то безоглядно устремляются вперед, оставляя за спиной неразрешенные эмпирические проблемы, зато объясняя все более широкие области явлений, по пути исправляя ошибки и недочеты экспериментаторов, поспешно объявляющих о найденных «контрпримерах». Это действительно увлекательный рассказ, увлекающий и самого рассказчика — иногда до того, что он тенденциозно выстраивает и подбирает иллюстрации из истории науки, беллетризуя ее и подгоняя под свой замысел. Это было отмечено многими историками науки, проверявшими рекомендации Лакатоса на материале различных наук (физики, географии, тектологии, психологии, лингвистики и др.). Впрочем, историки не только критиковали лакатосовские схемы (например, за чрезмерное сжатие рамками его критерия рациональности описаний конкуренции различных научных школ, программ, научных коллективов), но и находили новые занимательные и поучительные примеры, подтверждающие объяснительные возможности этих схем<sup>8</sup>. Но и критика, и подтверждения имели все же частный характер: в конце концов всегда разумнее ценить методологическую концепцию за то, что она позволяет сделать, чем попрекать ее за недостатки, неполноту или излишние притязания.

<sup>8</sup> См.: *Frankel H.* The Carrier of Continental Drift Theory: an Application of Imre Lakatos' Analysis of Scientific Growth to the Rise of Drift Theory // *History and Philosophy of Science*. L., 1979. Vol. 10. № 1; *Zabar E.* Why did Einstein's Programm supersteed Lorenz's? // *Brit. j. for the Philos. of Science*, 1973. Vol. 24. № 2. 3; *Zabar E.* Critical Experiments: a Case Study // *Progress and Rationality in Science*. Dordrecht etc., 1978, p. 71–97.





Принципиальная же критика заключалась в другом. Двинувшись в сторону истории науки, «утонченный фальсификационизм» Лакатоса останавливается на полпути. Эта остановка не случайна и вовсе не свидетельствует о его непоследовательности. Он остановился потому, что дальнейшее движение было связано с риском утратить твердую почву рационализма. Лакатос был смелым реформатором, но идти на такую реформу, которая угрожала бы «жесткому ядру» его собственной концепции рациональности, по-видимому, казалось ему безрассудством, тем более, что «положительная эвристика» его методологической программы, как он полагал, не исчерпала своих возможностей по объяснению многих и многих фактов истории науки. Конкурирующие методологические программы не доказали своего превосходства, и у Лакатоса были основания считать, что его философско-методологическая программа находится в прогрессивной стадии своего развития.

И все же, как далеко может пойти рационалистически мыслящий методолог по пути сближения с историей науки? Не придется ли ему на каком то отрезке этого пути согласиться с необходимостью ревизии своих представлений о рациональности, допустить ее историческую изменчивость, распространить «фаллибилизм» еще и на сферу формирования критериев рациональности и способов «рациональной реконструкции»?

Вопрос не простой. Не так трудно сказать, что «история науки есть пробный камень для методологической концепции». Труднее принять все следствия из этого тезиса. Например, Лакатос полагал, что его концепция управляется с историческими фактами несравненно успешнее индуктивистской или «джастификационистской» методологий, хотя и ей приходится отмечать зигзаги и проказы «нерациональной истории». Но что если «прогрессивный сдвиг проблем», осуществляемый «утонченным фальсификационизмом», исчерпает свои возможности и наступит пора подумать о ревизии «жесткого ядра» самой же

теории рациональности? Кроме того, как пользоваться «пробным камнем истории науки»? И здесь проблема аналогична той, которая в методологии зовется проблемой «теоретической нагруженности» фактов. Методолог сопоставляет свою концепцию не с историческими фактами как таковыми, а с интерпретированными фактами. Поэтому он видит в истории то, что позволяет ему видеть принимаемая им методологическая концепция (но в таком случае факт не может быть надежным «пробным камнем»), либо то, что позволяют видеть какие-то иные методологические концепции (и в таком случае это будет не «проба», а встреча, если не столкновение, различных методологий). Тезис о «пробном камне» несет на себе печать *petitio principit* (методологическая концепция пытается проверять себя на фактах, ею же самой сформированных!), и эта логическая погрешность способна перерасти в монстра, разрушающего теорию рациональности.

Парадокс методологической концепции И. Лакатоса, по мнению К. Хюбнера, заключается в том, что она ориентируется на историю науки без достаточного «чувства исторического»<sup>9</sup>. Сама же логика исторического подхода запрещает нерешительность и непоследовательность тому, кто принимает его. «Может ли теория познания пройти мимо того обстоятельства, что многие научные понятия постоянно развиваются из протоидей, которые в свое время не нашли доказательств, ценность каковых сохранилась бы до наших дней?» — риторически спрашивал Л. Флек, убежденный в том, что без исторических и сравнительных исследований эпистемология была бы только пустой игрой слов, «воображаемой теорией познания»<sup>10</sup>. Поставленный в такой форме, этот вопрос риторичен и для И. Лакатоса. Но, в отличие от

<sup>9</sup> Хюбнер К. Критика научного разума. М., 1994.

<sup>10</sup> Флек Л. Возникновение и развитие научного факта. Введение в теорию стиля мышления и мыслительного коллектива. М., 1999. С. 51.



радикальных «историцистов», он предпочитал все же оградить теорию рациональности от чрезмерного увлечения исторической аргументацией, чтобы не приоткрыть лазейку релятивизму и иррационализму.

В этой контроверзе — самая суть: понятие научной рациональности включает в себя противоречивое единство принципов, норм, критериев рациональности, с одной стороны, и способности критической рефлексии над ними, трансформации, изменения существующих и формирования новых понятий, выражающих рациональность, с другой. Это единство, я полагаю, может рассматриваться сквозь призму «принципа дополнительности» в духе Н. Бора. Такой подход, возможно, откроет новые перспективы в обсуждении проблем, актуальность которых очевидна при современном прочтении «методологии научных исследовательских программ»<sup>11</sup>.

Сегодня концепция научной рациональности, разработанная И. Лакатосом, заняла видное место в истории философии и методологии науки. Трудности, возникшие при анализе этой концепции, оказали стимулирующее воздействие на современное понимание научной рациональности. Философия науки оказалась перед выбором: либо отказаться от тщетных попыток примирить «нормативную концепцию рациональности» с реальной историей науки и признать неустранимую релятивность любых рациональных оценок научного знания, либо перейти к более гибкому пониманию научной рациональности. Можно сказать, что поиски второго пути — наиболее актуальная и интересная задача современной философии науки.

*В. Н. Порус*

<sup>11</sup> См.: Порус В.Н. Рациональность, наука, культура. М., 2002.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА  
И ОПРОВЕРЖЕНИЯ  
(Как доказываются теоремы)

Перевод с англ. по изд.:  
*Lakatos I. Proofs and Refutations // The British  
Journal for the Philosophy of Science, 1963–64. v. 14.*  
p. 1–25; 120–139; 221–243; 296–342.



# Введение

В истории мысли часто случается, что при появлении нового мощного метода быстро выдвигается на авансцену изучение задач, которые этим методом могут быть решены, в то время как все остальное игнорируется, даже забывается, а изучением его пренебрегают. 5

Именно это как будто произошло в нашем столетии в области философии математики в результате стремительного развития метаматематики.

Предмет метаматематики состоит в такой абстракции математики, когда математические теории заменяются формальными системами, доказательства — некоторыми последовательностями правильно построенных формул, определения — «сокращениями» таких формул, вводимыми для удобства<sup>1</sup>. 10 15

Такая абстракция была придумана Гильбертом, чтобы получить мощную технику исследования задач методологии математики. Вместе с тем имеются задачи, которые выпадают из рамок метаматематической абстракции. В их числе находятся все задачи, относящиеся к «содержательной» математике и ее развитию, и все задачи, касающиеся ситуационной логики\* и решения математических задач. 20

---

<sup>1</sup> См. [24, русский перевод, с. 55–63, 71], а также [90, р. 49], [136, т. 1, с. 12]. Это интегральная часть евклидовой программы, сформулированной еще Паскалем [89]; ср. Лакатос [72, с. 158].

\* Под «ситуационной логикой» здесь понимается рационально реконструируемый процесс выдвижения и опровержения научно-исследовательских гипотез; то же, что «логика исследования» в смысле К. Поппера. — *Прим. ред.*

Школу математической философии, которая стремится отождествить математику с ее метаматематической абстракцией (а философию математики — с метаматематикой), я буду называть «формалистской» школой. Одну из самых отчетливых характеристик формалистской позиции находим у Карнапа [18]. Карнап требует, чтобы (а) философия была заменена логикой науки..., но (в) «логика науки представляет не что иное, как логический синтаксис языка науки»..., (с) «метаматематика же является синтаксисом математического языка» (р. xii и 9). Итак, философию математики следует заменить метаматематикой.

Формализм отделяет историю математики от философии математики, так как согласно формалистскому пониманию математики, собственно говоря, истории математики не существует. Любой формалист целиком будет согласен с замечанием Рассела, высказанным «романтически», но сделанным вполне серьезно, что «Законы мысли» Буля (1854) были «первой книгой, когда-либо написанной по математике»<sup>2</sup>. Формализм отрицает статус математики для большей части того, что обычно понималось как входящее в математику, и ничего не может сказать об ее «развитии». Ни один из «творческих» периодов и вряд ли один из «критических» периодов математических теорий может быть допущен в формалистическое небо, где математические теории пребывают как серафимы, очищенные от всех пятен земной недостоверности. Однако формалисты обычно оставляют открытым небольшой черный ход для падших ангелов; если для каких-нибудь «смесей математики и чего-то другого» окажется возможным построить формальные системы, «которые в некотором смысле включают их», то они могут быть тогда допущены.

<sup>2</sup> См. [117]. Эта работа была перепечатана как 5-я глава труда Рассела [119] под заглавием «Математика и метафизика». В предисловии к нему Рассел говорит об этой работе: «Тон этого очерка отчасти объясняется тем, что издатель просил меня сделать его “сколь возможно романтическим”».

При таких условиях Ньютону пришлось прождать четыре века, пока Пеано, Рассел и Куайн помогли ему влезть на небо, формализовав его исчисление бесконечно малых. Дирак оказался более счастливым: Шварц спас его душу еще при его жизни. Может быть, мы должны упомянуть здесь парадоксальное затруднение метаматематика: по формалистским или даже по дедуктивистским стандартам он не является честным математиком. Дьёдонне говорит об «абсолютной необходимости для каждого математика, *который заботится об интеллектуальной честности* (выделено мной. — Авт.), представлять свои рассуждения в аксиоматической форме» [36, с. 225].

При современном господстве формализма невольно впадаешь в искушение перефразировать Канта: история математики, лишившись руководства философии, сделалась *слепой*, тогда как философия математики, повернувшись спиной к наиболее интригующим событиям истории математики, сделалась *пустой*.

«Формализм» представляет крепость логической позитивистской философии. Если следовать логическому позитивизму, то утверждение имеет смысл только, если оно является «тавтологическим» или эмпирическим. Так как содержательная математика не является ни «тавтологической», ни эмпирической, то она должна быть бессмысленной, она — чистый вздор<sup>3</sup>. Догма-

<sup>3</sup> Согласно Тюркетту, положения Геделя не имеют смысла [134, с. 129]. Тюркетт спорит с Копи, который считает, что, поскольку эти положения являются «априорными истинами», но не аналитическими, то они опровергают аналитическую теорию априорности [26] и [27]. Никто из них не замечает, что особый статус положений Геделя с этой точки зрения состоит в том, что эти теоремы являются теоремами неформальной содержательной математики и что в действительности они оба обсуждают статус неформальной математики в частном случае. Они также не замечают, что теории неформальной математики определенно являются догадками, которые с точки зрения догматиста вряд ли возможно разделить на догадки a priori и a posteriori.



ты логического позитивизма гибельны для *истории и философии математики*.

5 Целью этих статей является подход к некоторым проблемам *методологии математики*. Я употребляю слово «методология» в смысле, близком к «эвристике»<sup>4</sup> Поля и Бернаиса и к «логике открытия» или «ситуационной логике» Поппера<sup>5</sup>. Недавняя экспроприация термина «методология математики» для использования в качестве синонима «метаматематики»  
10 имеет несомненно формалистский привкус. Это показывает, что в формалистской философии математики нет настоящего места для методологии как логики открытия<sup>6</sup>. Если верить формалистам, то математика

<sup>4</sup> См. [98, с. 102], а также [101], [102]; [14, с. 187].

<sup>5</sup> См. [103], [104], [107, с. 147 и сл.].

<sup>6</sup> Это можно иллюстрировать работами Тарского [130] и [131]. В первой из них Тарский пользуется термином «дедуктивные науки» явно как стенографическим выражением для «формализованных дедуктивных наук». Он пишет: «Формализованные дедуктивные дисциплины составляют поле исследований метаматематики примерно в том же смысле, как пространственные сущности составляют поле исследований для геометрии». Этой разумной формулировке придается занятый империалистический уклон во второй статье. «Дедуктивные дисциплины составляют предмет (subjectmatter) методологии дедуктивных наук примерно в таком же смысле, в каком пространственные сущности составляют предмет геометрии, а животные — зоологии. Естественно, не все дедуктивные дисциплины представляются в форме, подходящей для объектов научного исследования. Неподходящими будут, например, такие, которые не опираются на определенный логический базис, не имеют точных правил вывода (inference) и в которых теоремы формулируются в обычных двусмысленных и неточных терминах разговорного языка — одним словом, те, которые не формализованы. Метаматематические исследования, таким образом, сводятся к рассмотрению лишь формализованных дедуктивных дисциплин». Нововведением является то, что в первой формулировке устанавливается, что предметом метаматематики являются

будет тождественна формализованной математике. Но что можно *открыть* в формализованной теории? Два ряда вещей. *Во-первых*, можно открыть решение задач, которые машина Тьюринга при подходящей программе может решить за конечное время (как, например, будет ли некоторое предложенное доказательство действительно доказательством или нет?).

формализованные дедуктивные дисциплины, в то время как вторая говорит, что предмет метаматематики сводится к формализованным дедуктивным дисциплинам только по той причине, что неформализованные дедуктивные дисциплины вообще не являются подходящим предметом научного исследования. Это предполагает, что предыстория формализованной дисциплины не может быть предметом научного исследования, в то время как, наоборот, предыстория зоологического вида вполне может быть предметом научной теории эволюции. Никто не будет сомневаться, что к некоторым проблемам, касающимся математической теории, можно подойти только после того, как они будут формализованы, совершенно так же, как некоторые проблемы относительно человеческих существ (например, касающиеся их анатомии) могут быть изучаемы только после их смерти. Но на этом основании не многие будут утверждать, что человеческие существа будут «пригодны для научного исследования», только когда они «представляются в мертвом виде», и что, следовательно, биологические исследования сводятся к изучению мертвых человеческих существ, хотя я не был бы изумлен, если бы какой-нибудь энтузиаст — ученик Везалия в славные дни ранней анатомии, когда появились новые мощные методы диссекции, отождествил биологию с анализом мертвых тел.

В предисловии к работе [133] Тарский подчеркивает свое отрицание возможности какой-нибудь методологии, отличной от формальных систем: «Курс методологии эмпирических наук... должен главным образом состоять из оценок и критик скромных попыток и безуспешных усилий». Причина заключается в том, что, поскольку Тарский определяет научную теорию «как систему подобранных утверждений, расположенных в соответствии с некоторыми правилами» (там же), то эмпирические науки не являются науками.



Ни один математик не заинтересован в том, чтобы  
следить за этим скучным механическим «методом»,  
предписываемым процедурами такого решения. *Во-*  
*вторых*, можно найти решения задач вроде: будет ли  
5 теоремой или нет некоторая формула теории, в ко-  
торой не установлена возможность окончательного  
решения, где можно руководствоваться только «ме-  
тодом» неуправляемой интуиции и удачи.

Так вот, для живой математики непригодна эта  
10 мрачная альтернатива машинного рационализма и  
иррационального отгадывания вслепую<sup>7</sup>. Исследова-  
ние *неформальной* математики дает творческим ма-  
тематикам богатую ситуационную логику, которая не  
будет ни механической, ни иррациональной, но ко-  
15 торая никак не может получить признания, тем бо-  
лее поощрения формалистской философии.

История математики и логика математического  
открытия, т. е. филогенез и онтогенез<sup>8</sup> математичес-

<sup>7</sup> Одно из наиболее опасных заблуждений сторонников формалистской философии заключается в том, что (1) они стараются установить что-нибудь (вполне правильно) относительно формальных систем; (2) затем сказать, что это применимо и к «математике» — это будет опять правильно, если мы примем отождествление математики с формальными системами; (3) наконец, со скрытым изменением смысла, использовать термин «математика» в обычном смысле. Так, Куайн говорит, что «это отражает характерную для математики ситуацию; математик наталкивается на свое доказательство при помощи неуправляемой интуиции и «счастья», а затем другие математики могут проверить его «доказательство»» [110, с. 87]. Но проверка обычного доказательства часто представляет очень деликатное предприятие, и, чтобы напасть на «ошибку», требуется столько же интуиции и счастья, сколько и для того, чтобы натолкнуться на доказательство; открытие «ошибок» в неформальных доказательствах иногда может потребовать десятилетий, если не столетий.

<sup>8</sup> Пуанкаре и Пойя предлагают «основной биологический закон» Геккеля относительно онтогенеза, повторяющего филогенез, применять также и к умственному развитию, в част-

кой мысли, не могут быть развиты без критицизма и окончательного отказа от формализма.

Но формалистская философия математики имеет очень глубокие корни. Она представляет последнее звено в длинной цепи догматистских философий математики. 5  
 Ведь уже более двух тысяч лет идет спор между *догматиками* и *скептиками*. Догматики утверждают, что силой нашего человеческого интеллекта и чувств, или только одних чувств, мы можем достичь истины и узнать, что мы ее достигли. Скептики, с другой стороны, или утверждают, что мы совершенно не можем достичь истины (разве только при помощи мистического эксперимента), или что если даже сможем достичь ее, то не можем знать, что мы ее достигли. В этом большом споре, в котором время от времени аргумен- 10  
 ты осовременивались, математика была гордой крепостью догматизма. Всякий раз, когда математический догматизм попадал в «кризис», какая-нибудь новая версия снова придавала ему подлинную строгость и настоящие основы, восстанавливая образ авторитар- 20  
 ной, непогрешимой, неопровержимой математики — «единственной науки, которую Бог захотел дать человечеству» [60]. Большая часть скептиков примирилась с неприступностью этой крепости догматистской теории познания<sup>9</sup>. Бросить этому вызов — давно уже стало 25  
 необходимым.

Цель этого этюда и есть этот вызов математическому формализму, но это не прямой вызов основным

---

ности, к математическому умственному развитию [95] и [102]. Цитируем Пуанкаре: «Зоологи утверждают, что эмбриональное развитие животного резюмирует вкратце историю его предков в разные геологические периоды. Воспитатель должен заставить ребенка пройти через те ступени, которые были пройдены его предками, пройти быстрее, но без пропуска промежуточных этапов. В этом смысле история науки должна быть нашим первым руководителем» [95, русский перевод, с. 359].

<sup>9</sup> По поводу дискуссии относительно роли математики в догматико-скептическом споре см. мою работу [72].



положениям математического догматизма. Наша скромная цель состоит в установлении положения, что неформальная квазиэмпирическая математика не развивается как монотонное возрастание количества несомненно доказанных теорем, но только через непрерывное улучшение догадок при помощи размышления и критики, при помощи логики доказательств и опровержений. Поскольку, однако, метаматематика представляет парадигму неформальной квазиэмпирической математики и в настоящее время находится в быстром росте, то эта статья тем самым бросает вызов современному математическому догматизму. Исследователь недавней истории метаматематики найдет на его собственном поле описанные здесь образцы.

15 Диалогическая форма должна отразить диалектику рассказа; она должна содержать своего рода рационально реконструированную или «дистиллированную» историю. Реальная история будет звучать в подстрочных примечаниях, большая часть  
20 которых поэтому должна быть рассматриваема как органическая часть всей работы.



# 1. Задача и догадка

Диалог происходит в воображаемой классной комнате. Класс заинтересовался *задачей*: существует ли соотношение между числом  $V$  вершин, числом  $E$  ребер и, наконец, числом  $F$  граней многогранника — в частности, *правильного многогранника* — 5  
аналогично тривиальному соотношению между числами вершин и сторон *многоугольников*, а именно: что существует столько же сторон, сколько и вершин:  $V = E$ ? Последнее соотношение позволяет классифицировать *многоугольники* по числу сторон (или 10  
вершин): треугольники, четырехугольники, пятиугольники и т. д. Аналогичное соотношение поможет классификации *многогранников*.

После большого количества испытаний и ошибок класс замечает, что для всех правильных многогранников  $V - E + F = 2$ <sup>10</sup>. 15

---

<sup>10</sup> Впервые замечено Эйлером [39]. Первоначальной его задачей было дать классификацию многогранников. На трудность этого было указано в заключении издателя: «В то время как в плоской геометрии многоугольники (*figurae rectilineae*) легко могут быть классифицированы по числу сторон, которое, конечно, всегда будет равно числу углов, в стереометрии классификация многогранников (*corpora hedris planis inclusa*) представляет собой значительно более трудную задачу, так как только одно число граней недостаточно для этой цели». Ключом к полученному Эйлером результату было как раз введение понятий *вершины* и *ребра*; он первый указал на то, что кроме числа граней число *точек* и *линий* на поверхности многогранника определяет его (топологический) характер. Интересно отметить, что, с одной стороны, он очень хотел подчеркнуть новизну его концептуальной основы и что ему пришлось изобрести термин «*acies*» (ребро) вместо старого

- Кто-то высказывает *догадку*, что это может быть приложимым к любому многограннику. Другие пытаются оспорить эту догадку, испытать ее многими разными способами — она выдерживает хорошо.
- 5 Этот результат *подкрепляет* догадку и наводит на мысль, что она может быть доказана. В этот момент — после стадий постановки *задачи* и *догадок* — мы входим в классную комнату<sup>11</sup>. Учитель как раз готовится дать *доказательство*.

«latus» (сторона), так как «latus» было понятием, относящимся к многоугольникам, тогда как ему нужно было ввести понятие, относящееся к многогранникам; с другой стороны, он все же удержал термин «*angulus solidus*» (телесный угол) для подобных точке вершин. С недавнего времени стали считать, что приоритет в этом деле принадлежит Декарту. Основанием этого притязания является рукопись Декарта (ок. 1639), скопированная с оригинала Лейбницем в Париже в 1675–1676 гг. и снова открытая и опубликованная Foucher de Careil в 1860 г. Однако приоритет Декарту отдать нельзя. Верно, что Декарт устанавливает, что число плоских углов равно  $2j + 2a - 4$ , где  $j$  обозначает у него число граней, а  $a$  — число телесных углов. Также верно то, что он устанавливает, что плоских углов вдвое больше, чем ребер (*latera*). Простое соединение двух этих положений, конечно, даст формулу Эйлера. Но Декарт не видел надобности сделать это, так как он все же мыслил в терминах углов (плоских и телесных) и граней и не сделал сознательно революционного изменения, а именно: не ввел понятия нуль-мерных вершин, одномерных ребер и двумерных граней в качестве необходимого и достаточного основания для полной топологической характеристики многогранников.

<sup>11</sup> Эйлер проверил свою догадку достаточно исчерпывающим образом. Он испытал ее на призмах, пирамидах и т. д. Он мог бы добавить, что существование только пяти правильных тел тоже является следствием его догадки. Другое подозреваемое следствие представляет недоказанное до сих пор предложение, что четырех цветов вполне достаточно для раскрашивания карты.

Фазы *догадки* и *испытания* в случае  $V - E + F = 2$  разобраны Пойя [101, т. 1] (первые пять отделов третьей главы,

## 2. Доказательство

Учитель. На нашем последнем уроке мы пришли к догадке относительно многогранников, а именно: что для всех многогранников  $V - E + F = 2$ , где  $V$  — число вершин,  $E$  — число ребер и  $F$  — число граней. Мы испытали ее различными способами. Но мы пока еще не доказали ее. Может быть, кто-нибудь нашел доказательство?

Ученик Сигма. Я со своей стороны должен сознаться, что пока еще не придумал строгого доказательства этой теоремы... Однако истинность ее была установлена в очень многих случаях, и не может быть сомнения, что она справедлива для любого тела. Таким образом, это предложение, по-видимому, доказано вполне удовлетворительно<sup>12</sup>. Но если у вас есть доказательство, то, пожалуйста, дайте его.

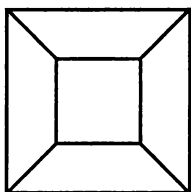


рис. 1.

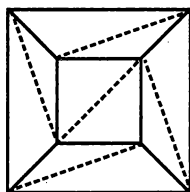


рис. 2.

Учитель. Действительно, я его имею. Оно состоит в следующем мысленном эксперименте.

с. 35–41). Пойя остановился здесь и не разобрал фазы доказательства, хотя, конечно, он указал на необходимость для эвристики «задач для доказательства». Наше рассуждение начинается там, где Пойя останавливается.

<sup>12</sup> Так думал Эйлер [39, с. 119, 124]. Но позднее [40] он предложил доказательство.

- Первый шаг.* Вообразим, что многогранник будет полым с поверхностью из резины. Если мы вырежем одну из его граней, то всю остальную поверхность мы можем, не разрезая, растянуть на плоской доске. Грани и ребра будут деформироваться, ребра могут стать криволинейными, но  $V$ ,  $E$  и  $F$  не изменятся, так что если и только если  $V - E + F = 2$  для первоначально-  
 5 многогранника, то  $V - E + F = 1$  для этой плоской сети — вспомните, что мы одну грань удалили.  
 10 (На рис. 1 показана такая сеть для куба.)

- Второй шаг.* Теперь мы триангулируем нашу карту — она действительно выглядит как географическая карта. Проведем (может быть, криволинейные) диагонали в тех (может быть, криволинейных)  
 15 многоугольниках, которые еще не являются (может быть, криволинейными) треугольниками. Проведя каждую диагональ, мы увеличиваем и  $E$  и  $F$  на единицу, так что сумма  $V - E + F$  не изменится (рис. 2).

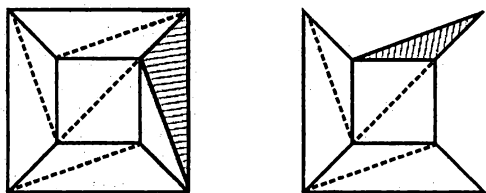


рис. 3 а

б

- Третий шаг.* Теперь будем вынимать из триангу-  
 20 лированной сети треугольники один за другим. Вынимая треугольник, мы или вынимаем ребро, причем исчезают одна грань и одно ребро (рис. 3, а), или вынимаем два ребра и вершину; тогда исчезают одна грань, два ребра и одна вершина (рис. 3, б). Таким образом, если  $V - E + F = 1$  до выемки треугольника, то оно останется таким же и после выемки. В конце этой процедуры мы получаем один треугольник. Для него  $V - E + F = 1$  является справедливым. Таким образом, мы доказали нашу догадку<sup>13</sup>.  
 25

<sup>13</sup> Идея этого доказательства восходит к Коши [19].

Ученик Дельта. Вы должны назвать это теперь *теоремой*. Теперь здесь уже нет ничего из области догадок<sup>14</sup>.

Ученик Альфа. Не знаю. Я вижу, что этот эксперимент можно выполнить с кубом или с тетраэдром, но как я могу знать, что его можно произвести с *любым* многогранником. Кстати, уверены ли вы, сэр, что *всякий многогранник после устранения одной грани может быть развернут плоско на доске*? У меня есть сомнения относительно вашего первого шага.

Ученик Бета. Уверены ли вы, что *при триангуляции карты вы всегда получите новую грань для любого нового ребра*? У меня есть сомнения относительно вашего второго шага.

Ученик Гамма. Уверены ли вы, что *когда вы будете откидывать треугольники один за другим, то получатся только две альтернативы — исчезновение одного ребра или же двух ребер и одной вершины*? Уверены ли вы также, что *в конце процесса останется только с одним треугольником*? У меня есть сомнения относительно вашего третьего шага<sup>15</sup>.

Учитель. Конечно, я не уверен.

Альфа. Но ведь это еще хуже, чем раньше. Вместо одной догадки, мы теперь имеем, по меньшей мере, три! И вы называете это «доказательством»!

Учитель. Я допускаю, что традиционное название «доказательство» для этого мысленного эксперимен-

<sup>14</sup> Мнение Дельты, что это доказательство установило «теорему», вне всякого сомнения, разделялось многими математиками XIX в., например, Крелле [28, v. 2, p. 668–671] Маттисеном [80, p. 449], Жонкьером [65], [66]. Стоит привести характерный пассаж: «После доказательства Коши стало абсолютно несомненным, что изящное соотношение  $V - E + F = 2$  применимо к многогранникам любого вида, как и установил Эйлер в 1752 г. В 1811 г. вся нерешительность должна была исчезнуть» [66, с. 11–112].

<sup>15</sup> Этот класс, по-видимому, очень передовой. Для Коши, Пуансо и многих других прекрасных математиков XIX в. эти вопросы не существовали.



- та, пожалуй, не совсем подходит. Я не думаю, что этот эксперимент устанавливает истинность догадки.
- Дельта. Ну а что же он тогда делает? Что же, по-вашему, доказывает математическое доказательство?
- 5 Учитель. Это тонкий вопрос, на который мы попытаемся ответить позже. До тех пор я предлагаю сохранить освященный временем технический термин «доказательство» для мысленного эксперимента, или квазиэксперимента, который предлагает разложение первоначальной догадки на вспомогательные догадки или леммы, таким образом, впутывая ее, может быть, в совершенно далекую область знания. Например, наше «доказательство» в первоначальную догадку —
- 10 о кристаллах, или, скажем, о твердых телах — включило теорию резиновых листов. Декарт или Эйлер, отцы первоначальной догадки, наверняка ни о чем подобном не думали<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Мысленный эксперимент (deiknumi) был наиболее древним образом математического доказательства. Он преобладал в доевклидовой греческой математике [128]. То, что в эвристическом порядке догадки (или теоремы) предшествуют доказательствам, было общим местом у древних математиков. Это вытекает из эвристического предшествования «анализа» «синтезу» (см. прекрасный разбор у Робинсона [114]). По Проклу — «необходимо сначала знать, что ищешь» [53, т. 1, с. 129]. «Они говорили, что теорема представляет то, что предложено с намерением доказать это предложение», — говорит Папп (idid., с. 10). Греки не думали много о предложениях, на которые они случайно наталкивались по ходу дедукции, если только предварительно о них не догадывались. Они называли поризмами — следствиями — те побочные результаты, которые получались из доказательства теоремы или решения задачи, результаты которых они непосредственно не искали; эти поризмы появлялись в таком виде случайно, без каких-нибудь добавочных трудов, и представляли, как говорит Прокл, нечто вроде плода, сбитого ветром (ermaion) или премии (kerdos) (ibid., с. 278). В издательском послесловии к [41] мы читаем, что арифметические теоремы «бывали открыты задолго до того, как их истинность была подтверждена строгим доказа-

### 3. Критика доказательства при помощи контрпримеров, являющихся локальными, но не глобальными

Учитель. Подсказанное доказательством разложение догадки открывает новые горизонты для проб. Это разложение более широким фронтом развертывает догадку, так что наш дух критики получает большее количество целей. Мы теперь вместо одной имеем, <sup>5</sup> по меньшей мере, три возможности для контрпримеров.

---

тельством». Как Эйлер, так и издатель для этого процесса открытия употребляют новейший термин «индукция» вместо древнего «analysis». Эвристическое предшествование результата перед аргументацией или теоремы перед доказательством глубоко укоренилось в математическом фольклоре. Приведем несколько вариаций на знакомую тему: говорят, что Хризипп говорил Клеанфу, что хочет от него научиться только догматам, а уж доказательства для них сможет подобрать и сам [37, кн. VII, 179]; Гаусс жаловался: «Я уже давно имел мои результаты, но я еще не знаю, как мне к ним прийти» [6, с. 77]; Риман: «Если бы я только имел теоремы! Тогда я смог бы достаточно легко найти доказательства» [62, с. 487]. Пойя подчеркивает: «Вы должны угадать математическую теорему, прежде чем вы ее докажете» [101, т. 1, с. VI].

Термин «квази-эксперимент» взят из вышеупомянутого издательского послесловия к [41]. Издатель пишет: «Поскольку мы должны отнести числа к области одного лишь чистого интеллекта, то нам трудно понять, каким образом наблюдения и квази-эксперименты могут быть полезными при исследовании природы чисел. Как я покажу здесь при помощи очень хороших доводов, известные в настоящее время свойства чисел действительно были большей частью открыты наблюдением...». Пойя ошибочно приписывает эту цитату самому Эйлеру [101, т. 1, с. 3].

Гамма. Я уже выразил мое несогласие с вашей третьей леммой (а именно, что при вынимании треугольников из сети, получившейся после растягивания и последующей триангуляции, мы имеем только две возможности: мы убираем или только одно ребро, или же два ребра с вершиной). Я подозреваю, что при удалении треугольника могут появиться и другие возможности.

Учитель. Подозрение — это еще не критика.

10 Гамма. А *контрпример* будет критикой?

Учитель. Конечно. Догадкам нет дела до несогласий или подозрений, но они не могут игнорировать контрпримеры.

15 Тета (в сторону). Догадки, очевидно, сильно отличаются от тех, кто их представляет.

Гамма. Я предлагаю очень простой контрпример. Возьмем триангуляционную сеть, которая получилась после проведения на кубе двух первых операций (см. рис. 2). Теперь, если я удалю треугольник *изнутри* этой сети, как можно вынуть кусок из голололомки, то я вынимаю только один треугольник без удаления каких-нибудь ребер или вершин. Таким образом, третья лемма неверна — и не только в случае куба, но для всех многогранников, кроме тетраэдра, для которого в плоской сети все треугольники будут граничными. Таким образом, ваше доказательство доказывает теорему Эйлера для тетраэдра. Но ведь мы уже и так *знали*, что для тетраэдра  $V - E + F = 2$ , так зачем же это доказывать?

30 Учитель. Вы правы. Но заметьте, что куб, который представляет контрпример для третьей леммы, не будет контрпримером для основной догадки, так как для куба  $V - E + F = 2$ . Вы показали, что аргументация доказательства имеет недостаток, но это не значит, что наша догадка ложна.

35 Альфа. Так, вы теперь снимете свое доказательство?

Учитель. Нет. Критика не всегда будет необходимо разрушением. Я просто исправлю мое доказательство, чтобы оно устояло против этой критики.

40 Гамма. Как?





Учитель. Прежде чем показать «как», давайте введем такую терминологию. *Локальным контрпримером* я буду называть пример, который отвергает лемму (не отвергая необходимо основную догадку), а *глобальным контрпримером* я назову пример, отвергающий 5 саму догадку. Таким образом, ваш контрпример будет локальным, но не глобальным. Локальный, но не глобальный контрпример представляет критику только доказательства, но не догадки.

Гамма. Значит, догадка может быть верной, но ваше доказательство ее не доказывает. 10

Учитель. Но я легко могу переработать, *улучшить доказательство*, заменив неверную лемму слегка исправленной, которую ваш контрпример не сможет опровергнуть. Я не буду спорить, что при *вынимании* 15 *любого треугольника* получаются только две упомянутые возможности, но скажу только, что на каждой стадии процесса вынимания одного из *граничных треугольников* может встретиться одна из упомянутых возможностей. Возвращаясь к 20 моему мысленному эксперименту, я должен только в описании моего третьего шага прибавить одно слово, а именно, что «теперь из триангулированной сети мы отнимаем один за другим *граничные* треугольники». Вы согласитесь, что для приведения в поряд- 25 *док доказательства* понадобилось только небольшое замечание?<sup>17</sup>

Гамма. Не думаю, чтобы ваше замечание было таким пустяковым; оно, конечно, очень остроумно. Чтобы 30 выяснить это, я покажу, что оно неверно. Возьмем опять плоскую сеть для куба и отнимем восемь из десяти треугольников в последовательности, указанной на рис. 4. При вынимании восьмого треугольника, который, конечно, будет тогда граничным, мы отняли два ребра и ни одной вершины, а это изменит  $V - E + F$  на 1. 35

<sup>17</sup> Люилье, исправляя подобным образом доказательство Эйлера, сказал, что он делает только «небольшое замечание» [77, с. 179]. Однако сам Эйлер, заметив неувязку, отказался от доказательства, а этого «небольшого замечания» не сделал.

И мы остались с двумя отдельными треугольниками 9 и 10.

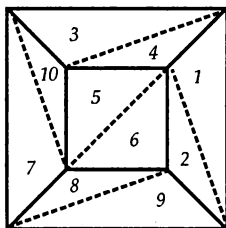


рис. 4.

Учитель. Ну, я мог бы спасти лицо, сказав, что под граничным треугольником я подразумевал такой, вынимание которого не нарушает связности сети. Но интеллектуальная честность препятствует мне скрыто изменять мои положения словами, начинающимися с «я думал»; поэтому я считаю, что вторую версию операции вынимания треугольников я должен *заметить* третьей, а именно, что вынимаются треугольники один за другим таким образом, чтобы  $V - E + F$  не изменялось.

Каппа. Охотно соглашусь, что соответствующая такой операции лемма будет истинной: конечно, если мы вынимаем треугольники один за другим, так, чтобы  $V - E + F$  не изменялось, то  $V - E + F$  не будет изменяться.

Учитель. Нет. Лемма заключается в том, что *треугольники в нашей сети могут быть перенумерованы так, что при вынимании их в правильной последовательности  $V - E + F$  не будет изменяться, пока мы не достигнем последнего треугольника.*

Каппа. Но как же построить эту правильную последовательность, если она вообще существует?<sup>18</sup> Ваш

<sup>18</sup> Коши думал, что для нахождения на каждой стадии треугольника, который может быть вынут с устранением или двух ребер с вершиной, или лишь одного ребра, можно дать очень простую инструкцию для любого многогранника [19, с. 79]. Это, конечно, связано с неспособностью вообразить многогранник, который не был бы гомеоморфным со сферой.

первоначальный мысленный эксперимент давал инструкцию: вынимайте треугольники в любом порядке. А теперь вы говорите, что мы должны следовать некоторому определенному порядку, но не говорите, какой это порядок и существует ли он в действительности. Таким образом, ваш мысленный эксперимент разваливается. Вы исправили анализ доказательства, т. е. список лемм, но мысленный эксперимент, который вы назвали «доказательством», исчез.

Ро. Исчез только третий шаг.

Каппа. Кроме того, *улучшили* ли вы лемму? Ваши первые две версии, по крайней мере, до их опровержения казались тривиально простыми, а ваша длинноватая заплатанная версия даже не кажется очевидной. Можете ли вы верить, что она избежит опровержения?

Учитель. «Очевидные» или даже «тривиально простые» предложения обычно скоро отвергаются: софистические, неочевидные предположения, созревшие после критицизма, могут оказаться истинными.

Омега. А что случится, если и ваши «софистические предположения» окажутся ложными и мы не сможем заменить их неложными? Или если вам не удастся улучшить локальными заплатами ваши аргументы? При помощи замены отвергнутой леммы вам удалось справиться с локальным контрпримером, не бывшим глобальным. А что если в следующий раз вам это не удастся?

Учитель. Вопрос хорош — поставим его завтра в повестку дня.



#### 4. Критика догадки при помощи глобальных контрпримеров

Альфа. У меня есть контрпример, который опровергнет вашу первую лемму; кроме того, он будет контрпримером и для основного положения; это значит, что он вполне может быть и глобальным контрпримером.

5

Учитель. Вот как! Интересно. Посмотрим.

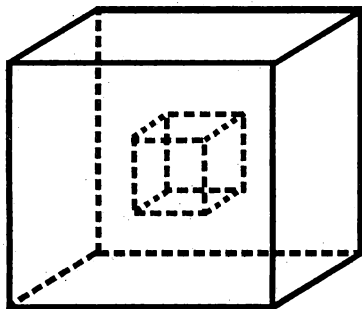


рис. 5.

Альфа. Вообразите твердое тело, заключающееся между двумя всажеными друг в друга кубами, т. е. парой кубов, из которых один находится внутри другого, но не касается его (рис. 5). Этот полый куб делает неверной вашу первую лемму, так как после отнятия грани у внутреннего куба многогранник уже нельзя будет растянуть на плоскости. Не поможет отнятие грани и от внешнего куба. Кроме того, для каждого куба  $V - E + F = 2$ , так что для полого куба  $V - E + F = 4$ .

10

15

Учитель. Очень хорошо. Назовем его *контрпримером* номер 1<sup>19</sup>. Ну и что же?

*а) Отбрасывание догадки. Метод сдачи*

Гамма. Сэр, ваше спокойствие удивляет меня. Один контрпример отвергает догадку так же эффективно, как и десять. Ваша догадка и ее доказательство полностью взорваны. Руки вверх! Вам нужно сдать. Сотрите ложное предположение, забудьте о нем и попробуйте найти радикально новый подход.

Учитель. Согласен с вами, что контрпример Альфы — серьезная критика этого *предположения*. Но нельзя сказать, что *доказательство* «полностью взорвано». Если в настоящее время вы согласитесь с моим прежним предложением — употреблять слово «доказательство» в смысле «мысленного эксперимента, приводящего к разложению первоначального предположения на ряд вспомогательных предположений», и не пользоваться им в смысле «гарантии некоторой истины», то вам нет надобности приходить к такому заключению. Мое доказательство действительно доказало предложение Эйлера в первом смысле, но не обязательно во втором. Вы интересуетесь

<sup>19</sup> Этот контрпример 1 был впервые замечен Люилье [77, с. 194]. Но издатель Жергонн добавил [77, с. 180], что он и сам заметил это задолго до статьи Люилье. Этого не сделал Коши, опубликовавший свое доказательство за год до этого. Этот контрпример был через двадцать лет снова открыт Гесселем [56]. И Люилье и Гессель пришли к своему открытию, рассматривая минералогическую коллекцию, в которой они заметили несколько двойных кристаллов, где внутренний кристалл был непрозрачным, а внешний пропускал свет. Люилье признал, что стимул к своему открытию он получил от коллекции кристаллов своего друга профессора Пикте [77, с. 188], Гессель упоминает о кубах сернистого свинца, заключенных в прозрачных кристаллах полевого шпата [56, с. 16].



- только такими доказательствами, которые «доказывают» то, для доказательства чего они созданы. Я же интересуюсь доказательствами, даже если они не выполняют их первоначального назначения. Колумб не достиг Индии, но он открыл нечто очень интересное.
- 5 Альфа. Следовательно, по вашей философии — локальный контрпример (если он не является одновременно глобальным) является критикой доказательства, но не предположения, а глобальный контрпример будет
- 10 критикой предположения, но не обязательно доказательства. Вы соглашаетесь сдать в том, что касается предположения, но вы защищаете доказательство. Но если предположение ложно, то что же тогда доказывает доказательство?
- 15 Гамма. Ваша аналогия с Колумбом не подходит. Принятие глобального контрпримера равносильно полной сдаче.

*б) Отбрасывание контрпримера.  
Метод устранения монстров*

- Дельта. Но зачем же принимать контрпример? Вы доказали вашу догадку — теперь она стала теоремой. Я
- 20 принимаю, что она не согласна с этим так называемым контрпримером. Кто-то из них должен уйти. Но почему же должна уходить теорема, если она была доказана? Нужно отступить «критике». Это поддельная критика. Пара всажённых кубов совсем не будет
- 25 многогранником. Это монстр, патологический случай, а не контрпример.
- Гамма. А почему нет? Многогранником называется тело, поверхность которого состоит из многоугольников — граней. А мой контрпример является телом,
- 30 ограниченным многоугольниками — гранями.
- Учитель. Назовем это *Определение 1*<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Определение 1 встречается впервые в XVIII столетии, например, «Название многогранного тела или просто *много-*



**Дельта.** Ваше определение неправильно. Многогранник должен быть поверхностью: он имеет грани, ребра, вершины, он может быть деформирован, растянут на доске, и ему нет никакого дела до понятия о «твердом теле». Многогранник есть поверхность, состоящая из системы многоугольников. 5

**Учитель.** Назовем это *Определение 2*<sup>21</sup>.

**Дельта.** Таким образом, в действительности вы показали нам *два* многогранника, *две* поверхности, одна полностью внутри другой. Женщина с ребенком во чреве не может быть контрпримером для тезиса, что люди имеют одну голову. 10

**Альфа.** Так! Мой контрпример породил новое понятие о многограннике. Вы осмеливаетесь утверждать, что под многогранником *всегда* подразумеваете поверхность? 15

---

*гранника* дают любому телу, ограниченному плоскостями или плоскими гранями» [76, с. 160]. Подобное же определение дано Эйлером [39]. Евклид, определяя куб, октаэдр, пирамиду, призм, не дает определения общего термина «многогранник», но иногда пользуется им (например, книга XII, вторая задача, предложение 17).

<sup>21</sup> Определение 2 мы находим неявно в одной из работ Жонкьера, прочитанных во французской Академии против тех, кто хотел отвергнуть теорему Эйлера. Эти работы представляют целое сокровище техники удаления монстров. Он мечет громы против чудовищной пары всажённых кубов Люилье: «Эта система представляет не многогранник, но пару многогранников, каждый из которых не связан с другим... Многогранник, по крайней мере с классической точки зрения, заслуживает это имя прежде всего только тогда, когда точка может непрерывно двигаться по всей его поверхности; в данном случае это не так... Это первое исключение Люилье может быть поэтому устранено» [65, с. 170]. Это определение, противопоставленное Определению 1, хорошо подойдет аналитическим топологам, которые совершенно не интересуются многогранниками как таковыми, но только их поверхностями, как горничная во время уборки.

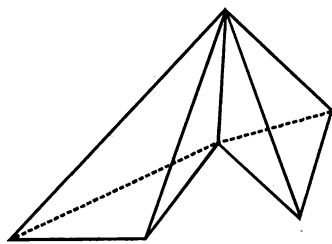
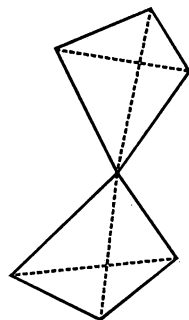


рис. 6. а



б

Учитель. В данный момент позволим себе принять определение 2 Дельты. Можете вы опровергнуть наше предположение, если под многогранником мы теперь будем понимать поверхность?

- 5 Альфа. Конечно. Возьмите два тетраэдра, имеющие общее ребро (рис. 6, а). Или возьмите два тетраэдра, имеющие общую вершину (рис. 6, б). Оба эти близнеца связаны, оба составляют одну единственную поверхность. И вы можете проверить, что в обоих
- 10 случаях  $V - E + F = 3$ .

Учитель. *Контрпримеры 2, а и 2, б*<sup>22</sup>.

- Дельта. Я восхищаюсь вашим извращенным воображением, но, конечно, я не считал, что *любая* система многоугольников будет многогранником. Под мно-
- 15 гогранником я подразумеваю *систему многоугольников, расположенных таким образом, чтобы (1) на каждом ребре встречались только два многоугольника и (2) чтобы было возможно изнутри одного многоугольника пройти во внутрь другого любой дорожкой, которая никогда не пересекает ребра в вершине*. Ваши первые близнецы исключаются первым
- 20 критерием моего определения, ваши вторые близнецы — вторым критерием.

<sup>22</sup> Контрпримеры 2, а и 2, б не были замечены Люилье и впервые открыты только Гесселем [56, с. 13].





Учитель. *Определение 3*<sup>23</sup>.

Альфа. Я восхищаюсь вашим извращенным остроумием, изобретающим одно определение за другим, как баррикады против уничтожения ваших любимых идей. Почему бы вам не определить многогранник как систему многоугольников, для которых имеет место уравнение  $V - E + F = 2$ , и это Идеальное Определение...

Учитель. *Определение И*<sup>24</sup>.

Альфа. ... навсегда покончит с диспутом? Тогда уже не будет нужды в дальнейшем исследовании этого предмета.

Дельта. Но не существует на свете теоремы, которую нельзя было бы опровергнуть при помощи монстров.

Учитель. Извините, что прерву вас. Мы видели, что опровержение при помощи контрпримеров зависит от понимания рассматриваемых терминов. Если контрпример должен служить объективной критике, то нужно уговориться в понимании нашего термина. Мы можем достичь этого соглашения, определив термин, на котором оборвалось сообщение. Я, например, не

<sup>23</sup> Определение 3 для устранения наших близнецов-тетраэдров впервые встречается у Мебиуса [83, с. 32]. Это путаное определение воспроизводится в некоторых новейших учебниках обычным авторитарным путем: «бери без разговоров»; история этого принципа, устранивающего монстры, которая по крайней мере уяснила бы его смысл, еще не рассказана (см. [59, с. 200]).

<sup>24</sup> Определение И, согласно которому эйлеровость была бы определяющей характеристикой многогранника, в действительности было предложено Балцером: «Обычные многогранники иногда (по Гесселю) называются эйлеровыми многогранниками. Было бы лучше найти специальное название для настоящих (uneigentliche) многогранников» [8, с. 207]. Упоминание о Гесселе неправильно: Гессель использовал термин «эйлеров» просто как сокращенное название многогранников, для которых соотношение Эйлера справедливо в противоположность неэйлеровым [56, с. 29]. Относительно Определения И см. также цитату из Шлефли в следующем примечании.



определял понятия «многогранник». Я считал, что этот термин является *общеизвестным*, т. е. все заинтересованные обладают способностью отличить вещь, которая является многогранником, от вещи, которая им не является, — то, что некоторые логики называют знанием объема понятия «многогранник». Оказалось, что объем этого понятия совсем не является очевидным: *очень часто определения даются и обсуждаются именно тогда, когда появляются контр-*

5  
10

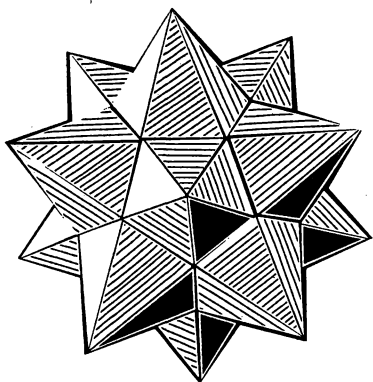


рис. 7.

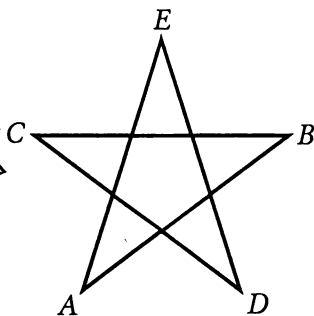


рис. 8.

Я предлагаю теперь рассмотреть все соперничающие определения вместе и отложить пока обсуждение различий, получающихся в результате выборов разных определений. Может ли кто предложить что-нибудь

15

такое, что можно считать действительно противоречащим примером даже по самому ограничивающему определению?

Каппа. Включая Определение И?

Учитель. Исключая Определение И.

20 Гамма. Я могу. *Взгляните на этот контрпример 3*: звездчатый многогранник — я назову его «морским ежом» (рис. 7). Он состоит из 12 звездных пятиугольников (рис. 8). Он имеет 12 вершин, 30 ребер и 12 пятиугольных граней — если хотите, вы можете

25

проверить это подсчетом. Таким образом, положе-



ние Декарта–Эйлера совершенно неправильно, так как для этого многогранника  $V - E + F = -6$ <sup>25</sup>.

Дельта. А почему вы думаете, что ваш «морской еж» будет многогранником?

Гамма. Разве вы не видите? Это многогранник, гранями которого являются двенадцать звездчатых пятиугольников. Он удовлетворяет вашему последнему определению: это — «система многоугольников, расположенных таким образом, что (1) на каждом ребре встречаются только два многоугольника и (2) из каждого многоугольника можно попасть в любой другой многоугольник без перехода через вершину многогранника».

Дельта. Но тогда вы даже не знаете, что такое многоугольник! Звездчатый пятиугольник наверняка не будет многоугольником. *Многоугольником называется система ребер, расположенных таким образом, что (1) в каждой вершине встречаются только два ребра и (2) ребра не имеют общих точек, кроме вершин.*

Учитель. Назовем это *Определение 4*.

Гамма. Я не понимаю, почему вы включаете второе условие: «Правильное определение многоугольника должно содержать только первое условие».

Учитель. *Определение 4'*.

Гамма. Второе условие не имеет ничего общего с сущностью многоугольника. Смотрите: если я немножко подыму одно ребро, то звездчатый многоугольник все же будет многоугольником, даже в вашем смысле. Вы

<sup>25</sup> «Морской еж» был впервые разобран Кеплером в его космологической теории [70]. Название «морского ежа» принадлежит Кеплеру (*cui nomen Echino feci*). Рис. 7 взят из его книги (с. 52), которая содержит еще и другую картинку (с. 182). Пуансо независимо открыл его второй раз; именно он указал, что формула Эйлера не приложима к нему [96, с. 48]. Стандартный термин нашего времени «малый звездчатый многогранник» принадлежит Кэйли [22, с. 125]. Шлефли вообще допускал звездчатые многогранники, но тем не менее отбросил наш малый звездчатый многогранник как монстр. По его мнению, — «это не будет настоящим многогранником, так как он не удовлетворяет условию  $V - E + F = 2$ » [121, § 34].



- 5 воображаете многоугольник, начерченный мелом на доске; но его должно представлять себе как структуру из дерева: тогда то, что вы считаете общей точкой, в действительности будет, очевидно, не точкой, но двумя различными точками, лежащими одна над другой. Вас ввело в заблуждение, что вы помещаете многоугольники в плоскость, — вы должны позволить его членам простираться в пространстве <sup>26</sup>.

<sup>26</sup> Диспут о том, надо ли определять многоугольник так, чтобы включить и звездчатые многоугольники (*Определение 4* или *Определение 4'*), является очень старым. Выставленный в нашем диалоге аргумент — что звездчатые многоугольники могут существовать как обыкновенные многоугольники в пространстве высших измерений — является новейшим топологическим аргументом, но можно выдвинуть и много других. Так, Пуансо, защищая свои звездчатые многогранники, в пользу допущения звездчатых многоугольников приводил аргументы, заимствованные из аналитической геометрии: «все эти различия (между обыкновенными и звездчатыми многоугольниками) являются более кажущимися, чем действительными, и полностью исчезают в аналитическом изложении, где эти различные виды многоугольников совершенно неразделимы. Ребру правильного многоугольника соответствует уравнение с действительными корнями, одновременно дающее ребра всех правильных многоугольников того же порядка. Таким образом, нельзя получить ребра правильного вписанного семиугольника, не найдя в то же время семиугольников второго и третьего рода. Обратное, если дана сторона правильного семиугольника, то можно определить радиус круга, в который он может быть вписан, но, делая это, мы найдем три различных круга, соответствующих трем родам семиугольника, который может быть построен на данной стороне; аналогично и для других многоугольников. Таким образом, мы имеем право дать название многоугольника этим новым звездчатым фигурам» [96, с. 26].

Шредер пользуется аргументом Ганкеля: «В алгебре было весьма плодотворным распространение на рациональные дроби понятия о степени, первоначально связанного только с целыми числами; это подсказывает нам сделать такую же попытку и в геометрии, когда представится возможность...» [122,

Дельта. Не скажете ли вы мне, что такое площадь звездчатого многоугольника? Или вы думаете, что некоторые многоугольники не имеют площади?

Гамма. Да ведь вы же сами сказали, что понятие о многограннике может быть совсем не связано с идеей телесности. Почему же теперь вы полагаете, что понятие о многоугольнике должно быть связано с понятием о площади? Мы согласились, что многогранник представляет собой замкнутую поверхность с ребрами и вершинами — тогда почему бы нам не согласиться, что многоугольник будет просто замкнутой кривой с вершинами? Но если вы придерживаетесь нашей идеи, то я охотно определю площадь звездчатого многоугольника<sup>27</sup>.

с. 56]. Затем он показывает, что геометрическую интерпретацию многоугольников с числом сторон  $p/q$  можно найти в виде звездчатых многоугольников.

<sup>27</sup> Заявление Гаммы, что он может определить площадь звездчатых многоугольников, не блеф. Некоторые из защитников более широкого понятия о многоугольниках решили эту задачу, выставив более широкое определение площади многоугольника. Это, в частности, можно сделать очевидным в случае правильных звездчатых многоугольников. Мы можем взять площадь многоугольника как сумму площадей равнобедренных треугольников, которые соединяют центр вписанного или описанного круга со сторонами многоугольника. В этом случае, конечно, некоторые «части» звездчатого многоугольника будут считаться не один раз. В случае неправильных многоугольников, где у нас нет никакой выделяющейся точки, мы можем в качестве начала взять любую точку и рассматривать отрицательно ориентированные треугольники как отрицательные площади [81, с. 179]. Оказывается — и этого наверняка можно было ждать от «площади» — что определенная так площадь не будет зависеть от выбора начала [82, с. 218]. Конечно, можно спорить с теми, кто не считает оправданным понятия «площади» как числа, полученного в результате такого подсчета; однако защитники определения Мейстера–Мебиуса называют его «правильным определением», которое «одно только научно оправдано» [52, с. 114–115]. Искание сущности было характерной чертой в спорах об определениях.



Учитель. Оставим на некоторое время этот диспут и пойдём, как и раньше. Рассмотрим вместе два последних определения — *Определение 4* и *Определение 4'*. Может ли кто-нибудь дать контрпример для нашего предположения, которое допускало бы оба определения многоугольников?

Альфа. Вот вам один. Рассмотрим *раму картины* вроде такой (рис. 9). По всем предложенным до сих пор определениям это будет многогранник. Однако после подсчёта вершин, рёбер и граней вы найдёте, что  $V - E + F = 0$ .

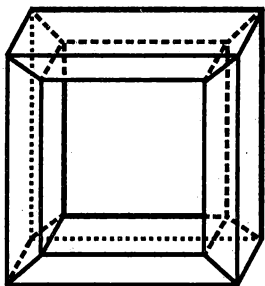


рис. 9.

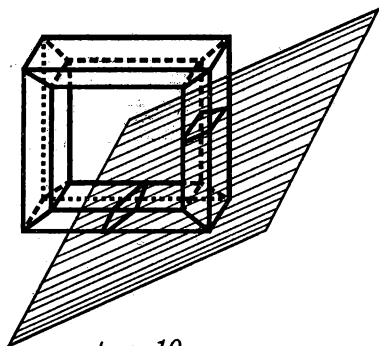


рис. 10.

Учитель. *Контрпример 4*<sup>28</sup>.

Бета. Ну, это конец нашей догадке. Очень жаль, потому что она во многих случаях была подходящей.

Но, по-видимому, мы напрасно потеряли время.

Альфа. Дельта, я поражен. Вы ничего не говорите? Вы не можете этот новый контрпример *вывести* из существования? Я думал, что на свете не существует гипотез, которых вы не смогли бы спасти от уничто-

<sup>28</sup> Контрпример 4 мы найдём и в классическом труде Люилье [77, с. 185]. Жергонн добавил, что он тоже знал его. Но Грунерт не знал его четырнадцатью годами позже [50], а Пуансо — сорока пятью годами [97, с. 67].



жения при помощи подходящей лингвистической хитрости. Сдаются вы теперь? Наконец, соглашаетесь, что существуют неэйлеровы многогранники? Не поверю!

**Дельта.** Нашли бы вы лучше более подходящее имя для ваших неэйлеровых чудовищ и не путали нас, называя их многогранниками. Но я постепенно теряю интерес к вашим монстрам. Меня берет отвращение от ваших несчастных «многогранников», для которых неверна прекрасная теорема Эйлера<sup>29</sup>. Я ищу порядка и гармонии в математике, а вы только распространяете анархию и хаос<sup>30</sup>. Наши положения непримиримы.

**Альфа.** Вы настоящий старомодный консерватор! Вы браните скверных анархистов, портящих ваш «порядок» и «гармонию» и вы «решаете» затруднения словесными рекомендациями.

**Учитель.** Послушаем последнее спасительное определение.

**Альфа.** Вы подразумеваете последний лингвистический трюк, последнее сжатие понятия «многогранник»? Дельта разрушает реальные задачи, вместо того чтобы разрешать их.

<sup>29</sup> Это парафраз из письма Эрмита к Стильтьесу: «Я с дрожью ужаса отворачиваюсь от ваших несчастных проклятых функций, у которых нет производных» [55].

<sup>30</sup> «Исследования, производимые над... функциями, нарушающими законы, на универсальность которых возлагались надежды, рассматривались почти как распространение анархии и хаоса там, где прошедшие поколения искали порядка и гармонии» [120, Предисловие]. Сакс говорит здесь о жарких битвах устранивателей монстров (вроде Эрмита) с опровергателями, характерных для последних десятилетий XIX в. (и, конечно, начала XX в.) в развитии современной теории функций действительного переменного, «ветви математики, которая имеет дело с контрпримерами» [85, Предисловие]. Бушевавшая несколько позже между противниками и защитниками математической логики такая же яркая битва была ее непосредственным продолжением.

Дельта. Я не «сжимаю» понятий. Это вы *расширяете* их. Например, эта картинная рама совсем не настоящий многогранник.

Альфа. Почему?

- 5 Дельта. Возьмите какую-нибудь точку в «туннеле» — пространстве, ограниченном рамой. Проведите плоскость через эту точку. Вы найдете, что всякая такая плоскость будет всегда с картинной рамой иметь *два* поперечных сечения, составляющих два  
10 отдельных, совершенно не связанных многоугольника! (рис. 10).

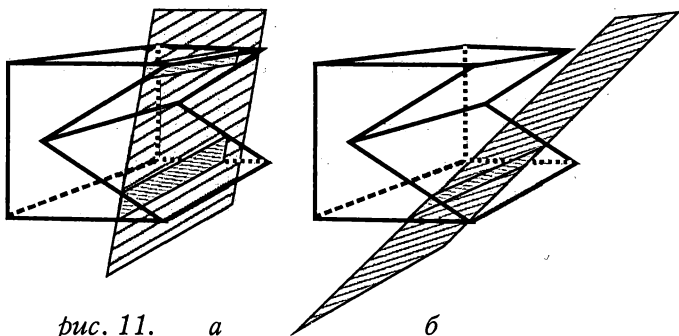


рис. 11. а

б

Альфа. Ну и что?

- Дельта. В случае настоящего многогранника через  
15 любую точку пространства можно провести по крайней мере одну плоскость, сечение которой с многогранником будет состоять из одного лишь многоугольника. В случае выпуклого многогранника этому требованию будут удовлетворять все плоскости, где бы мы ни взяли точку. В случае *обыкновенного* невыпуклого многогранника некоторые плоскости будут  
20 иметь большее число пересечений, но всегда будут такие, которые имеют только одно пересечение (рис. 11 а и 11 б). В случае этой картинной рамы все плоскости будут иметь два поперечных сечения, если мы возьмем  
25 точку внутри рамы. Как же тогда вы можете назвать это многогранником?



Учитель. Это похоже на еще одно определение, выраженное на этот раз в неявной форме. Назовем его *Определение 5*<sup>31</sup>.

Альфа. Целая серия контрпримеров, подходящая серия определений, которые не содержат ничего нового, но представляют лишь новые откровения богатства одного старого понятия, которое кажется имеющим столько же «скрытых» требований, сколько и контрпримеров. *Для всех многогранников*  $V - E + F = 2$  кажется неопровержимой, старой и «вечной» истиной. Странно думать, что когда-то это было удивительной догадкой, исполненной вызова и волнения. Теперь же, вследствие ваших странных изменений смысла, оно превратилось в скудную условность, в вызывающую пренебрежение частицу догмы. (Он покидает классную комнату.)

Дельта. Я не могу понять, каким образом такой способный человек, как Альфа, может тратить свой талант на пустые словопрения. Он, кажется, весь поглощен производством монстров, но монстры никогда не способствовали росту ни в мире природы, ни в мире мысли. Эволюция всегда следует гармоническому и упорядоченному образцу.

Гамма. Генетики могут легко опровергнуть это. Разве вы не слышали, что мутации, производящие урод-

<sup>31</sup> Определение 5 было выставлено неутомимым устрани- телем монстров Жонкьером, чтобы убрать с дороги многогранник Люилье с туннелем (картинная рама): «И этот многогранный комплекс не будет настоящим многогранником в обычном смысле этого слова; действительно, если провести какую-нибудь плоскость через любую точку внутри одного из туннелей, проходящих через тело, то получающееся поперечное сечение составит- ся из двух различных многоугольников, совершенно не связанных друг с другом; в обычном многограннике это может иметь место для некоторых положений секущей плоскости, а именно в случае некоторых невыпуклых многогранников, но не для всех таких» [65, с. 170–171]. Можно задаться вопросом, заметил ли Жонкьер, что его Определение 5 исключает также некоторые невыпуклые сфероидалные многогранники.





ства, играют значительную роль в макроэволюции? Такие уродливые мутанты они называют «подающими надежды монстрами». Мне кажется, что контрпримеры Альфы, хотя и уродства, являются «уродами, подающими надежду»<sup>32</sup>.

5 Дельта. Во всяком случае, Альфа отказался от борьбы. Теперь никаких новых монстров больше уже не будет.

Гамма. У меня есть новый. Удовлетворяет всем ограничениям *Определений 1, 2, 3, 4 и 5*, но для него  $V - E + F = 1$ . Этот *контрпример 5* — простой цилиндр.

10 У него 3 грани (оба основания и боковая поверхность), 2 ребра (оба круга) и нет вершин. Он многогранник по вашему определению: (1) у каждого ребра ровно по два многоугольника и (2) изнутри одного многоугольника можно пройти внутрь любого другого путем, не пересекающим ни одного ребра в вершине.

15 И вам придется грани считать настоящими многоугольниками, так как они удовлетворяют вашим требованиям: (1) у каждой вершины встречаются только два ребра и (2) ребра не имеют общих точек, кроме вершин.

20 Дельта. Альфа растягивал понятия, а вы их режете. Ваши «ребра» — не ребра! Ребро имеет две вершины!

Учитель. *Определение 6?*

25 Гамма. Но почему отрицать статус «ребра» для таких ребер, которые имеют только одну или нуль вершин? Вы обычно сокращали содержание понятий, а теперь так калечите их, что почти ничего не остается!

30 Дельта. Но разве вы не видите всей тщетности так называемых опровержений? До сих пор, когда избоб-

<sup>32</sup> «Мы не должны забывать, что кажущееся сегодня уродством завтра может быть началом линии специального приспособления... Я подчеркнул важность редких, но крайне богатых следствием мутаций, влияющих на ход решающих эмбриональных процессов, которые могут положить начало тому, что можно назвать подающими надежды уродами, уродами, которые начнут новую эволюционную линию, если приспособятся к какой-нибудь незанятой экологической нише» [49, с. 544, 547]. Мое внимание было привлечено к этой работе Поппером.



ретали новый многогранник, то это делалось для какой-нибудь практической цели; теперь же их изобретают специально для того, чтобы сделать ошибочными рассуждения наших отцов, и ничего другого из них и не получишь. Наш предмет превращается в тератологический музей, где приличные нормальные многогранники могут быть счастливыми, если им удастся удержать очень маленький уголок<sup>33</sup>.

Гамма. Я думаю, что если мы хотим изучить что-нибудь действительно глубоко, то нам нужно исследовать это не в его «нормальном», правильном, обычном виде, но в его критическом положении, в лихорадке и страсти. Если вы хотите узнать нормальное здоровое тело, то изучайте его, когда оно в ненормальном положении, когда оно болеет. Если вы хотите знать функции, то изучайте их странности. Если вы хотите познать обычные многогранники, то изучайте их при-

<sup>33</sup> Парафраз из Пуанкаре. Оригинальный текст таков: «Логика приводит часто к уродствам. На протяжении полувека мы видели, как возникло множество причудливых функций; эти новые функции как будто старались возможно менее походить на те благородные функции, которые чему-нибудь да служат.. Таковы, например, функции непрерывные, но без производных, и т. д. Более того, с точки зрения логической эти именно причудливые функции и являются наиболее общими; те же функции, которые мы находим без долгих поисков, образуют как бы частный случай. Для них остается лишь маленький уголок. Некогда при нахождении новых функций имелась в виду какая-нибудь практическая цель. Теперь функции изобретаются специально для того, чтобы обнаружить недостаточность рассуждения наших отцов, никакого иного вывода, кроме этого, из них нельзя извлечь.

Если бы логика была единственным руководителем педагога, то нужно было бы начинать с наиболее общих, т. е. наиболее причудливых функций. Именно начинающего следовало бы в таком случае отдать во власть этого музея уродств» [95; русский перевод, с. 357]. Пуанкаре обсуждает эту задачу в связи с положением дел в теории действительных функций, но это неважно.

- чудливые обрамления. Вот только так можно внести математический анализ в самое сердце вещей<sup>34</sup>. Но если даже в основе вы правы, разве вы не видите бесплодия вашего метода *ad hoc*? Если вы хотите провести пограничную линию между контрпримерами и монстрами, то этого нельзя сделать в припадках и срывах.
- 5 Учитель. Я думаю, что мы должны отказаться от принятия стратегии Дельты в работе с глобальными контрпримерами, хотя нужно поздравить его с искусным
- 10 ее проведением. Его метод мы можем назвать подходящим термином — *метод устранения монстров*. При помощи такого метода можно исключить любой контрпример для первоначального предположения при помощи какого-нибудь глубокого, но всегда *ad*
- 15 *hoc*, изменения определения многогранника, или терминов, его определяющих, или определяющих терминов для его определяющих терминов. Мы должны несколько с большим уважением обращаться с контр
- 20 примерами, а не упорно заклинать их, называя монстрами. Главной ошибкой Дельты, пожалуй, будет его догматический уклон в понимании математического доказательства; он думает, что доказательство необходимо доказывает то, для доказательства чего оно было предназначено. Мое понимание доказательства
- 25 допускает «доказательство» и *ложного* предположения путем разложения его на вспомогательные. Если предположение ложно, то я с уверенностью ожидаю, что будет ложным и, по крайней мере, одно из этих вспомогательных предположений. Но само разложение
- 30 тоже может быть интересным! Я не смущаюсь, если будет найден контрпример для «доказанной» догадки; я даже согласен пытаться «доказывать» ложное предположение!
- Тета. Я не понимаю вас.
- 35 Каппа. Он только следует Новому Завету: «Все испытывайте, хорошего держитесь» (1 Фес. 5, 21).

<sup>34</sup> Парафраз из [33, с. 21].

в) Улучшение догадки методами устранения исключений. Частичные исключения. Стратегическое отступление или безопасная игра

Бета. Я полагаю, сэр, что вы намереваетесь объяснить ваши несколько парадоксальные замечания. Принося вам всяческие извинения за мою нетерпеливость, я все же должен избавиться от их тяжести.

Учитель. Продолжайте.

(Альфа возвращается.)

Бета. Хотя некоторые положения из аргументов Дельты не кажутся мне умными, но я все-таки прихожу к убеждению, что в них есть разумное зерно. Теперь, мне кажется, что ни одно из предположений не является правильным вообще, но только в некоторой ограниченной области, которая не содержит исключений. Я против того, чтобы называть эти исключения «монстрами», или «патологическими случаями». По существу это равносильно методологическому требованию не рассматривать их как *примеры* интересные, имеющие право на самостоятельное существование и заслуживающие специального исследования. Но я также против термина «*контрпример*»; хотя это и дает право принимать их на равной ноге с подтверждающими примерами, но как-то окрашивает их в военные цвета, так что некоторые, вроде Гаммы, при их виде приходят в панику и впадают в соблазн совсем отказаться от прекрасных и остроумных доказательств. Нет, *они являются только исключениями*.

Сигма. Я более чем согласен. Термин «контрпример» имеет агрессивный оттенок и оскорбляет тех, кто нашел доказательство. «Исключение» — это как раз правильное выражение. «Существуют три рода математических предложений:

1. Те, которые являются всегда справедливыми и для которых нет ни ограничений, ни исключений, например, сумма углов всех плоских треугольников всегда равна двум прямым.



2. Те, которые основаны на некотором ложном принципе и, следовательно, никак не могут быть допущены.

3. Те, которые зависят от правильных принципов, но, тем не менее, в некоторых случаях допускают ограничения или исключения...»

Эпсилон. Что?

Сигма. «... Не должно смешивать ложные теоремы с теоремами, допускающими некоторые ограничения»<sup>35</sup>,  
10 Как говорит пословица: *исключения подтверждают правило.*

Эпсилон (к Каппе). Кто этот путаник? Ему следовало бы немного поучиться логике.

Каппа (к Эпсилону). И узнать кое-что об неевклидовых плоских треугольниках.

Дельта. Хотя мне и трудно, но я должен предсказать, что в этой дискуссии, вероятно, я и Альфа окажемся на одной стороне. Мы оба аргументировали, исходя из той основы, что предложение может быть или  
20 ложным или правильным, и расходились лишь в том, будет ли, в частности, правильной или ложной эйлера теорема. Но Сигма хочет, чтобы мы допустили третью категорию предложений, которые «в принципе» верны, но «в некоторых случаях допускают исключения». Согласиться с мирным сосуществованием теорем и исключений, значит допустить в математике хаос и смуту.

Альфа. Согласен.

Эта. Я не хотел мешать блестящей аргументации  
30 Дельты, но теперь я думаю, что, может быть, будет полезно, если я кратко расскажу историю *моего* интеллектуального развития. В мои школьные годы я сделался, как вы сказали бы, устранителем монстров не для защиты против людей типа Альфы, но для защиты против типа Сигмы. Я припоминаю прочитанное в журнале относительно теоремы Эйлера: «Блестящие математики предложили доказательства всеобщей  
35 правильности этой теоремы. Однако она допускает

<sup>35</sup> [13, с. 347, 349].



исключения... Необходимо обратить внимание на эти исключения, так как даже новейшие авторы не всегда ясно признают их»<sup>36</sup>. Эта статья не была изолированным дипломатическим упражнением. «Хотя в учебниках и лекциях по геометрии всегда указывается, что прекрасная теорема Эйлера  $V + F = E + 2$  в некоторых случаях имеет «ограничения», или «не кажется правильной», но еще никто не узнал истинной причины этих исключений»<sup>37</sup>. Я очень внимательно рассмотрел эти «исключения» и пришел к выводу, что они не соответствуют правильному определению рассматриваемых предметов. Таким образом, можно восстановить в правах доказательство теоремы; тогда хаотическое сосуществование теорем и исключений исчезнет.

**Альфа.** Хаотическая позиция Сигмы может служить объяснением вашего устранения монстров, но никак не извинением, не говоря уже об оправдании. Почему не исключить хаос принятием верительных грамот контрпримера и отбросить и «теорему» и «доказательство»?

**Эта.** А почему я должен отбрасывать доказательство? Я не могу видеть в нем ничего неправильного. А вы можете? Мое устранение монстров мне кажется

<sup>36</sup> [56, с. 13]. Гессель снова открыл в 1832 г. «исключения» Люилье. Работу Люилье [77] он прочел как раз после отправки своей рукописи. Однако он решил не требовать назад своей работы, хотя большая часть ее результатов уже оказалась опубликованной ранее; он думал, что острое его статьи должно быть направлено против «новейших авторов», игнорирующих эти исключения. Случилось, между прочим, что одним из этих авторов был издатель журнала, в который Гессель послал свою статью, а именно Крелле. В своем курсе он «доказал», что теорема Эйлера верна для всех многогранников [28, т. II, с. 668–671].

<sup>37</sup> [80, с. 49]. Маттисен говорит здесь о «Lehrbuch der Geometrie» Heis'a и Eschweiler'a и о «Lehrbuch der Stereometrie» Grunert'a. Маттисен, однако, решил эту задачу не как Эта, устранением монстров, а их исправлением, как Ро.

ся более рациональным, чем ваше устранение доказательств.

Учитель. Наши дебаты показали, что устранение монстров может получить более симпатизирующую аудиторию, если оно будет исходить из дилеммы Эты. Но вернемся к Бете и Сигме. Ведь это Бета перекрестил контрпримеры в исключения. Сигма согласился с Бетой...

Бета. Я рад, что Сигма согласился со мной, но боюсь, что я не могу согласиться с ним. Конечно, существуют три типа предложений: правильные, безнадежно неправильные и неправильные, но подающие надежду. Этот последний вид может быть улучшен и возведен в степень правильных при помощи добавления ограничивающих положений, устанавливающих исключения. Я никогда не «приписываю формулам неограниченную область правильности. В действительности большая часть формул справедлива только при выполнении некоторых условий. Определение этих условий и, конечно, уточнение смысла употребляемых терминов заставляют у меня исчезать всякую неопределенность»<sup>38</sup>. Как видите, я не являюсь сторонником любой формы мирного сосуществования между неисправленными формулами и исключениями. Я исправляю мои формулы и делаю их *совершенными*, вроде стоящих в первом классе Сигмы. Это значит, что я принимаю метод устранения монстров, поскольку он может служить для установления *области правильности первоначальной догадки*; но *отбрасываю его*, если он действует как лингвистический трюк для спасения «изящных» теорем при помощи ограничивающих положений. Эти два вида функционирования метода Дельты должны быть строго разделены. Мой метод, для которого характерен только первый способ функционирования, мне хотелось бы назвать *«методом устранения исключений»*. Я буду использовать его для точного определения области, в которой является правильной догадка Эйлера.

<sup>38</sup> Это из введения Коши к его знаменитой книге [21].



Учитель. Какую же «точно определенную область» эйлеровых многогранников вы обещаете нам? И какова ваша «совершенная формула»?

Бета. *Для всех многогранников, не имеющих полостей (вроде пары куб в кубе) и туннелей (как рама 5 картины),  $V - E + F = 2$ .*

Учитель. Вы уверены?

Бета. Да, вполне.

Учитель. А как быть с тетраэдрами-близнецами?

Бета. Извините. *Для всех многогранников, которые не имеют полостей, туннелей и «кратной структуры»*<sup>39</sup>.

Учитель. Вижу. Я согласен с тем, что вы исправляете догадку, вместо того чтобы просто принять или не принять ее. Я считаю, это лучше и метода устранения монстров, и метода сдачи. Однако у меня есть два 15 возражения. *Во-первых*, я оспариваю вашу уверенность в том, что ваш метод не только улучшает, но даже «совершенствует» догадку, что он делает ее «строго правильной», что он «заставляет исчезнуть все неопределенности», Но *ad hoc*-ность вашего ме- 20

<sup>39</sup> Люилье и Жергонн были, по-видимому, уверены, что список Люилье содержит все исключения. Во введении к этой части работы мы читаем: «Каждый может легко убедиться, что теорема Эйлера справедлива вообще для всех многогранников, будут ли они выпуклыми, или нет, за исключением специально указанных случаев» [77, с. 177)]. Затем в примечаниях Жергонна мы опять читаем: «...указанные исключения, по-видимому, являются единственными возможными» (ibid., с. 188). Но в действительности Люилье пропустил тетраэдров-близнецов, которые впервые были замечены только через двадцать лет Гесселем [56]. Стоит отметить, что некоторые ведущие математики, даже математики с живым интересом к методологии, вроде Жергонна, могли верить, что можно полагаться на метод устранения исключений. Эта уверенность аналогична «методу деления» в индуктивной логике, согласно, которому для явлений может быть произведено полное перечисление возможных объяснений, и что вследствие этого метод *experimentum crucis*, исключающий все объяснения, кроме одного, *доказывает* это последнее.



тогда уничтожает его шансы на достижение уверенности в истине.

Бета. В самом деле?

- Учитель. Вы должны допустить, что каждая новая версия вашего предположения является лишь придуманным *ad hoc* средством исключения только что возникшего контрпримера. Когда вы напали на куб в кубе, вы исключили многогранники с *полостями*. Когда вам удалось заметить картинную раму, вы исключили многогранники с *туннелями*. Я ценю ваш открытый и наблюдательный ум; заметить все эти исключения, конечно, очень хорошо, но я думаю, что все же стоило бы внести некоторый метод в ваше слепое отыскивание «исключения». Хорошо, допустим, что положение «все многогранники являются эйлеровыми» является только догадкой. Но зачем же статус теоремы, которая более уже не является догадкой, давать положению, что «все многогранники без полостей, туннелей и еще чего-нибудь являются эйлеровыми»? Как вы можете быть уверенным, что перечислили *все* исключения?

Бета. Можете ли дать одно, которое я не учел бы?

Альфа. А что вы скажете о моем «морском еже»?

Гамма. И о моем цилиндре?

- Учитель. Мне даже не нужно какое-нибудь конкретное новое «исключение» для моей аргументации. Мой аргумент касается только *возможности* дальнейших исключений.

- Бета. Конечно, вы, может быть, правы. Не нужно сразу менять своей позиции при появлении какого-нибудь нового контрпримера. Не нужно говорить: «Если в явлениях не находится ни одного исключения, то заключение может быть высказано в общем смысле. Но если в дальнейшем появится какое-нибудь исключение, то тогда можно будет начать высказывать его с тем исключением, которое появилось»<sup>40</sup>. Дайте подумать. Сначала мы высказали догадку, что  $V - E + F = 2$  годится для *всех* многогранников, по-

<sup>40</sup> [87, p. 380].



тому что мы нашли его верным для кубов, октаэдров, пирамид и призм. Мы, конечно, не можем принять «этот несчастный путь заключения от частного к общему»<sup>41</sup>. Ничего нет удивительного в том, что исключения появляются; скорее поразительно то, что раньше 5 их не было найдено много больше. По-моему, это произошло оттого, что мы главным образом занимались выпуклыми многогранниками. Как только появились другие многогранники, так наше обобщение уже перестало годиться<sup>42</sup>. 10

Так, вместо постепенного отбрасывания исключений я скромно, но с надежностью проведу граничную

<sup>41</sup> [3]. Критика Абеля, по-видимому, направлена против эйлера индуктивизма.

<sup>42</sup> Это тоже парафраз из цитированного письма, в котором Абель заботился об устранении исключений из общих «теорем» относительно функций и об установлении таким образом абсолютной строгости. Его оригинальный текст (вместе с предыдущей цитатой) таков: «В высшем анализе очень мало предложений доказано с окончательной строгостью. *Везде встречаешься с этим несчастным путем заключения от частного к общему* и можно удивляться, что этот процесс только очень редко приводит к тому, что называется парадоксом. Конечно, очень интересно посмотреть, в чем тут причина. По моему мнению, причина заключается в том, что *аналитики большей частью занимались функциями, которые могут быть выражены степенными рядами. Как только появляются другие функции, что, конечно, встречается очень редко, движение вперед не происходит*, так как начинают получаться ложные заключения, следует бесчисленное множество ошибок, из которых одна подпирает другую...» (курсив мой. – Авт.). Пуансо нашел, что в теории многогранников, а также в теории чисел индуктивное обобщение «часто» терпит крушение: «В большей части свойства являются индивидуальными и не подчиняются какому-нибудь общему закону» [96, § 45]. Интригующая характеристика этой осторожности к индукции заключается в том, что отдельные крушения приписываются тому обстоятельству, что вся совокупность (фактов, чисел, многогранников), конечно, содержит удивительные исключения.

линию — «Все выпуклые многогранники являются эйлеровыми»<sup>43</sup>. И я надеюсь, вы согласитесь, что в этом нет ничего гадательного, это уже будет теоремой.

Гамма. А как с моим цилиндром? Ведь он выпуклый?

5 Бета. Это шутка!

Учитель. Забудем на момент об этом цилиндре. Некоторые критические замечания можно выставить даже и без цилиндра. В этой новой видоизмененной версии метода устранения исключений, который так  
10 бодро выдумал Бета в ответ на мою критику, постепенный отход заменен стратегическим отступлением в область, которая, как думают, для данной догадки будет твердыней. Вы стремитесь к безопасности. Но так ли вы безопасны, как думаете? У вас нет никаких  
15 гарантий, что внутри вашей твердыни не найдется никаких исключений. Кроме того, есть и противоположная опасность. Может быть, вы слишком радикально отступили, оставив за стеной большое количество эйлеровых многогранников? Наша первоначальная догадка могла быть чрезмерным утверждением, но ваш  
20 «усовершенствованный» тезис, по-моему, очень сильно смахивает на утверждение с недостатком; и все же вы не можете быть уверены, что он также не будет чрезмерным утверждением.

25 Мне также хотелось бы выставить мое *второе* возражение: вы в своей аргументации забываете о до-

<sup>43</sup> Это опять очень близко подходит к методу Абеля. Таким же путем область «подозрительных» теорем о функциях Абель ограничил степенными рядами. В истории догадки Эйлера такое ограничение выпуклыми многогранниками было весьма обычным. Лежандр, например, дав свое общее определение многогранников, предлагает доказательство, которое, с одной стороны, неприменимо ко всем его многогранникам вообще, а с другой, применимо ко многим невыпуклым. Тем не менее в дополнительном примечании мелким шрифтом (может быть, эта мысль появилась после того, как он натолкнулся на никем ранее не сформулированное исключение) он скромно, но безопасно отступает к выпуклым многогранникам [76, с. 161, 164, 228].

казательстве; делая предположение относительно области правильности догадки, по-видимому, вы совсем не нуждаетесь в доказательстве. Конечно, вы не думаете, что доказательства являются излишними?

Бета. Этого я никогда не говорил.

Учитель. Да, этого вы не сказали. Но вы открыли, что наше доказательство не доказывает нашей первоначальной догадки. А будет ли оно доказывать вашу исправленную догадку? Скажите же мне это<sup>44</sup>.

<sup>44</sup> Многих работающих математиков смущает вопрос, чем же являются доказательства, если они не могут доказывать. С одной стороны, они знают из опыта, что доказательства могут быть ошибочными, а с другой, — по своему догматистскому углублению в доктрину они знают, что *подлинные* доказательства должны быть безошибочными. *Математики-прикладники* обычно решают эту дилемму застенчивой, но крепкой верой, что доказательства *чистых математиков* являются «полными» и что они *действительно* доказывают. Чистые математики, однако, знают лучше — они уважают только «полные доказательства», которые даются *логиками*. Если же их спросить, какова же польза или функция их «неполных доказательств», то они большей частью теряются. Например, Харди имел большое почтение к требованию логиками формальных доказательств, но когда захотел охарактеризовать математическое доказательство, «как мы работающие математики его знаем», то он сделал это следующим образом: «Строго говоря, такой вещи, как математическое доказательство, не существует; все, что мы можем сделать в конце анализа, это только показать: ...доказательства представляют то, что Литтлвуд и я называем *газом*, риторическими завитушками, предназначенными для воздействия па психологию, картинками на доске во время лекции, выдумками для стимулирования воображения учеников» [51, с. 18]. Уайльдер думает, что доказательство представляет «только процесс испытания, которому мы подвергаем внушения нашей интуиции» [137, с. 318]. Пойя указывает, что доказательства, даже если они неполны, устанавливают связи между математическими фактами и это помогает нам удерживать их в нашей памяти: доказательства дают мнемотехническую систему [98, с. 190–191].

5



Бета. Ну...

Эта. Благодарю вас, сэр, за этот аргумент. Смущение Беты ясно обнаруживает превосходство опороченного метода устранения уродств. Ведь мы говорим, что

5 доказательство доказывает то, что было предложено доказать, и наш ответ совершенно недвусмыслен. Мы не позволяем своенравным контрпримерам свободно уничтожать респектабельные доказательства, даже если они переодеваются в скромные «исключения».

- 10 Бета. Я ничуть не смущен тем, что мне приходится разработать, исправить и — извините меня, сэр, — *усовершенствовать* мою методологию под стимулом критики. Мой ответ таков. Я отбрасываю первоначальную догадку как ложную, потому что для нее
- 15 имеются исключения. Также я отбрасываю и доказательство, потому что те же исключения, по крайней мере для одной из лемм, будут тоже исключениями (по вашей терминологии это значит, что глобальный контрпример является необходимо и локальным).
- 20 Альфа остановился бы на этом месте, так как опровержения, по-видимому, вполне удовлетворяют его интеллектуальным способностям. Но я иду дальше. Подходящим ограничением *сразу* и догадки и доказательства их собственной областью я совершенствую *догадку*, которая теперь становится *истинной*,
- 25 и совершенствую в своей основе здоровое *доказательство*, которое становится теперь *строгим* и, очевидно, уже не будет содержать ложных лемм. Например, мы видели, что не все многогранники после устранения одной грани могут быть растянуты на плоскости
- 30 в плоскую фигуру. Но это может быть сделано со всеми выпуклыми многогранниками. Поэтому мою усовершенствованную и строго доказанную догадку я имею право назвать *теоремой*. Я снова формулирую
- 35 ее: «*Все выпуклые многогранники являются эйлеровыми*». Для выпуклых многогранников все леммы будут, очевидно, истинными и доказательство, которое в его ложной всеобщности не было строгим, в ограниченной области выпуклых многогранников станет
- 40 строгим. Итак, сэр, я ответил на ваш вопрос.

Учитель. Итак, леммы, которые когда-то выглядели очевидно истинными до открытия исключения, будут опять выглядеть очевидно истинными, ...пока не открыто новое исключение. Вы допускаете, что положение: «Все многогранники являются эйлеровыми» 5 было догадкой; вы только что допустили, что «Все многогранники без полостей и туннелей являются эйлеровыми» было тоже догадкой, почему же не допустить, что «Все выпуклые многогранники являются эйлеровыми» может тоже оказаться догадкой! 10

Бета. На этот раз не *догадкой*, а *интуицией*!

Учитель. Я ненавижу вашу претенциозную «интуицию». Я уважаю сознательную *догадку*, потому что она происходит от лучших человеческих качеств: смелости и скромности. 15

Бета. Я предложил теорему: «Все выпуклые многогранники являются эйлеровыми». Против нее вы произнесли речь. Можете ли вы предложить контрпример?

Учитель. Вы не можете быть уверены, что я этого не сделаю. Вы *улучшили* первоначальную догадку, но вы не можете требовать признания, что *усовершенствовали* эту догадку, чтобы достичь совершенной строгости в вашем доказательстве. 20

Бета. А *вы* это можете?

Учитель. Я тоже не могу. Но я думаю, что мой метод 25 улучшения догадок будет улучшением вашего, так как я устанавливаю единство, настоящее взаимодействие между доказательствами и контрпримерами.

Бета. Я готов учиться.

### г) Метод исправления монстров

Ро. Сэр, могу я мимоходом сказать несколько слов? 30

Учитель. Пожалуйста.

Ро. Я согласен, что мы должны отбросить данный Дельтой метод устранения монстров как общий методологический подход, потому что этот метод не рассматривает монстры серьезно. Бета тоже не рассматривает 35



свои «исключения» серьезно; он просто составляет их список, а потом уходит в безопасную область. Таким образом, оба эти метода интересны только в ограниченном, привилегированном поле. Мой метод не практикует дискриминации. Я могу показать, что «при более пристальном рассмотрении исключения становятся лишь кажущимися и теорема Эйлера сохраняет свою силу даже для так называемых исключений»<sup>45</sup>.

Учитель. В самом деле?

10 Альфа. А как может быть обыкновенным эйлеровым многогранником мой третий контрпример «морской еж»? (См. рис. 7.) В качестве граней он имеет 12 звездчатых пятиугольников.

Ро. Я не вижу никаких «звездчатых пятиугольников».

15 Разве вы не видите, что в действительности этот многогранник имеет обыкновенные треугольные грани. Их всего 60. Он имеет также 90 ребер и 32 вершины. Его «эйлерова» характеристика равна 2<sup>46</sup>. Двенадцать «звездчатых пятиугольников», их 30 «ребер» и 12 «вершин», дающих характеристику 6, существуют только в вашей фантазии. Существуют не монстры, а только монстролюбивые толкования. Нужно очистить свой ум от извращенных иллюзий, надо научиться видеть и правильно определять, что видишь. Мой метод терапевтический: там, где вы — ошибочно — «видите» контрпример, я учу вас узнавать — правильно — простой пример. Я исправляю ваше монстролюбивое зрение<sup>47</sup>.

<sup>45</sup> [80].

<sup>46</sup> Аргументация, что «морской еж» является «в действительности» обыкновенным прозаическим эйлеровым многогранником с 60 треугольными гранями, 90 ребрами и 32 вершинами — «un hexacontaedre sans epithete» — была выставлена крепким бойцом за правильность эйлеровой теоремы Жонкьером [66, р. 115]. Однако идея понимания неэйлеровых звездчатых многогранников, как эйлеровых многогранников, состоящих из треугольников, не исходит от Жонкьера, но имеет драматическую историю. См. прим. 48.

<sup>47</sup> Ничто не может быть более характерным для догматистской теории познания, как ее теория ошибок. Действительно,



Альфа. Сэр, пожалуйста, объясните ваш метод, прежде чем Ро выстирает наши мозги<sup>48</sup>.

если некоторые истины очевидны, то нужно объяснить, каким образом кто-нибудь может в них ошибаться, иными словами, почему истины не бывают для всех очевидными. Каждая догматистская теория познания в соответствии со своей частной теорией ошибок предлагает свою частную терапию для очистки мозга от ошибок. Ср. [108, Введение].

<sup>48</sup> Пуансо наверняка выстирал свои мозги когда-то между 1809 и 1858 годами. Ведь как раз Пуансо снова открыл звездчатые многогранники, впервые проанализировал их с точки зрения эйлеровости и установил, что некоторые из них, вроде нашего малого звездчатого додекаэдра, не удовлетворяют формуле Эйлера [96]. И вот этот самый Пуансо категорически утверждает в своей работе [97], что формула Эйлера «верна не только для выпуклых многогранников, но и для любого какого угодно многогранника, включая и звездчатые». На с. 67 Пуансо для звездчатых многогранников употребляет термин «polyedres d'espece superieure». Противоречие очевидно. Как его объяснить? Что случилось с *контрпримером* — звездчатым многогранником? Ключ лежит в первой, невинно выглядящей сентенции статьи: «Всю теорию многогранников можно привести к теории многогранников с треугольными гранями». Иными словами, Пуансо-Альфа после стирки мозгов превратился в Пуансо-Ро; теперь он видит одни лишь треугольники там, где раньше видел звездчатые многоугольники; теперь он видит только примеры там, где раньше видел контрпримеры. Самокритика, должно быть, производилась потихоньку, скрыто, так как в научной традиции не существует образцов для выполнения таких поворотов. Можно только задуматься, встретились ли ему когда-нибудь кольцеобразные грани, и если да, то сумел ли он сознательно перетолковать их своим треугольным зрением.

Изменение зрения не всегда действует в том же самом направлении. Например, Беккер в своей работе [10], увлеченный новосозданными понятиями одно- и многосвязных областей [113], допускал кольцеобразные многоугольники, но остался слепым по отношению к звездчатым (с. 66). Через пять лет



Учитель. Пусть он продолжает.

Ро. Я уже высказал, что хотел.

Гамма. Не могли бы вы поговорить подробнее относительно вашей критики метода Дельты? Вы оба заклинали монстров...

Ро. Дельта попался в плен ваших галлюцинаций. Он согласился, что наш «морской еж» имеет 12 граней, 30 ребер и 12 вершин и не является эйлеровым. Его тезис заключался в том, что «морской еж» даже не является многогранником. Но он ошибся в том и другом смысле. Ваш «морской еж» является и *многогранником* и притом *эйлеровым*. Но его звездчато-многогранное понимание было неправильным толкованием. С вашего разрешения, это не воздействие «морского ежа» на здоровый чистый ум, но искаженное воздействие на больной ум, корчащийся в муках<sup>49</sup>.

после этой статьи, в которой претендовал на «окончательное» решение задачи, он расширил свое зрение и снова увидел звездчато-многоугольные и звездчато-многогранные фигуры там, где раньше видел лишь треугольники и треугольные многогранники [11].

<sup>49</sup> Это часть стоической теории ошибок, приписываемой Хрисиппу (см. [4]); также [2]). По теории стоиков «морской еж» составляет часть внешней действительности, которая производит впечатление на нашу душу: это *phantasia* или *visum*. «Умный человек не должен допускать некритического принятия (*synkatathesis* или *adsensus*) *phantasia*, пока она не созреет в ясную и определенную идею (*phantasia kataleptike* или *comprehensio*), чего она не может сделать, если является ложной. Совокупность ясных и определенных идей образует науку (*episteme*). В нашем случае воздействие «морского ежа» на мозг Альфы будет малым звездчатым додекаэдром, а на мозг Ро — треугольным гексакоптаэдром. Ро хочет претендовать на то, что звездчато-многогранное зрение Альфы, вероятно, не сможет созреть в ясную и определенную идею, очевидно, потому, что оно опровергает «доказанную» формулу Эйлера. Таким образом, звездчато-многогранное толкование отпадет, и ясным и определенным станет его «единственная» альтернатива, а именно треугольное толкование.

Каппа. Но как вы можете отличать здоровые мозги от больных, рациональные толкования от уродливых?<sup>50</sup>

Ро. А меня только удивляет, как вы можете их смешивать.

Сигма. А вы, Ро, действительно думаете, что Альфа никогда не замечал, что его «морской еж» мог быть истолкован как треугольный многогранник? Конечно, он мог это заметить. Но более внимательный взгляд открывает, что эти треугольники всегда лежат по пяти в одной плоскости и окружают в телесном угле правильный пятиугольный тайник — как бы их сердце. Но пять правильных пятиугольников составляют так называемую пентаграмму, которая, по словам Теофраста Парацельса, была знаком здоровья...<sup>51</sup>

Ро. Суеверие!

Сигма. И вот таким образом для *здорового* ума открывается тайна «морского ежа»: это новое до сих пор еще неведомое правильное тело с правильными гранями и равными телесными углами, красота симметрии которого может открыть нам тайны всеобщей гармонии...<sup>52</sup>

Альфа. Благодарю вас, Сигма, за вашу защиту, которая еще раз убеждает меня, что оппоненты могут причинить меньше помех, чем союзники. Конечно, мою многогранную фигуру можно толковать или как треугольный или как звездчатый многогранник. Я согласен одинаково допустить оба толкования...

Каппа. Вы согласны?

Дельта. Но, конечно, одно из них будет *истинным* толкованием.

Альфа. Я согласен одинаково допустить оба толкования, но одно из них наверняка будет глобальным контрпримером для догадки Эйлера. Зачем же допус-

<sup>50</sup> Это стандартная критика скептиков в адрес стойков, претендовавших на то, что они могут отличить *phantasia* от *phantasia kataleptike* (см. [2, т. I, 405]).

<sup>51</sup> [70, кн. II, предложение XXVI].

<sup>52</sup> Это точное изложение взглядов Кеплера.



каль только то толкование, которое «хорошо подходит» к предвзятым мнениям По? Во всяком случае, сэр, не объясните ли вы нам теперь ваш метод?

*д) Улучшение догадки  
методом включения лемм.  
Рожденная доказательством  
теорема против наивной догадки*

Учитель. Вернемся к раме картины. Во-первых, я признаю, что она является настоящим глобальным контрпримером для эйлеровой догадки, а также настоящим локальным контрпримером для первой леммы моего доказательства.

Гамма. Извините меня, сэр, но каким образом рама картины опровергает первую лемму?

Учитель. Выньте сначала одну грань, а потом попробуйте растянуть ее в плоскую фигуру на доске. Вам это *не* удастся.

Альфа. Чтобы помочь вашему воображению я скажу, что после вынимания грани вы можете растянуть оставшееся на доске у тех и только тех многогранников, которые надуванием возможно превратить в шар.

Очевидно, что такой «сферический» многогранник можно растянуть на плоскости, когда одна грань будет вынута; также очевидно, что и, наоборот, если многогранник без одной грани можно растянуть на плоскости, то вы можете согнуть его так, чтобы он мог обтянуть круглый сосуд, который затем можно закрыть недостающей гранью, и таким образом получить сферический многогранник. Но нашу картинную раму никак нельзя надуть так, чтобы она обратилась в шар; она может обратиться только в тор.

Учитель. Хорошо. Теперь вопреки Дельте я принимаю эту картинную раму в качестве критики для догадки. Поэтому я устранию как ложную первоначальную форму догадки, но сразу же выдвигаю видоизмененную



ограничивающую версию, а именно догадка Декарта–Эйлера справедлива для «простых» многогранников, т. е. для таких, которые после выемки одной грани могут быть растянуты на плоскости. Таким образом, из первоначальной гипотезы мы кое-что спасли. Мы 5 имеем: *эйлерова характеристика простого многогранника равна 2*. Этот тезис не может быть опровергнут ни кубом в кубе, ни тетраэдрами-близнецами или звездчатыми многогранниками, так как ни одно из этих тел не будет «простым». Таким образом, 10 если метод устранения исключений уменьшал область применимости основной догадки и подозрительной леммы, сводя их к общей безопасной области, и поэтому принимал контрпример как критику и основной догадки и доказательства, то мой метод включения 15 лемм сохраняет доказательство, но ограничивает область правильности основной догадки, сводя ее к истинной области подозрительной леммы. Иначе, если контрпример, являющийся одновременно и глобальным и локальным, заставлял устранителя исключений пересмотреть как леммы, так и первоначальную догадку, то меня он заставляет пересмотреть первоначальную догадку, но не леммы. Вы понимаете? 20 Альфа. Думаю, что да. Для доказательства, что я понимаю, я опровергну вас<sup>53</sup>. 25

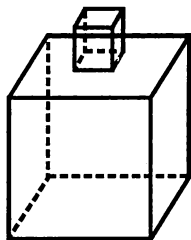


рис. 12.

<sup>53</sup> Я напомню, что Поппер различал три уровня понимания. Самый низший — это приятное чувство, что понял аргументацию. Средний уровень — это когда можешь повторить ее. Высший уровень — когда можешь опровергнуть ее.



Учитель. Мой метод или мою исправленную догадку?

Альфа. Вашу исправленную догадку.

Учитель. Тогда, может быть, вы все же не понимаете моего метода. Но давайте ваш контрпример.

5 Альфа. Рассмотрим куб с маленьким кубом, поставленным сверху (рис. 12). Это согласно со всеми нашими определениями (*определения 1, 2, 3, 4, 4'*). Следовательно, это будет настоящим многогранником. И он «простой», так как может быть растянут на плоскости. Таким образом, согласно вашей исправленной догадке, его эйлерова характеристика должна быть равна 2. Тем не менее, он имеет 16 вершин, 24 ребра и 11 граней, и его эйлерова характеристика будет  $16 - 24 + 11 = 3$ . Это будет глобальным контрпримером для вашей исправленной догадки и также, между прочим, для первой теоремы Беты, «устраняющей исключения». Этот многогранник *не будет* эйлеровым, хотя он не имеет ни полостей, ни туннелей, ни кратной структуры.

15 Дельта. Этот увенчанный куб назовем *контрпримером 6*<sup>54</sup>.

<sup>54</sup> Контрпример 6 был замечен Люилье [77, с. 186]; Жергонн сразу принял новизну его открытия. Но почти через пятьдесят лет Пуансо не слышал о нем [97], а Маттисен [80] и восьмьюдесятью годами позже де Жонкьер [66] рассматривали его как монстр. Прimitивные устранители девятнадцатого века присоединили его к списку других исключений в качестве курьеза: «В качестве первого примера обыкновенно показывают случай трехгранной пирамиды, прикрепленной к грани тетраэдра так, чтобы ни одно ребро первой не совпадало с ребром второй. «Довольно странно, что в этом случае  $V - E + F = 3$ , — вот что написано в моем учебнике для коллегей. И этим кончилось дело» [80, с. 449]. Современные математики стремятся забыть о кольцеобразных гранях, которые могут быть несущественными для классификации трубопроводов, но могут получить значение в других контекстах. Штейнгауз говорит в своей книге [127]: «Разделим глобус на  $F$  стран (мы будем рассматривать моря и океаны как землю). Тогда при любом

Учитель. Вы сделали ложной мою исправленную догадку, но *не* уничтожили моего метода улучшения. Я снова пересмотрю доказательство и постараюсь узнать, почему оно не подходит к вашему многограннику. В доказательстве должна быть еще одна неправильная лемма. 5

Бета. Ну, конечно, так и есть. Я всегда подозревал вторую лемму. Она предполагает, что в триангуляционном процессе, проводя новое диагональное ребро, вы всегда увеличиваете на единицу числа и ребер и граней. 10 Это неверно. Если мы посмотрим на плоскую сетку нашего увенчанного куба, то найдем кольцеобразную грань (рис. 13, а). В этом случае одно диагональное ребро не увеличит числа граней (рис. 13, б); нужно увеличить число ребер на два, чтобы число граней увеличилось на единицу (рис. 13, в). 15

Учитель. Примите мои поздравления. Я, конечно, должен еще больше ограничить нашу догадку...

Бета. Я знаю, что вы хотите сделать. Вы скажете, что *простые многогранники с треугольными гранями будут эйлеровыми*. Вы сохраните триангуляционный процесс и включите эту лемму в условия. 20

Учитель. Нет, вы ошибаетесь. Прежде чем конкретно указать вашу ошибку, мне хочется остановиться на вашем методе устранения исключений. Когда вы сводите вашу догадку к «безопасной» области, вы по-настоящему не рассматриваете доказательства и действительно для вашей цели это не нужно. Вам достаточно будет лишь сделать небрежное замечание, что в вашей ограниченной области будут справедливы все леммы, какими бы они ни были. Но для меня этого недостаточно. Ту самую лемму, которая была 25 30

---

политическом положении мы будем иметь  $V + F = E + 2$ » (с. 273). Но вряд ли можно думать, что Штейнгауз уничтожит Сан-Марино или Западный Берлин просто потому, что их существование опровергает теорему Эйлера. (Конечно, он может избежать того, чтобы озера, вроде Байкала, сделались странами, если назовет их озерами, так как он сказал, что только моря и океаны могут быть рассматриваемы как страны.)



опровергнута контрпримером, я *встраиваю* в догадку, так что мне нужно отметить ее и сформулировать насколько возможно точно на основании тщательного анализа доказательства. Таким образом, опровергнутая лемма включается в исправленную догадку. Ваш метод не заставляет вас производить очень трудную *разработку доказательства*, так как в вашей исправленной догадке доказательство не появляется, как в моей. Теперь я возвращаюсь к вашему теперешнему замечанию. Опровергнутая кольцеобразной гранью лемма не формулировалась, как вы, по-видимому, думаете, что «*все грани треугольны*», но что «*всякая грань, рассеченная диагональным ребром, распадается на две части*». Вот эту-то лемму я и превращаю в условие. Удовлетворяющие ему грани я называю «односвязными» и могу сделать второе улучшение моей первоначальной догадки: «*для простого многогранника, у которого все грани односвязны,  $V - E + F = 2$* ». Причина вашего быстрого неправильного утверждения заключалась в том, что ваш метод не приучил вас к тщательному анализу доказательства. Этот анализ бывает иногда довольно тривиальным, но иногда действительно очень труден.

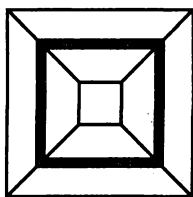
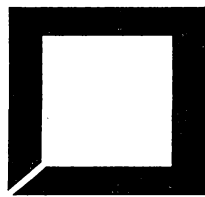
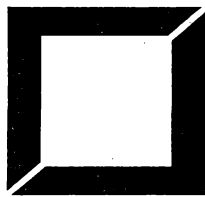


рис. 13. а



б



в

Бета. Я понимаю вашу идею. Я тоже должен добавить самокритическое замечание к вашим словам, так как мне кажется, что они открывают целый континуум положений для устранения исключений. В самом худшем случае просто устраняются некоторые исключения и не обращается никакого внимания на доказательство. Мистификация получается, когда мы отдельно имеем доказательство и также отдельно ис-



ключения. В мозгу таких примитивных устрани-  
 телей исключений доказательства и исключения помещают-  
 ся в двух совершенно разделенных помещениях. Дру-  
 гие могут теперь указать, что доказательство будет  
 действительным только в ограниченной области, в 5  
 чем, по их мнению, и заключается раскрытие тайны.  
 Но все же их «условия» для идеи доказательства бу-  
 дут посторонними<sup>55</sup>. Лучшие устрани-  
 тели исключений бросают беглый взгляд на доказательство и, как  
 я в настоящую минуту, получают некоторое вдох- 10  
 новение для формулировки условий, определяющих  
 безопасную область. Самые лучшие устрани-  
 тели исключений производят тщательный анализ доказательства  
 и на этом основании дают очень тонкое ограничение  
 запрещенной площади. В этом отношении наш метод 15  
 действительно представляет предельный случай ме-  
 тода устранения исключений...

Йота. ...и обнаруживает фундаментальное диалекти-  
 ческое единство доказательств и опровержений.

Учитель. Я надеюсь, что теперь вы все видите, что 20  
 доказательства, хотя иногда правильно и не *доказыва-  
 вают*, но определенно помогают *исправить* (improve)  
 нашу догадку<sup>56</sup>. *Устранители исключений тоже ис-  
 правляли ее, но исправление было независимым от  
 доказательства* (proving). *Наш метод исправляет* 25

<sup>55</sup> «Мемуар Люилье состоит из двух совершенно *различных*  
 частей. В первой автор предлагает первоначальное доказатель-  
 ство теоремы Эйлера. Во второй он ставит цель указать исклю-  
 чения, которые имеет эта теорема» (Примечание Жергонна к  
 статье Люилье в [77, с. 172]. Выделено мной.— Авт.).

Захариас дает не критическое, но верное описание тако-  
 го разделения на два помещения: «В XIX столетии геометры,  
 кроме нахождения новых доказательств теоремы Эйлера, за-  
 нимались установлением исключений, которые эта теорема  
 представляет в некоторых условиях. Такие исключения были,  
 между прочим, установлены Пуансо. Люилье и Гессель по-  
 пытались дать классификацию исключений...» [138, с. 1052].

<sup>56</sup> Харди, Литтлвуд, Уайльдер, Пойя, по-видимому, упус-  
 тили это из виду (см. прим. 44).



*доказывая* (improves by proving). *Внутреннее единство между «логикой открытия» и «логикой оправдания» является самым важным аспектом метода инкорпорации лемм.*

5 **Бета.** И, конечно, теперь я понимаю ваши предыдущие удивившие меня замечания, что вы не смущаетесь, если догадка будет одновременно и «доказана» и опровергнута, а также, что вы готовы доказать даже неправильную догадку.

10 **Каппа** (в сторону). Но зачем же называть «доказательством» (proof) то, что фактически является «исправлением» (improof)?

**Учитель.** Обратите внимание, что немногие люди захотят разделить эту готовность. Большая часть математиков вследствие укоренившихся эвристических догм неспособны к одновременному доказательству и опровержению догадки. Они будут *или* доказывать,

15 *или* опровергать ее. В особенности они не способны опровержением исправлять догадки, если эти последние будут их собственными. *Они хотят исправлять свои догадки без опровержений; они никогда не уменьшают неправильности, но непрерывно увеличивают истинность; таким образом рост знания они очищают от ужаса контрпримеров.* Может быть, это и

20 является основой подхода лучшего сорта устранителей исключений; они *начинают* со «стремления к безопасности» и придумывают доказательство для «безопасной» области, а *продолжают* работу, подвергая это доказательство глубокому критическому

30 исследованию, испытывая, использовали ли они все поставленные условия. Если этого нет, то они «заостряют» или «обобщают» первую скромную версию их теоремы, т. е. выделяют леммы, от которых зависит доказательство, и инкорпорируют их. Например,

35 после одного или двух контрпримеров они могут сформулировать *устраняющую исключения предварительную теорему*: «Все выпуклые многогранники являются эйлеровыми», откладывая невыпуклые объекты для *cura posterior* [дальнейшей работы —

40 *лат.*]; затем они изобретают доказательство Коши и

тогда, открывши, что выпуклость не была реально «использована» в доказательстве, они строят теорему, включающую леммы<sup>57</sup>. Нет ничего эвристически нездорового в процедуре, которая соединяет *предварительное устранение* исключений с последовательным анализом доказательства и включением лемм. 5

Бета. Конечно, эта процедура не уничтожает критику, она только отталкивает ее на задний план; вместо прямой критики чрезмерных утверждений критикуются недостаточные утверждения. 10

Учитель. Я очень рад, Бета, что убедил вас. А как вы, Ро и Дельта, думаете насчет этого?

Ро. Что касается меня, то я совершенно определенно думаю, что проблема кольцеобразных граней является псевдопроблемой. Она происходит от чудовищного истолкования того, что представляют грани и ребра этого соединения двух кубов в один, который вы называли «увенчанным кубом». 15

Учитель. Объясните.

Ро. «Увенчанный куб» представляет многогранник, состоящий из двух кубов, *припаянных* один к другому. Вы согласны? 20

Учитель. Не возражаю.

Ро. Тогда вы неправильно понимаете термин «припаянный». «Припой» состоит из ребер, связывающих вершины нижнего квадрата маленького куба с соответствующими вершинами верхнего квадрата большого куба. Поэтому вообще не существует никаких кольцеобразных граней. 25

Бета. Кольцеобразная грань здесь существует! Рассекающих ребер, о которых вы говорите, здесь нет! 30

<sup>57</sup> Этот стандартный образец является по существу единственным описанным в классической книге Пойя и Шеге: «Должно исследовать каждое доказательство, чтобы убедиться, действительно ли были использованы все предположения; нужно попытаться получить то же самое следствие из меньшего числа предположений... и удовлетвориться можно только, когда контрпримеры покажут, что границы возможного уже достигнуты» [100, с. vii].



Ро. Они только скрыты от вашего ненастрированного глаза (рис. 14, в)<sup>58</sup> ...

Бета. Неужели вы думаете, что мы всерьез примем ваши аргументы? Я вижу здесь только суеверие, а ваши «скрытые» ребра — неужели это реальность?

Ро. Посмотрите на этот кристалл соли. Скажете ли вы, что это куб?

<sup>58</sup> «Спаивание» двух многогранников при помощи скрытых ребер было выставлено в качестве аргументации Жонкьером [65, с. 171–172], который устранение монстров применяет против полостей и туннелей, а исправление — против увенчанных кубов и звездчатых многогранников. Первым протагонистом использования исправления монстров в защите теоремы Эйлера был Маттисен [80]. Он последовательно использует исправление монстров; при помощи введения скрытых ребер и граней ему удается «выяснить» всякую неэйлеровость, включая многогранники с туннелями и полостями. В то время как у Жонкьера спаивание представляет полную триангуляцию кольцеобразной грани, Маттисен спаивает с экономией, проводя лишь минимальное число ребер, превращающих грань в односвязные подграницы (рис. 14). Маттисен удивительно уверен в своем методе превращения революционных контрпримеров в хорошо исправленные буржуазные эйлеровы образцы. Он считает, что «всякий многогранник может быть так проанализирован, что будет подтверждать теорему Эйлера...». Он перечисляет предполагаемые исключения, отмеченные поверхностным наблюдателем, и затем утверждает: «В каждом таком случае мы можем показать, что многогранник имеет скрытые грани и ребра; если пересчитать их, то они делают теорему  $V - E + F = 2$  справедливой даже для этих видимых исключительных случаев».

Мысль, что при помощи проведения дополнительных ребер, или граней, некоторые неэйлеровы многогранники могут быть преобразованы в эйлеровы, происходит, однако, не от Маттисена, но от Гесселя. Последний иллюстрировал это тремя примерами, используя изящные фигуры [56, с. 14–15]. Но он использовал этот метод не для «исправления», но, наоборот, для «разъяснения исключений», показывая «совершенно аналогичные многогранники, для которых эйлеров закон справедлив».

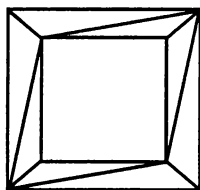
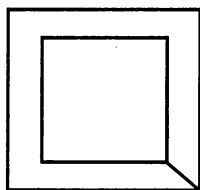
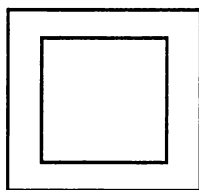


рис. 14. а



б



в

Бета. Конечно.

Ро. Куб имеет 12 ребер, не так ли?

Бета. Да, имеет.

Ро. Но на этом кубе вообще нет никаких ребер. Они скрыты. Они появляются только в нашей рациональ- 5  
ной реконструкции.

Бета. Я подумаю насчет этого. Ясно только одно. Учитель критиковал мою самоуверенную точку зре-  
ния, что мой метод приводит к определенности, а также то, что я забыл о доказательствах. Эта крити- 10  
ка вполне подойдет и к вашему «исправлению монст-  
ров», и к моему «устранению ошибок».

Учитель. А как вы, Дельта? Как вы будете заклинать  
кольцеобразные грани?

Дельта. Я не буду. Вы обратили меня в вашу веру. Я 15  
только удивляюсь, почему вы не добиваетесь полной  
уверенности и не включаете также и пренебреженную  
*третью* лемму? Я предлагаю четвертую и, надеюсь,  
окончательную формулировку: «эйлеровыми явля-  
ются все многогранники, которые будут (а) просты- 20  
ми, (б) имеют только односвязные грани и (с) таковы,  
что треугольники плоской треугольной сети, полу-  
ченной после растягивания на плоскости и триангу-  
лирования, могут быть так перенумерованы, что при  
устранении их в определенном порядке  $V - E + F$  не 25  
изменится до достижения последнего треугольника»<sup>59</sup>.

<sup>59</sup> Эта последняя лемма слишком строга. Для целей доказа-  
тельства достаточно будет заменить ее такой леммой, что «для  
получающейся после растягивания и триангулирования плос-  
кой треугольной сети  $V - E + F = 1$ ». Коши, по-видимому, не  
заметил эту разницу.



Я удивляюсь, почему вы не предложили этого сразу. Если вы действительно принимаете серьезно ваш метод, то вы *все* леммы должны превратить *непосредственно* в условия. Почему такое «постепенное построение»?

5 **Альфа.** Консерватор обратился в революционера! Ваш совет кажется мне слишком утопичным. Потому что ровно трех лемм не существует. А то почему бы не до-  
 10 бавить вместе со многими другими еще и такие: (4) «если  $1 + 1 = 2$ » и (5) «если все треугольники имеют три вер-  
 10 шины и три угла», так как мы, конечно, эти леммы тоже используем? Я предлагаю в условия превратить только те леммы, для которых был найден контрпример.

**Гамма.** Мне кажется, что принять это в качестве методологического правила будет слишком оппортуни-  
 15 стичным. Включим в целое только те леммы, против которых мы можем *ожидать* контрпримера, т. е. такие, которые, очевидно, не будут несомненно истинными.

**Дельта.** Ну, хорошо, кажется ли кому-нибудь вполне очевидной наша третья лемма? Превратим ее в тре-  
 20 тье условие.

**Гамма.** А что если операции, выраженные леммами нашего доказательства, не будут все независимыми? Если выполнимы некоторые из этих операций, то может случиться, что и остальные будут *необходимо*  
 25 выполнимыми. Я, например, подозреваю, что если *многогранник простой, то всегда существует такой порядок устранения треугольников в получающейся плоской сети, что  $V - E + F$  не изменяется*. А если так, то инкорпорирование в догадку первой леммы  
 30 избавит нас от инкорпорирования третьей.

**Дельта.** Вы считаете, что первое условие предполагает третье. Можете ли вы доказать это?

**Эпсилон.** Я могу<sup>60</sup>.

35 **Альфа.** Действительное доказательство, как бы оно интересно ни было, не может помочь нам в решении

<sup>60</sup> В действительности такое доказательство было впервые предложено Рейхардом [112, с. 23], а также Ван дер Варденом [135]. Гильберт и Кон-Фоссен были удовлетворены лишь тем, что истинность утверждения Беты «легко увидеть» [59, с. 292].

нашей задачи: как далеко должны мы идти в исправлении нашей догадки? Охотно допускаю, что вы действительно имеете такое доказательство, как говорите, но это только заставит нас разложить эту третью лемму на несколько новых подлемм. Должны ли мы и их превратить в условия? Где же тогда мы остановимся? Каппа. В доказательствах существует бесконечный спуск; поэтому доказательства не доказывают. Вы должны понять, что доказывание представляет игру, в которую играют, пока это доставляет удовольствие, и прекращают, когда устанешь.

Эпсилон. Нет, это не игра, а серьезное дело. Бесконечный спуск может быть задержан тривиально истинными леммами, которые уже не надо превращать в условия.

Гамма. Вот я, как раз, так и думаю. Мы не обращаем в условия те леммы, которые могут быть доказаны на основании тривиально истинных принципов. Также мы не инкорпорируем те леммы, которые могут быть доказаны (возможно с помощью таких тривиально истинных принципов) на основании ранее установленных лемм.

Альфа. Согласен. Мы можем прекратить исправление нашей догадки после того, как превратим в условия эти две нетривиальные леммы. Я действительно думаю, что такой метод исправления при помощи включения лемм не имеет недостатков. Мне кажется, что он не только исправляет, но даже *совершенствует* догадку. И я отсюда узнал нечто важное, а именно, что неправильно будет утверждать, что целью «задачи на доказательство» является заключительный показ, будет ли некоторое ясно сформулированное утверждение истинным или что оно будет ложным<sup>61</sup>. Настоящей целью «задачи на доказательство» должно быть исправление — фактически усовершенствование — первоначальной «наивной» догадки в подлинную «теорему». Нашей наивной догадкой была: «Все многогранники являются эйлеровыми».

<sup>61</sup> [98, с. 142].



Метод устранения монстров защищает эту наивную догадку при помощи истолкования ее терминов таким образом, что под конец мы получаем *теорему, устраняющую монстры*: «Все многогранники являются эйлеровыми». Но тождественность лингвистических выражений наивной догадки и теоремы, устраняющей монстры, кроме тайных изменений в смысле терминов, скрывает и существенное улучшение.

Метод устранения исключений вводит элемент, являющийся фактически чуждым аргументации: выпуклость. *Устраняющая исключения теорема* была: «Все выпуклые многогранники являются эйлеровыми».

Метод включения лемм основывался на аргументации, т. е. на доказательстве — и ни на чем другом. Он как бы *резюмирует доказательство в теореме, включающей леммы*: «Все простые многогранники с односвязными гранями являются эйлеровыми».

Это показывает, что (теперь я употребляю термин «доказывание» в традиционном смысле) *человек не доказывает того, что он намеревался доказать*. Поэтому ни одно доказательство не должно кончаться словами: «Quod erat demonstrandum»<sup>62</sup>.

Бета. Одни говорят, что в порядке открытия теоремы предшествуют доказательствам: «Прежде чем доказать теорему, надо угадать ее». Другие отрицают это и считают, что открытие совершается путем вывода заключений из специально установленного ряда предпосылок и выделения интересных заключений, если нам посчастливится найти их. Или, если использовать прекрасную метафору одного из моих друзей, некоторые говорят, что эвристическое «застегивание молнии» в дедуктивной структуре идет снизу — от заключения — к посылкам<sup>63</sup>, другие же го-

<sup>62</sup> Эта последняя фраза взята из интересной работы Алисы Амброс [5, с. 438].

<sup>63</sup> Метафора «застегивания молнии» изобретена Брэйтвэйтом; однако он говорит только о «логических» и «теоретико-познавательных» застегивателях молний, но не об «эвристических» [16, с. 352].



ворят, что оно идет вниз — от вершины ко дну. Как думаете вы?

**Альфа.** Что ваша метафора неприменима к эвристике. Открытие не идет ни вниз, ни вверх, но следует по зигзагообразному пути: толкаемое контрпримерами, оно движется от наивной догадки к предпосылкам и потом возвращается назад, чтобы уничтожить наивную догадку и заменить ее теоремой. Интуитивная догадка и контрпримеры не выявляются во вполне готовой дедуктивной структуре: в окончательном продукте нельзя различить зигзаг открытия.

**Учитель.** Очень хорошо. Однако добавим из осторожности, что теорема *не всегда* отличается от наивной догадки. Мы не всегда обязательно исправляем доказывая. Доказательства могут исправлять, когда их идея открывает в наивной догадке неожиданные аспекты, которые потом появляются в теореме. Но в *зрелых* теориях так может и не быть. Так наверняка бывает в молодых *растущих* теориях. Первичной характеристикой последних является именно это переплетение открытия и подтверждения, исправления и доказательства.

**Каппа** (в сторону). Зрелые теории могут быть омоложены. Открытие всегда заменяет подтверждение.

**Сигма.** Эта классификация соответствует моей. Первый вид моих предложений был зрелого типа, третий же растущего...

**Гамма** (прерывает его). Теорема неверна! Я нашел для нее контрпример.



## 5. Критика анализа доказательства контрпримерами, являющимися глобальными, но не локальными. Проблема строгости.

### *а) Устранение монстров в защиту теоремы*

Гамма. Я только что понял, что мой *контрпример 5* с цилиндром опровергает не только наивную догадку, но также и теорему. Хотя он удовлетворяет обеим леммам, он все же неэйлеров.

- 5 Альфа. Дорогой Гамма, не будьте чудаком. Пример с цилиндром был шуткой, а не контрпримером. Ни один серьезный математик не будет считать цилиндр многогранником.

Гамма. Почему же тогда вы не протестовали против *контрпримера 3* — моего «морского ежа»? Разве он менее «чуден», чем мой цилиндр? Конечно, *тогда* вы критиковали *наивную догадку* и приветствовали опровержения. *Теперь защищаете* теорему и ненавидите опровержения! Тогда при появлении контрпримера  
15 вы ставили вопрос, *в чем недостаток предположения*. *Теперь* спрашиваете, *в чем недостаток контрпримера*.

Дельта. Альфа, вы обратились в устранителя монстров? Это вас не смущает?<sup>64</sup>

---

<sup>64</sup> Устранение монстров в защиту теоремы является очень важным приемом в неформальной математике. «В чем грешат примеры, для которых неверна формула Эйлера? Какие геометрические условия, уточняющие значения  $F$ ,  $V$  и  $E$ , могут обеспечить справедливость формулы Эйлера?» [101, т. I, упр. 29]. Цилиндр дается в упражнении 24. Ответ таков: «...ребро ...должно заканчиваться в углах» (с. 225)... Пойя формулирует это вообще: «Довольно часто встречающееся в математических исследованиях положение заключается в следу-

## б) Скрытые леммы

Альфа. Согласен. Я, может быть, несколько поторопился. Дайте подумать: имеются *три возможных типа контрпримеров*. Мы уже обсудили — первый — локальный, но не глобальный — он, конечно, не опровергает теоремы<sup>65</sup>. Вторым типом заниматься не надо; 5 он одновременно и глобальный, и локальный. Он вовсе не опровергает теорему, а подтверждает ее<sup>66</sup>. Теперь мы имеем *третий* тип — глобальный, но не локальный. Он, конечно, опровергает теорему. Я не считал это возможным. Но Гамма думает, что его цилиндр 10 как раз таким и будет. Если мы не хотим отбросить его как монстр, то должны допустить, что он является глобальным контрпримером:  $V - E + F = 1$ . Но, может быть, он принадлежит ко второму безобидному типу? Бьюсь об заклад, что он не удовлетворит по 15 крайней мере одной из наших лемм.

Гамма. Проверим. Он, конечно, удовлетворяет первой лемме; если я выну грань-основание, то легко могу растянуть остальное на доске.

Альфа. Но если вы удалите боковую оболочку, то он 20 распадется на два куска!

\_\_\_\_\_

ющем: теорема уже сформулирована, но нам требуется дать более точное определение смысла терминов, употребленных при формулировке, чтобы сделать ее строго доказанной» (с. 55).

<sup>65</sup> Локальные, но не глобальные контрпримеры были рассмотрены в гл. 3.

<sup>66</sup> Это соответствует парадоксу подтверждения (Гемпель) [54]. [«Парадокс» (конечно, не логический) состоит в следующем: если высказывание  $S$  подтверждает гипотезу  $T$ , то  $S$  подтверждает и гипотезу  $T'$ , при условии, что  $T$  логически эквивалентна  $T'$ . Пусть  $T$  — гипотеза «Все вороны черные»,  $T'$  — «Ни один нечерный предмет не является вороном»,  $S$  — «Этот ботинок белый». Наблюдение белого ботинка можно рассматривать как подтверждение  $T'$ . Но, значит, это наблюдение подтверждает и гипотезу о черноте всех воронов. Однако такое «подтверждение» не имеет никакой познавательной ценности. — *Прим. ред.*].



Гамма. Ну и что же? Первая лемма требует, чтобы многогранник был «простым», т. е. «чтобы по удалении одной грани его можно было растянуть на доске». Цилиндр удовлетворяет этому требованию, даже  
5 если вы начнете с отнимания оболочки. Вы требуете, чтобы цилиндр удовлетворял *добавочной* лемме, а именно, чтобы *получающаяся плоская сетка была тоже связной*. Но кто выдвигал когда-нибудь *такую* лемму?

Альфа. Всякий слово «растянут» понимал как «растянутый *одним куском*», «растянутый *без разрывов*». Мы решили не включать третью лемму, так как Эпсилон доказал, что она вытекает из двух первых. Но посмотрите на доказательство: оно основано на допущении, что после растягивания получается *связная*  
10 сеть. Иначе для триангулированной сети  $V - E + F$  не будет 1.

Гамма. Почему же вы тогда не настаивали на том, чтобы выразить ее *явно*?

Альфа. Потому что мы считали, что это подразумевается *само собой*.  
20

Гамма. Вы-то как раз наверняка так и не считали. Ведь вы предположили, что «простой» понимается как «могущий быть сжатым в шарик». Цилиндр *может* быть сжат в шарик, следовательно, *по вашей* интерпретации, он *удовлетворяет* первой лемме.  
25

Альфа. Хорошо... Но вы должны сознаться, что он не удовлетворяет *второй* лемме, что любая грань, рассеченная диагональю, распадается на два куска. Как вы будете триангулировать круг или оболочку?  
30 Односвязны ли эти грани?

Гамма. Конечно.

Альфа. Но на цилиндре диагоналей вообще не проведешь! Диагональ представляет собой ребро, связывающее две прилежащих вершины. А у цилиндра нет  
35 вершин!

Гамма. Не волнуйтесь. Если вы хотите показать, что круг не односвязен, то проведите диагональ, которая *не* образует новой грани.

Альфа. Не смейтесь; вы очень хорошо знаете, что я  
40 не могу.

Гамма. Тогда допускаете ли вы, что утверждение «в круге имеется диагональ, не образующая новой грани» ложно?

Альфа. Да, допускаю. Ну и что же?

Гамма. Тогда вы обязаны допустить, что отрицание 5  
этого суждения будет истинным, а именно, что «все диагонали круга производят новую грань», или, что «круг односвязен».

Альфа. Для вашей леммы: «все диагонали круга про- 10  
изводят новую грань» вы не можете привести примера, поэтому ваша лемма не истинна, а лишена смысла. Ваше понимание истины ложно.

Каппа (в сторону). Сначала они ссорились из-за по-  
нятия многогранника, а теперь из-за понятия истины<sup>67</sup>.

Гамма. Но вы уже допустили, что отрицание этой 15  
леммы было ложным! Может ли предложение *A* не иметь смысла, а не-*A* иметь смысл и быть ложным? В вашем понимании «смысла» что-то не в порядке.

Заметьте, я вижу ваше затруднение, но мы можем 20  
преодолеть его, изменив слегка формулировку. Назовем грань односвязной в случае, когда «для всех *x*, если *x* есть диагональ, то *x* разрежет грань на две части». Ни круг, ни оболочка не могут иметь диагоналей, так что в их случае при всяком *x* первая посылка будет всегда ложной. Поэтому условное предложе- 25  
ние может быть проверено примером для любого предмета и будет и имеющим смысл, и истинным. Но и круг, и оболочка односвязны — значит, цилиндр удовлетворяет второй лемме.

Альфа. Нет! Если вы не можете проводить диагона- 30  
ли и тем самым триангулировать грани, то никогда не получите плоской треугольной сетки и никогда не сможете завершить доказательство. Как же можете тогда требовать, чтобы цилиндр удовлетворял второй лемме? Разве вы не видите, что в лемме должно быть 35

<sup>67</sup> Истинные утверждения, не имеющие содержания (vacuously true), о которых говорит Гамма, представляют большое нововведение XIX в. Скрытый план этой проблемы еще не раскрыт.



условие существования? Правильная интерпретация односвязности грани должна быть такой: «Для всех  $x$ , если  $x$  есть диагональ, то  $x$  сечет грань надвое; и имеется по крайней мере один  $x$ , который будет диагональю». Наша первоначальная формулировка, возможно, не выразила этого словами, но в ней было сделанное бессознательно «скрытое допущение»<sup>68</sup>.

Все грани цилиндра не удовлетворяют ему; следовательно, цилиндр будет противоречащим примером, являющимся *одновременно* и глобальным, и локальным и он *не* опровергает теоремы.

Гамма. Вы сначала модифицировали лемму о растягивании введением «связности», а теперь и триангуляционную лемму введением вашего условия существования!

И все эти темные разговоры о «скрытых допущениях» только скрывают тот факт, что мой цилиндр заставил вас изобрести эти модификации.

Альфа. Зачем темные разговоры? Мы уже согласились опускать, т. е. «скрывать», тривиально ясные леммы. Зачем же нам тогда устанавливать и включать тривиально ложные леммы — они также тривиальны и также скучны! Держите их у себя в уме, но не формулируйте. Скрытая лемма не является ошибкой: это искусная стенография, указывающая на наше знание основ.

Каппа (в сторону). Знание основ — это когда мы допускаем, что знаем все, а в действительности не знаем ничего<sup>69</sup>.

<sup>68</sup> «Евклид употребляет аксиому, совершенно не сознавая ее» [118, с. 407]. «Сделать (sic!) скрытое допущение» является общей фразой у математиков и ученых. См. также обсуждение Гамовым доказательства Коши [48, с. 56] или рассуждения о Евклиде в [42, с. 84].

<sup>69</sup> Хорошие учебники неформальной математики обычно уточняют свою «стенографию», т. е. те ложные или истинные леммы, которые они считают настолько тривиальными, что не заслуживают упоминания. Стандартное выражение для этого таково: «Мы предполагаем *знакомство* с леммами типа  $x$ ». Количество того, что предполагается известным, уменьшается по мере того, как критика знание предполагае-

Гамма. Если бы вы сознательно ввели предположения, то они были бы таковы: (а) вынимание грани всегда оставляет связную сеть и (в) всякая нетрехугольная грань может быть диагоналями разделена на треугольники. Пока они были в вашем *подсознании*, они считались тривиально *истинными*, но цилиндр заставил их перескочить в *сознательный* ваш перечень в качестве *тривиально ложных*. Пока вы не были уличены цилиндром, вы даже не могли думать, чтобы эти две леммы могли быть ложными. Если теперь вы говорите, что вы так думали, то вы переписываете историю, чтобы очистить ее от ошибки<sup>70</sup>.

мое превращает в знание настоящее. Коши, например, даже не заметил, что его прославленное сочинение [21] предполагало «знакомство» с *теорией действительных чисел*. Он отбросил бы как монстр всякий контрпример, который потребовал бы явного установления лемм о природе иррациональных чисел. Не так поступили Вейерштрасс и его школа: учебники по неформальной математике теперь содержат новую главу по теории действительных чисел, в которой собраны все эти леммы. Но в их «введениях» обычно принимается «знакомство с *теорией рациональных чисел*». См., например, «Pure Mathematics» Дж. Харди (Hardy G.), начиная со второго издания (1914) и далее; в первом издании все еще считалось, что теория действительных чисел относится к предполагаемому у читателей знанию; или [116]. Более строгие учебники еще более уменьшают предполагаемое знание: Ландау во введении к своей знаменитой книге [73] предполагает знакомство только с «*логическим рассуждением и немецким языком*». Иронией судьбы Тарский в это же самое время показал, что опускаемые таким образом абсолютно тривиальные леммы могут быть не только неверными, но и несовместимыми, поскольку немецкий является семантически замкнутым языком. Кто может сказать, когда заявление «автор признает свое невежество в области  $x$ » заменит авторитетный эвфемизм «автор предполагает знакомство с областью  $x$ »? Наверное тогда, когда будет установлено, что знание не имеет основ.

<sup>70</sup> Когда это было впервые открыто, такая скрытая лемма рассматривалась как ошибка. Когда Беккер в первый раз ука-



зал на «скрытое» (still-scliweigend) предположение в доказательстве Коши (цитируя доказательство из вторых рук через Балцера [8]), то он назвал его «ошибкой» [9, р. 67–68]. Он обратил внимание на то, что Коши все многогранники рассматривал как простые; его лемма была не только скрытой, но и ложной. Однако историки не могут представить себе, чтобы большие математики делали такие ошибки. Настоящую программу того, как нужно фальсифицировать историю, можно найти у Пуанкаре: «В математике строгость еще не составляет всего, но где ее нет, там нет ничего; нестрогое доказательство — это ничто! Думаю, что с этим никто спорить не станет. Но если толковать эту истину слишком буквально, то окажется, что, например, до 1820 г. не было вовсе математики — утверждение, несомненно, преувеличенное; математики того времени охотно подразумевали то, что мы излагаем в пространных рассуждениях. Это не значит, что они вовсе не замечали этого, но они проходили мимо слишком поспешно; а чтобы хорошо разглядеть проблему, надо было бы взять на себя труд хотя бы высказать ее» [95; русск. перевод, с. 299–300]. О замечании Беккера насчет «ошибки» Коши можно было бы сказать в духе «новояза» из романа «1984»: «double plus ungood refs unerrors rewrite fullwise» [Примерный смысл этого выражения: «двойные, к тому же нехорошие, опровержения того, что не было ошибкой, полностью меняют последнее». В романе Дж. Орвелла враждебные политические партии, поочередно приходя к власти, «опровергают» все, что было сказано или сделано их предшественниками; после ряда взаимных опровержений невозможно понять, что именно опровергается. «Новояз» — язык-урод, корявые слова-монстры которого, составленные из обломков обычных слов, делают все выражения двусмысленными. — Прим. ред.]. Что-то вроде такой подмены было сделано Штейницем, который настаивал на том, что «тот факт, что эта теорема не могла быть верной в общем случае, вероятно, не мог оставаться незамеченным» [125, с. 20]. Пуанкаре сам применил свою программу к эйлеровой теореме: «Известно, что Эйлер доказал равенство  $V - E + F = 2$  для выпуклых многогранников» [91]. Эйлер, конечно, предложил свою теорему для всех многогранников.



Тета. Не так давно, Альфа, вы осмеивали «скрытые» дополнительные условия, которые вырастали в определениях Дельты после каждого опровержения. А теперь это вы делаете «скрытые» дополнительные условия в леммах после каждого опровержения; это вы меняете свою позицию и стараетесь скрыть ее, чтобы спасти лицо. Вас это не смущает?

Каппа. Ничто не может так меня позабавить, как припертый к стене догматик. Надевши платье воинствующего скептика для уничтожения меньших порослей догматизма, Альфа теперь приходит в волнение, когда в свою очередь *он* тоже загоняется в угол такими же скептическими аргументами. Теперь он играет ва-банк, пытаясь одолеть контрпримеры Гаммы сначала при помощи защитного механизма, который он сам же обличил и запретил (устранение монстров), а затем проведя контрабандой резерв «скрытых лемм» в доказательство и соответствующих «скрытых условий» в теорему. Так в чем же разница?

Учитель. Помехой для Альфы был, конечно, догматический подход в его истолковании включения лемм. Он думал, что тщательное рассмотрение доказательства может дать совершенный анализ доказательства, содержащий *все* ложные леммы (так же, как и Бета думал, что он может перечислить *все* исключения). Он думал, что при помощи их включения может получить не только улучшенную, но и *вполне совершенную теорему, не заботясь о контрпримерах*. Цилиндр показал ему, что он не прав, но, вместо того чтобы допустить это, он теперь хочет назвать полным анализ доказательства, если он содержит все *относящиеся* сюда ложные леммы.

### в) Метод доказательств и опровержений

Гамма. Я предлагаю принять цилиндр в качестве настоящего контрпримера для рассматриваемой теоремы. Я изобретаю новую лемму (или леммы), которая



этим примером опровергается, и добавляю эту лемму (леммы) к первоначальному списку. Это как раз и делал Альфа. Но, вместо того чтобы «скрывать» их так, чтобы они *сделались* скрытыми, я возвещаю их публично.

Теперь цилиндр, ставивший ранее в тупик, — опасный глобальный, а не локальный контрпример (третьего типа) по отношению к старому анализу доказательства и соответствующей старой теореме, этот цилиндр станет безопасным глобальным и одновременно локальным контрпримером (второго типа) по отношению к новому анализу доказательства и соответствующей новой теореме.

Альфа думал, что его классификация контрпримеров была абсолютной; в действительности же она относилась только к его анализу доказательства. По мере роста анализа доказательства контрпримеры третьего типа превращаются в контрпримеры второго типа.

Ламбда. Это верно. Анализ доказательства будет «строгим», или «имеющим силу», и соответствующая математическая теорема — истинной тогда и только тогда, если не будет для них контрпримеров третьего типа. Я называю этот критерий *принципом обратной передачи ложности*, так как он требует, чтобы глобальные контрпримеры были также локальными: ложность должна быть передана обратно от интуитивной догадки к леммам, от последующей части теоремы к предшествующей. Если какой-нибудь глобальный, но не локальный контрпример нарушает этот принцип, мы восстанавливаем его добавлением к анализу доказательства подходящей леммы. Таким образом, принцип обратной передачи ложности является *регулятивным принципом* для анализа доказательства *in statu nascendi* [в состоянии зарождения (*лат.*). — *Перев.*], а глобальный, но не локальный контрпример — ферментом в росте анализа доказательства.

Гамма. Вспомните, раньше, даже не найдя ни одного опровержения, мы все же сумели обнаружить три подозрительные леммы и продвинуться в анализе доказательства!

Ламбда. Это верно. Анализ доказательства может начинаться не только под давлением глобальных контрпримеров, но также и когда люди уже выучились остерегаться «убедительных» доказательств<sup>71</sup>.

*В первом случае* все глобальные контрпримеры 5  
появляются в виде контрпримеров третьего типа и все  
леммы начинают свою карьеру в качестве «скрытых  
лемм». Они приводят нас к постепенному построению  
анализа доказательства и так один за другим пре-  
вращаются в контрпримеры второго типа. 10

*Во втором случае* — когда мы уже начинаем по-  
дозревать и ищем опровержений, — мы можем прийт-  
ти к далеко зашедшему вперед анализу доказательства  
без всяких контрпримеров. Тогда мы имеем две возмож-  
ности. *Первая возможность* состоит в том, что нам при 15  
помощи локальных контрпримеров *удастся опроверг-*  
*нуть* все леммы, содержащиеся в нашем анализе до-  
казательства. Мы можем установить, как следует, что  
они будут также глобальными контрпримерами.

*Альфа*. Вот именно так я и открыл раму картины: я ис- 20  
кал многогранник, который после удаления одной гра-  
ни не мог быть развернут в один лист на плоскости.

*Сигма*. Тогда не только опровержения действуют как  
ферменты для анализа доказательства, но и анализ  
доказательства может действовать как фермент для 25  
опровержения. Какой нехороший союз между кажущимися врагами!

Ламбда. Это верно. Если догадка кажется вполне до-  
пустимой или даже самоочевидной, то должно дока-

<sup>71</sup> Наш класс и вправду передовой. Альфа, Бета и Гамма вы-  
разили подозрение против трех лемм, когда еще не появились  
глобальные контрпримеры. В действительной истории анализ  
доказательства появился позже спустя десятилетия: в течение  
долгого периода контрпримеры или замалчивались, или за-  
клинались как чудовища, или записывались как исключения.  
Эвристическое движение от глобального контрпримера к  
анализу доказательства — применение принципа обратной  
передачи ложности — было по существу неизвестно в нефор-  
мальной математике начала XIX столетия.



зять ее; может оказаться, что она основана на весьма софистических и сомнительных леммах. Опровержение лемм может привести к какому-нибудь неожиданному опровержению первоначальной догадки.

- 5 **Сигма.** К опровержениям, порожденным доказательством!

**Гамма.** Тогда «мощь логического доказательства заключается не в том, что оно принуждает верить, а в том, что оно наводит на сомнения»<sup>72</sup>.

- 10 **Ламбда.** Но позвольте мне вернуться ко *второй возможности*: когда мы не находим никаких локальных контрпримеров для подозреваемых лемм.

**Сигма.** То есть когда опровержения не помогают анализу доказательства. Что же тогда может случиться?

- 15 **Ламбда.** Мы тогда окажемся общепризнанными чудаками. Доказательство приобретает абсолютную респектабельность и леммы сбросят всякое подозрение. Наш анализ доказательства скоро будет забыт<sup>73</sup>. Без опровер-

<sup>72</sup> [44, с. viii). Ср. также: «Одной из главных заслуг доказательств является то, что они внушают некоторый скептицизм по отношению к доказанному результату» [118, с. 360]. В этой работе Рассел приводит великолепные примеры.

<sup>73</sup> Хорошо известно, что критика может вызвать подозрение или даже иногда опровергнуть «априорные истины» и, таким образом, превратить *доказательства* в простые *объяснения*. Такое *отсутствие критицизма или опровержения* может превратить не вполне допустимые догадки в «априорные истины»: это не так хорошо известно, но как раз также очень важно. Два самых ярких примера этого представляют возвышение и падение Евклида и Ньютона. История их падения хорошо известна, но историю их возвышения обычно не вполне понимают.

*Геометрия Евклида*, по-видимому, была предложена как космологическая теория (см. [106, с. 147–148]). И ее «постулаты» и «аксиомы» (или «общие понятия») были предложены как смелые, вызывающие предложения, направленные против Парменида и Зенона, учения которых влекли за собой не только ложность, но даже логическую ложность, непредставимость этих «постулатов». Только позже «постулаты» были приняты как несомненно истинные, и смелые антипарменидовские

«аксиомы» (вроде «целое больше части») были сочтены настолько тривиальными, что были опущены в позднейших анализах доказательства и превращены в «скрытые леммы». Этот процесс начался с Аристотеля; он заклеил Зенона как любящего спорить чудака, и его аргументы как «софистику». Эта история была недавно рассказана с интересными подробностями Арпадом Сабо [129, с. 65–84]). Сабо показал, что в эпоху Евклида слово «аксиома», как и «постулат», обозначало предположение в критическом диалоге (диалектическом), выставленное для того, чтобы проверить следствия, причем партнер по дискуссии *не обязан* был принимать его как истину. По иронии истории его значение оказалось перевернутым. Вершина авторитета Евклида была достигнута в век просвещения. Клеро побуждал своих товарищей не «затемнять доказательства и раздражать читателей», выставляя очевидные истины: Евклид делал это лишь для того, чтобы убедить «упорствующих софистов» [25, с. x, xi).

Далее *механика и теория тяготения Ньютона* были выставлены как смелая догадка, которая была осмеяна и названа «темной» Лейбницем и была подозрительной даже для самого Ньютона. Но спустя несколько десятилетий — при отсутствии опровержений — его аксиомы дошли до того, что были признаны несомненно истинными. Подозрения были забыты, критики получили клеймо «эксцентрических», если не «обскурантов»; некоторые из его наиболее сомнительных допущений стали рассматриваться настолько тривиальными, что учебники даже никогда не упоминали их. Дебаты — от Канта до Пуанкаре — шли уже не об истинности ньютоновской теории, но о природе ее достоверности. (Этот поворотный пункт в оценке ньютоновской теории был впервые указан Карлом Поппером — см. [109]).

Аналогия между политическими идеологиями и научными теориями идет гораздо дальше, чем обычно полагают: положительные теории, которые первоначально могли дебатироваться (и, может быть, принимались только под давлением), могут превращаться в бесспорные основы знания даже за время одного поколения: критики бывали забыты (и, может быть, даже казнены) до тех пор, пока революция не выдвигала снова их возражений.





жений нельзя поддерживать подозрение; прожектор подозрения скоро выключается, если контрпример не усиливает его, направляя яркий свет опровержения на пренебреженный аспект доказательства, который остался  
5 незамеченным в сумерках «тривиальной истины».

Все это показывает, что мы не можем поместить доказательство и опровержение на отдельные полочки. Вот почему я предлагаю наш «метод включения лемм» перекрестить в «метод доказательств и опровержений».  
10 Позвольте мне выразить его основные черты в трех эвристических правилах.

**Правило 1.** Если вы имеете какую-нибудь догадку, то попробуйте доказать ее и опровергнуть ее. Тщательно рассмотрите доказательство, чтобы  
15 приготовить список нетривиальных лемм (анализ доказательства); найдите контрпримеры и для догадки (глобальные контрпримеры) и для подозрительных лемм (локальные контрпримеры).

**Правило 2.** Если у вас есть глобальный контрпример, то устраните вашу догадку, добавьте к вашему анализу доказательства подходящую лемму, которая будет опровергнута им, и замените устраненную догадку исправленной, которая включила бы эту лемму как условие<sup>74</sup>. Не позволяйте отбрасывать опровержения как монстры<sup>75</sup>. Сделайте явными все «скрытые леммы»<sup>76</sup>.  
20  
25

**Правило 3.** Если у вас есть локальный контрпример, то проверьте его, не будет ли он также глобальным контрпримером. Если он будет им, то вы можете легко применить правило 2.  
30

<sup>74</sup> Это правило, по-видимому, впервые было выдвинуто Зейделем [123, с. 383].

<sup>75</sup> К. Дарбу: «Я имею право выдвинуть пример, удовлетворяющий условиям вашей аргументации, и я сильно подозреваю, что те примеры, которые вы называете странными и искусственными, в действительности будут затрудняющими вас примерами, предосудительными для вашей теоремы» [30].

<sup>76</sup> К. Дарбу: «Я приведен в ужас множеством неявных лемм. Придется затратить много труда, чтобы избавиться от них» [31].

г) *Доказательство против анализа доказательства. Релятивизация понятий теоремы и строгости в анализе доказательства*

Альфа. Что в вашем Правиле 2 вы подразумевали под термином «подходящая»?

Гамма. Это совершенно безразлично. Может быть добавлена *любая лемма*, которая отвергается рассматриваемым контрпримером: *любая* такая лемма 5  
восстановит силу анализа доказательства.

Ламбда. Что такое! Значит, лемма вроде — «Все многогранники имеют не крайней мере 17 ребер» — будет иметь отношение к цилиндру! И всякая другая случайная догадка *ad hoc* будет вполне пригодной, 10  
если только ее можно будет отвергнуть при помощи контрпримера.

Гамма. А почему нет?

Ламбда. Мы уже критиковали устранителей монстров и исключений за то, что они забывают о доказательствах<sup>77</sup>. А теперь вы делаете то же самое, изобретая настоящий монстр: *анализ доказательства без доказательства!* Единственная разница между вами и 15  
устранителем монстров состоит в том, что вы хотели бы заставить Дельту сделать явными свои произвольные 20  
определения и включить их в теорему в качестве *лемм*. И *нет* никакой разницы между устранением исключений и вашим анализированием доказательства. Единственным предохранителем против таких методов *ad hoc* будет употребление *подходящих* лемм, т. е. 25  
лемм, соответствующих духу мысленного эксперимента! Или вы хотите изгнать из математики доказательства и заменить их глупой формальной игрой?

Гамма. Лучше это, чем ваш «дух мысленного эксперимента»! Я защищаю объективность математики 30  
против вашего психологизма.

Альфа. Благодарю вас, Ламбда, вы снова поставили мой вопрос: новую лемму *не изобретают* с потолка,

<sup>77</sup> См. параграф 4, б и реплику Учителя.



- чтобы справиться с глобальным, но не локальным контрпримером; скорее, с усиленной тщательностью рассматривают доказательство и в нем *открывают* эту лемму. Поэтому я, дорогой Тета, не делал скрытых
- 5 лемм и я, дорогой Каппа, не проводил их «контрабандой» в доказательство. Доказательство содержит все такие леммы, но зрелый математик понимает все доказательство уже по короткому очерку. Мы не должны смешивать *непогрешимое доказательство с неточным анализом доказательства*. Все еще существует
- 10 неопровержимая главная теорема — «*Все многогранники, над которыми можно выполнить мысленный эксперимент, или, короче, все многогранники Коши будут эйлеровыми*». Мой приблизительный анализ
- 15 доказательства провел пограничную линию для класса многогранников Коши карандашом, который — я допускаю — не был особенно острым. Теперь эксцентрические контрпримеры учат нас острить наш карандаш. Но, во-первых, *ни один карандаш не является*
- 20 *абсолютно острым* (и если мы переострим его, то он сломается), и, во-вторых, *затачивание карандаша не является творческой математикой*.
- Гамма. Я сбился с толку. Какова же ваша позиция? Сначала вы были чемпионом по опровержениям.
- 25 Альфа. Ох, мне все больше! Зрелая интуиция сметает в сторону споры.
- Гамма. Ваша первая зрелая интуиция привела вас к «совершенному анализу доказательства». Вы думали, что ваш «карандаш» был абсолютно острым.
- 30 Альфа. Я забыл о трудностях лингвистических связей — особенно с педантами и скептиками. Но сердцем математики является мысленный эксперимент — доказательство. Его лингвистическая артикуляция — анализ доказательства — необходима для сообщения,
- 35 но не относится к делу. Я заинтересован в многогранниках, а вы в языке. Разве вы не видите бедности ваших контрпримеров? Они лингвистичны, но не многогранны.
- Гамма. Тогда опровержение теоремы только выда-  
40 ет нашу неспособность понять ее скрытые леммы? Та-



кая «теорема» будет бессмысленна, пока мы не поймем ее доказательства?

**Альфа.** Так как расплывчатость языка делает недостижимой *строгость анализа доказательства* и превращает образование теорем в бесконечный процесс, то зачем же беспокоиться о теореме? Работающие математики этого, конечно, не делают. Если будет приведен еще какой-нибудь незначительный контрпример, то они не допустят, чтобы их теорема была отвергнута, но самое большее, что «область ее применимости должна быть подходящим образом сужена».

**Ламбда.** Итак, вы не заинтересованы ни в контрпримерах, ни в анализе доказательства, ни во включении лемм?

**Альфа.** Это правда. Я отбрасываю все ваши правила. Вместо них я предлагаю только одно единственное: *стройте строгие (кристально ясные) доказательства.*

**Ламбда.** Вы придерживаетесь мнения, что *строгость анализа доказательства недостижима*. А достижима ли *строгость доказательства*? Разве «кристально ясные» мысленные эксперименты не могут привести к парадоксальным или даже противоречивым результатам?

**Альфа.** Язык расплывчат, но мысль может достичь абсолютной строгости.

**Ламбда.** Но ведь ясно, что «на каждой стадии эволюции наши предки также верили в то, что достигли ее. Если они ошибались, то не ошибаемся ли и мы подобно им?»<sup>78</sup>

**Альфа.** «Можно сказать, что ныне достигнута абсолютная строгость»<sup>79</sup>. (*Смех в аудитории*)<sup>80</sup>.

<sup>78</sup> [94, русск. перевод: с. 163].

<sup>79</sup> Там же, с. 164. Изменения критерия «строгости доказательства» производят в математике большие революции. Пифагорейцы считали, что строгие доказательства могут быть только арифметическими. Однако они открыли строгое доказательство, что  $\sqrt{2}$  был «иррациональным». Когда этот скандал вышел наружу, то критерий был изменен: арифметическая интуиция была дискредитирована и ее место заняла геомет-



Гамма. Эта теория «кристально ясного» доказательства представляет чистый психологизм<sup>81</sup>.

Альфа. Все же лучше, чем логико-лингвистический педантизм вашего анализа доказательства<sup>82</sup>.

- 5 Ламбда. Отбросив бранные слова, я тоже являюсь скептиком в отношении вашего понимания математики как «существенно безъязычной деятельности ума»<sup>83</sup>.

рическая интуиция. Это означало большую и сложную реорганизацию математического знания (была введена теория пропорций). В восемнадцатом столетии «вводящие в заблуждение» чертежи испортили репутацию геометрических доказательств и девятнадцатый век увидел снова арифметическую интуицию, воцарившуюся при помощи сложной теории действительных чисел. Сегодня основные споры идут о том, что является или не является строгим в теоретико-множественных и математических доказательствах, как это видно из хорошо известной дискуссии о допустимости мысленных экспериментов Цермело и Гентцена.

<sup>80</sup> Как уже было сказано, наш класс является очень передовым.

<sup>81</sup> Термин «психологизм» был введен в оборот Гуссерлем [64]. Раннюю «критику» психологизма см. у Фреге [47, с. xv–xvi]. Современные интуиционисты (не как Альфа) открыто принимают психологизм: «Математическая теорема выражает чисто эмпирический факт, а именно успех некоторого построения... математика есть изучение некоторых функций человеческого мозга» [58, с. 8, 10]. Как они примиряют психологизм с достоверностью, это их хорошо охраняемый секрет.

<sup>82</sup> Что мы не смогли бы как следует выразить словами совершенное знание, даже если бы обладали им, было общим местом у древних скептиков [2, т. I, 83–87], но было забыто в век просвещения. Это было снова открыто интуиционистами: они приняли кантову философию математики, но указали, что «между совершенством собственно математики и совершенством математического языка нельзя видеть ясной связи» [17, с. 140]. «Выражение при помощи сказанного или написанного слова — хотя и необходимо для сообщения — никогда не бывает адекватным. Задача науки заключается не в изучении языков, но в создании идей» [58, с. 74–75].

<sup>83</sup> [17, р. 141].



Каким образом деятельность может быть истинной или ложной? Только *членораздельная* мысль может питать истину. Доказательство может быть недостаточным: нам также надо установить, что доказывает доказательство. Доказательство представляет только 5 одну стадию работы математика, за которой следует анализ доказательства и опровержения и которая заключается строгой теоремой. Мы должны *комбинировать* «строгость доказательства» со «строгостью анализа доказательства». 10

Альфа. Вы все еще надеетесь, что в конце дойдете до совершенно строгого анализа доказательства? Если так, то скажите мне, почему вы, «стимулированные» цилиндром, не начали с формулировки вашей новой теоремы? Вы только указали ее. Ее длина и сложность 15 заставили бы нас смеяться от отчаяния. И это только после *первого* из ваших новых контрпримеров! Вы заменили нашу первоначальную теорему последовательностью все более точных теорем,— но только в *теории*. А как относительно *практики* этой релятивизации? Все более и более эксцентрические контр- 20 примеры будут учитываться все более тривиальными леммами, давая «порочную бесконечность»<sup>84</sup> все более длинных и сложных теорем<sup>85</sup>. Если мы чувствуем

<sup>84</sup> Английский язык имеет термин «infinite regress», но это будет только *частным* случаем порочной бесконечности (schlechte Unendlichkeit) и здесь не применимо. Альфа, очевидно, построил фразу, имея в мыслях «порочный круг».

<sup>85</sup> Обычно, взяв альтернативную систему длинных определений, математики избегают длинных теорем, так что в теоремах появляются только определенные термины, например, «ординарный многогранник»; это будет более экономичным, так как одно определение сокращает много теорем. Даже и так определения занимают огромное место в «строгих» изложениях, хотя приводящие к ним монстры редко упоминаются. Определение «эйлерова многогранника» (с определениями некоторых определяющих терминов) занимает у Фордера [44, с. 67, 29) около 25 строк; определение «ординарного многогранника» в издании 1962 г. «Encyclopaedia Britannica» заполняет 45 строк.

ли животворность критики, когда она казалась приводящей к истине, то теперь, когда она вообще разрушает всякую истину и гонит нас бесконечно и бесцельно, она, конечно, будет разочаровывающей. Я останавливаю эту порочную бесконечность в *мысли*, но в *языке* вы никогда не остановите ее.

Гамма. Но я никогда не говорил, что здесь необходимо бесконечное множество контрпримеров. В некотором пункте мы можем дойти до истины и тогда поток опровержений прекратится. Но, конечно, мы не будем знать, когда это будет. Решающими являются только опровержения — доказательства же относятся к области психологии<sup>86</sup>.

Ламбда. Я все-таки верю, что свет абсолютной достоверности вспыхнет, когда взорвутся опровержения!

Каппа. А взорвутся ли они? А что если Бог так создал многогранники, что все правильные общие их определения, сформулированные человеческим языком, будут бесконечно длинными? Разве не будет богохульным антропоморфизмом предполагать, что (божеские) верные теоремы обладают конечной длиной?

Будьте откровенны; по той или другой причине нам всем надоели опровержения и складывание теорем по кусочкам. Почему бы нам не сказать «шабаш» и прекратить игру? Вы уже отказались от «*Quod erat demonstrandum*». Почему бы не отказаться также и от «*Quod erat demonstratum*»? Ведь истина только для Бога.

Тета (в сторону). Религиозный скептик — худший враг науки!

Сигма. Не будем чрезмерно драматизировать! В конце концов, дело идет лишь об узкой полутени неяс-

<sup>86</sup> «Логика заставляет нас отбросить некоторые аргументы, но она не может заставить нас верить любому аргументу» [75, р. 328].

\* *Quod erat demonstrandum* (лат.) — что требовалось доказать; *Quod erat demonstratum* (лат.) — что было доказано.—  
*Прим. пер.*

ности. Просто, как я сказал раньше, *не все предложения будут или истинными, или ложными*. Есть и третий класс, который я хотел бы теперь назвать «*более или менее строгими*».

Тета (в сторону). Трехзначная логика — конец критического рационализма! 5

Сигма. ... и мы область их применимости определяем с более или менее адекватной строгостью.

Альфа. Адекватной чему?

Сигма. Адекватной решению задачи, которую мы хотим решить. 10

Тета (в сторону). Прагматизм! Разве уж все потеряли интерес к *истине*?

Каппа. Или адекватной *Zeitgeist* [духу времени — нем.]! «Довлеет дневи строгость его»<sup>87</sup>. 15

Тета. Историзм! (*Падает в обморок.*)

Альфа. Правила Лямбды для «*строгого анализа доказательств*» лишают математику ее красоты, дарят нам дотошный педантизм длинных, сложных теорем, наполняющих скучные толстые книги, и могут даже при случае посадить нас в порочную бесконечность. 20

Каппа ищет выхода в условности, Сигма в математическом прагматизме. Какой выбор для рационалиста!

Гамма. Должен ли такой рационалист насладиться «*строгими доказательствами*» Альфы, его нечленораздельной интуицией, «скрытыми леммами», осмеянием принципа обратной передачи ложности и исключением опровержений? Должна ли математика не иметь никаких отношений с критицизмом и логикой? 25 30

Бета. Во всяком случае, я устал от всей этой, не приводящей к решению, словесной грызни. Я хочу заниматься математикой, и я не заинтересован философскими трудностями оправдания ее оснований. Даже если рассудок не в состоянии дать такое оправдание, то меня успокаивает мой природный инстинкт<sup>88</sup>. 35

<sup>87</sup> [84, с. 411].

<sup>88</sup> «Природа уличает скептиков, рассудок уличает догматиков» [89]. Немногие математики признаются, как Бета, что



Я чувствую, что у Омеги есть интересная коллекция возможных доказательств — я лучше бы послушал их.

Омега. Но я помещу их в «философскую» оболочку!

- 5 Бета. Мне нет дела до упаковки, если внутри имеется что-нибудь.

### Замечание

В этом отделе я попытался показать, каким образом выступление математического критицизма было движущей силой в поисках «оснований» мате-  
10 матики.

Сделанное нами различие между *доказательством* и *анализом доказательства* и соответствующее различие *строгости доказательства* и *строгости анализа доказательства*, по-видимому, является решающим. Около 1800 г. *строгость доказательства* (кристально ясный мысленный эксперимент или конструкция) противопоставлялась путаной аргументации и индуктивному обобщению. Именно это подразумевал Эйлер под термином «*rigida demonstratio*», и на  
15 20 этом понятии была основана идея Канта о непогрешимой математике (см. его пример математического

разум слишком слаб для оправдания самого себя. Большая часть их принимает некоторое клеймо догматизма, историзма или спутанного прагматизма и остается курьезно слепой к невозможности поддерживать это, например: «Математическое рассуждение проводится с такой скрупулезностью, которая делает его *бесспорным* и *убедительным* для каждого, кто только его поймет. ...Однако строгость математики не абсолютна: она развивается; *принципы математики не застыли раз навсегда*, а движутся и тоже могут служить и служат предметом научных споров» [1, с. 7]. Эта цитата может напомнить нам, что диалектик пытается учитывать изменение, не пользуясь критицизмом; для него истины находятся «в непрерывном развитии», но всегда «полностью бесспорны».

доказательства в [69, с. 716–717]). Точно так же думали, что человек доказывает то, что он вознамерился доказать. Никому не приходило в голову, что словесное выражение мысленного эксперимента сопряжено с какой-нибудь реальной трудностью. Аристотелева формальная логика и математика были двумя совершенно раздельными дисциплинами — математики считали первую совершенно бесполезной. Доказательство мысленного эксперимента имело полную убедительность без какой-нибудь формы «логической» структуры.

В начале XIX в. поток контрпримеров вызвал смущение. Так как доказательства были кристально ясными, то опровержения должны были быть занятыми шалостями, должны быть полностью отделены от несомненных доказательств. Введенная Коши революция строгости базировалась на эвристическом нововведении, что математик не должен останавливаться на доказательстве: он должен пойти вперед и выяснить, что именно он доказал путем перечисления исключений, или, лучше, установления безопасной области, в пределах которой доказательство является справедливым. Но Коши — или Абель — не видели какой-либо связи между обеими задачами. Им ни когда не приходило в голову, что если они открыли исключение, то им следовало бы еще раз обратить внимание на доказательство. (Другие практиковали устранение или приспособление монстров, или даже «закрывали глаза» — но все соглашались, что доказательство представляет табу и не может иметь никакого дела с «исключениями».)

Происшедший в XIX в. союз логики и математики имел два основных источника: неевклидову геометрию и вейерштрассову революцию строгости. Этот союз привел к объединению доказательства (мысленного эксперимента) и опровержений и дал возможность развивать анализ доказательства, постепенно вводя дедуктивные формы в мысленный эксперимент доказательства. Эвристическим нововведением было то, что мы называли «методом доказательства и



опровержений»: оно впервые соединило логику и математику. Вейерштрассова строгость одержала победу над ее реакционными оппонентами с устранениями монстров и скрытыми леммами, которые пользовались лозунгами вроде «скуки от строгости», «искусственности против красоты» и т. д. *Строгость анализа доказательства стала выше строгости доказательства*, но большинство математиков мирилось с таким педантизмом лишь до тех пор, пока он обещал им полную достоверность.

Теория множеств Кантора, давшая еще одну жатву неожиданных опровержений «строго доказанных» теорем, обратила многих членов старой гвардии Вейерштрасса в догматиков, всегда готовых сражаться с «анархистами» при помощи устранения новых монстров или отыскания «скрытых лемм» в их теоремах, которые представляли последнее слово строгости, и в то же время карали «реакционеров» более старого типа за такие же грехи.

Затем некоторые математики поняли, что стремление к строгости анализа доказательства в методе доказательства и опровержений ведет к порочной бесконечности. Началась «интуиционистская» контрреволюция; разрушающий логико-лингвистический педантизм *анализа доказательства* был осужден и для *доказательства* были изобретены новые экстремистские стандарты строгости, математика и логика были разведены еще раз.

Логики пытались снасти это супружество и провалились на парадоксах. Гильбертова строгость превратила математику в паутину *анализов доказательства* и потребовала остановки их бесконечных спусков путем кристально ясной совместимости *доказательств* с интуиционистской метатеорией. «Обосновательный слой», область не подлежащего критике предварительного знания (uncriticisable familiarity), переместился в мысленные эксперименты математики. (См. [72, с. 179–184.]).

При каждой «революции строгости» анализ доказательства проникал, все глубже в доказательства



вплоть до «обосновательного слоя» (foundational layer) общепринятого основного знания (familiar background knowledge), где господствовала кристально ясная интуиция, строгость доказательства, а критика изгонялась. Таким образом, *различные уровни строгости отличаются только местом, где они проводят линию между строгостью анализа доказательства и строгостью доказательства, т. е. местом, где должен остановиться критицизм и должно начаться подтверждение.* «Достоверность» никогда не может быть достигнута, «основания» никогда не могут быть обоснованы, но «хитрость разума» превращает всякое увеличение строгости в увеличение содержания, в цель математики. Но эта история лежит вне пределов настоящего исследования.

15



## 6. Возвращение к критике доказательства при помощи контрпримеров, которые являются локальными, но не глобальными. Проблема содержания

### *а) Возрастание содержания при более глубоких доказательствах*

Омега. Мне нравится у Ламбды его метод доказательства и опровержений и я разделяю его веру, что как-нибудь мы сможем окончательно дойти до строгого анализа доказательства и таким образом до достоверно истинной теоремы. Но даже и так сам наш метод создает новую задачу: *анализ доказательства при возрастании достоверности уменьшает содержание*. Каждая новая лемма в анализе доказательства, каждое соответствующее новое условие в теореме уменьшают область ее применения. Возрастающая строгость применяется к уменьшающемуся числу многогранников. Разве включение лемм не повторяет ошибки, которую сделал Бета в игре на безопасность? Разве мы тоже не смогли бы «отступить слишком радикально, оставляя вне стен большое количество эйлеровых многогранников»? В обоих случаях мы могли бы вместе с водой выплеснуть и: ребенка. *Мы должны иметь противовес против уменьшающего содержание давления строгости.*

Мы уже сделали несколько шагов в этом направлении. Позвольте мне напомнить вам о двух случаях и снова исследовать их.

Один случай мы имели, когда впервые натолкнулись на локальные, но не глобальные примеры<sup>89</sup>. Гамма опроверг третью лемму в нашем первом анализе доказательства (именно, что «при вынимании треу-

<sup>89</sup> Обсуждение этого случая см. в гл. 3.

гольников из плоской триангулированной сети мы встречаемся только с двумя возможностями: или мы вынимаем одно ребро, или же мы вынимаем два ребра и вершину»). Он вынул треугольник из середины сети, не вынимая ни одного ребра или вершины. 5

Мы имели тогда две возможности<sup>90</sup>. *Первая* состояла во включении ложной леммы в теорему. Это было бы совершенно правильной процедурой по отношению к достоверности, но так нехорошо уменьшило область применения нашей теоремы, что ее можно было бы применить только к тетраэдру. Вместе с контр- 10 примерами мы выбросили бы и все наши примеры, кроме одного.

Поэтому мы разумно приняли вторую возможность: вместо *сужения* области теоремы вследствие 15 включения леммы мы *расширили* ее, заменив лемму, сделанную ложной, другой, не являющейся таковой. Но этот существенный образец формирования теоремы был скоро забыт, и Ламбда не позаботился о том, чтобы сформулировать его в качестве эвристического 20 правила. Оно было бы таким:

*Правило 4. Если вы имеете контрпример, являющийся локальным, но не глобальным, попробуйте исправить ваш анализ доказательства, заменив от- 25 вергнутую лемму неопровергнутой другой.*

Контрпримеры первого типа (локальные, но не глобальные) могут представить нам возможность *увеличить* содержание нашей теоремы, которое по- 30 стоянно *сокращается* под давлением контрпримеров третьего типа (глобальных, но не локальных).

Гамма. *Правило 4* снова выявляет слабость предложенной Альфой и теперь устраненной «анализирующей доказательства зрелой интуиции». Он составил бы список подозрительных лемм, непосредственно

<sup>90</sup> Омега, по-видимому, забывает третью возможность: Гамма может с успехом требовать, что поскольку локальные, но не глобальные, контрпримеры не обнаруживают какого-нибудь нарушения принципа обратной передачи ложности, то нет надобности в каких-нибудь действиях.



включил их и затем — не беспокоясь о контрпримерах — формулировал бы почти пустые теоремы.

Учитель. Омега, послушаем обещанный вами второй пример.

- 5 Омега. У Беты в анализе доказательства вторая лемма состояла в том, что все грани треугольны. Это может быть опровергнуто известным числом локальных, но не глобальных контрпримеров, например, при помощи куба или додекаэдра. Поэтому вы, сэр, заметили ее леммой, которая нами не опровергается, а  
10 именно, что *«любая грань, рассеченная диагональным ребром, распадается на два куска»*. Но вместо того чтобы призвать *Правило 4*, вы порицали Бету за «невнимательный анализ доказательства». Вы согласитесь,  
15 что *Правило 4* будет лучшим советом, чем просто «будьте внимательнее».

- Бета. Вы правы, Омега, и вы также заставляете меня лучше понимать «метод лучшего сорта устранителей исключений». Они начинают с осторожного, «безопасного» анализа доказательства и, систематически  
20 применяя *Правило 4*, постепенно строят теорему, не высказывая никаких ложных положений. В конце концов, только от темперамента зависит, приближаться ли к истине сверху при помощи всегда неверных  
25 чрезмерных утверждений или же снизу при помощи всегда верных недостаточных утверждений.

- Омега. Возможно, что это правильно. Но *Правило 4* можно толковать двумя способами. До сих пор мы рассматривали только первую более слабую интерпретацию: «можно легко обработать, улучшить доказательство, заменив неверную лемму *слегка измененной*, которую контрпример не может отвергнуть; для этого  
30 нужно только «более внимательное» рассмотрение доказательства и «небольшое замечание». При этой интерпретации *Правило 4* будет просто заплаткой в рамках первоначального доказательства.  
35

- В качестве альтернативы я допускаю радикальную интерпретацию: заменить лемму — или, может быть, все леммы — не только пытаюсь выжать последнюю каплю содержания из данного доказательства,  
40

но, может быть, изобретая совершенно другое, более охватывающее, *более глубокое доказательство*.  
Учитель. Например?

Омега. Я обсуждал ранее догадку Декарта–Эйлера с одним другом, который сразу же предложил следующее доказательство: вообразим, что многогранник полый и имеет поверхность, сделанную из какого-нибудь твердого материала, например картона. Ребра должны быть отчетливо раскрашены с внутренней стороны; хорошо осветим внутренность, и пусть одна из граней будет линзой обыкновенной камеры — та самая грань, из которой я могу снять фотографию, показывающую все ребра и вершины.

Сигма (*в сторону*). Камера в математическом доказательстве?

Омега. Таким образом, я получаю изображение плоской сети, с которой можно проделать то же самое, что и с плоской сетью вашего доказательства. Таким же образом я могу показать, что для односвязных граней  $V - E + F = 1$  и после добавления невидимой грани линзы на фотографии я получаю формулу Эйлера. Основная лемма заключается в том, что у многогранника имеется такая грань, которая, будучи преобразована в линзу камеры, так фотографирует внутренность многогранника, что на пленке будут все ребра и вершины. Теперь я ввожу следующее сокращение: вместо «многогранника, имеющего одну грань, с которой можно сфотографировать *всю* внутренность», я буду говорить «квазивыпуклый многогранник».

Бета. Таким образом, ваша теорема будет: «Все квазивыпуклые многогранники с односвязными гранями являются эйлеровыми».

Омега. Для краткости и признания заслуги изобретателя этого частного доказательства я бы сказал: «*Все многогранники Жергонна будут эйлеровыми*»<sup>91</sup>.

<sup>91</sup> Доказательство Жергонна можно найти у Люилье [77, с. 177–179]. В оригинале оно, конечно, не заключало никаких фотографических устройств. Оно гласило: «Возьмите многогранник с одной прозрачной гранью; представьте себе, что



Гамма. Но имеется множество простых многогранников, которые, будучи вполне эйлеровыми, имеют такие скверные выступы внутри, что у них нет грани, с которой можно было бы сфотографировать всю внутренность. Доказательство Жергонна не будет более глубоким, чем у Коши, — наоборот, доказательство Коши глубже жергоннова!

Омега. Конечно! Я полагаю, что Учитель знал о доказательстве Жергонна, обнаружил его неудовлетворительность при помощи какого-нибудь локального, но не глобального контрпримера, и заменил оптическую лемму — фотографирование — более общей топологической леммой — растягиванием. При этом он пришел к более глубокому доказательству Коши не путем «тщательного анализа доказательства», сопровождавшегося небольшим изменением, но в результате радикального нововведения, полученного воображением.

Учитель. Я принимаю ваш пример, но доказательства Жергонна я не знал. Но если вы знали, почему же нам о нем не сказали?

Омега. Потому что я непосредственно отверг его при помощи нежергонновых многогранников, которые были эйлеровыми.

Гамма. Как я только что сказал, я тоже нашел такие многогранники. Но будет ли это доводом для совершенного уничтожения этого доказательства?

---

снаружи к этой грани приближается глаз настолько плотно, что может увидеть внутренние стороны всех других граней...» Жергонн скромно отмечает, что доказательство Коши является более глубоким, поскольку «оно имеет ценное преимущество, что совершенно не предполагает выпуклости» (однако ему не пришло в голову спросить, что же именно оно *предполагает*). Штейнер позднее снова открыл по существу то же самое доказательство [126]. Его внимание обратили на приоритет Жергонна; тогда он прочел работу Люилье со списком исключений, но это не помешало ему закончить свое доказательство такой «теоремой»: «*Все многогранники являются эйлеровыми*». Именно эта работа Штейнера заставила Гесселя — немецкого Люилье — написать свою работу [56].

Омега. Думаю, что да.

Учитель. А вы не слышали о доказательстве Лежандра? Вы и его захотите уничтожить?

Омега. Я, конечно, уничтожил бы. Оно еще менее удовлетворительно; его содержание еще беднее, чем 5  
доказательство Жергонна. Его мысленный эксперимент начинался с картографирования многогранника при помощи центральной проекции на сферу, содержащую этот многогранник. Радиус сферы он выбирал равным 1. Он выбрал центр проекции так, чтобы сфера 10  
была полностью один и только один раз покрыта сетью сферических многоугольников. Таким образом, первой его леммой было, что такая точка существует. Второй его леммой было, что для сети на сфере, полученной из многогранника, будет  $V - E + F = 2$ ; это он 15  
нашел при помощи тривиально истинных лемм сферической тригонометрии. Точка, из которой возможна такая центральная проекция, существует только для выпуклых и немногих приличных, «почти выпуклых» многогранников — класс еще более узкий, чем 20  
«квазивыпуклых» многогранников. Но теорема — «Все многогранники Лежандра являются эйлеровыми»<sup>92</sup> — полностью отличается от теоремы Коши, но

<sup>92</sup> Доказательство Лежандра можно найти в его работе [76], но там нет теоремы, порожденной доказательством, так как анализ доказательства и образование теорем были в XVIII в. по существу неизвестны. Лежандр сначала определяет многогранники как твердые тела, поверхность которых состоит из многоугольных граней [76, с. 161]. Затем он доказывает, что  $V - E + F = 2$  вообще (с. 228). Но здесь имеется устраняющая исключения поправка в примечании курсивом (р. 164), гласящая, что будут рассматриваться только выпуклые многогранники. Он игнорировал почти выпуклое обрамление. Пуансо первый, комментируя доказательство Лежандра, заметил в своей работе [96], что формула Эйлера справедлива не только для обыкновенных выпуклых тел, а именно, поверхность которых пересекается прямой линией не более чем в двух точках; она справедлива также для многогранников с входящими углами в предположении, что внутри тела можно найти точ-



только к худшему. Она, «к несчастью, неполна»<sup>93</sup>. Она представляет «пустое усилие, предполагающее условия, от которых теорема Эйлера совершенно не зависит. Она должна быть уничтожена и нужно поискать более общих принципов»<sup>94</sup>.

**Бета.** Омега прав. «Выпуклость в известной степени для эйлеровости является акцидентальной. Выпуклый многогранник может быть, например, при помощи выступа или вталкивания во внутрь одной или нескольких вершин, преобразован в невыпуклый многогранник с теми же самыми конфигурационными числами. Соотношение Эйлера соответствует чему-то более фундаментальному, чем выпуклость»<sup>95</sup>. И вы никогда не поймаете это вашими «почти» или «квази» пустяками.

**Омега.** Я думал, что учитель нашел это в топологических принципах доказательства Коши, в котором все леммы Лежандра доказательства заменены совершенно новыми. Но тогда я натолкнулся на многогранник, отвергший даже это доказательство, которое наверняка является самым глубоким из всех до него. Учитель. Послушаем.

**Омега.** Вы все помните «морского ежа» Гаммы (рис. 7). Он, конечно, не был эйлеровым. Но не все звездча-

ку, служащую центром сферы, на которую прямыми линиями, идущими из центра, можно спроектировать грани многогранника так, чтобы их проекции не перекрывали друг друга. Это применимо к бесконечному множеству многогранников с входящими углами. Действительно, при этом положении доказательство Лежандра применимо ко всем таким добавочным многогранникам.

<sup>93</sup> Жонкьер продолжает, снова заимствуя аргумент у Пуансо [97]: «Призывая Лежандра и подобные высокие авторитеты, только способствуешь широко распространенному предубеждению, которое пленило даже некоторые из наилучших интеллектов, а именно, что область применимости теоремы Эйлера ограничена только выпуклыми многогранниками» [66, с. 111].

<sup>94</sup> Это из Пуансо [97, с. 70].

<sup>95</sup> [124, с. 143—144].



тые многогранники будут неэйлеровыми. Возьмите, например, «большой звездчатый додекаэдр» (рис. 15). Он состоит из пентаграмм, но только иначе расположенных. Он имеет 12 граней, 30 ребер и 20 вершин, так что  $V - E + F = 2^96$ .

5

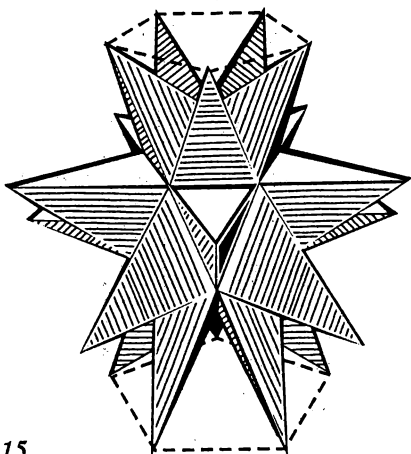


рис. 15.

Учитель. Значит, вы отбрасываете наше доказательство?

Омега. Да. Удовлетворительное доказательство должно объяснить также и эйлеровость «большого звездчатого додекаэдра».

10

Ро. А почему не допустить, что «большой звездчатый додекаэдр» состоит из треугольников? Ваши затруднения мнимы.

Дельта. Я соглашусь. Но они будут мнимыми по другой причине. Я теперь занялся звездчатыми многогранниками; они так увлекательны. Но я боюсь, что они существенно отличаются от обычных многогранников; поэтому возможно, что нельзя придумать доказательство, которое одной единственной идеей

15

<sup>96</sup> Этот «большой звездчатый додекаэдр» уже был придуман Кеплером [70, с. 58], затем независимо от него Пуансо [96], который испытывал его на эйлеровость. Рисунок 15 взят из книги Кеплера.



объяснило бы эйлеров характер, скажем, куба и *также* «большого звездчатого додекаэдра».

Омега. Почему же нет? У вас нет воображения. Стали бы вы настаивать после доказательства Жергонна и до Коши, что выпуклые и вогнутые многогранники будут существенно различными? Поэтому возможно, что нельзя придумать доказательства, которое одной единственной идеей объяснило бы Эйлеров характер выпуклых и вогнутых многогранников. Позвольте мне привести место из «Диалогов» Галилея.

*Сазредо.* Как вы видите, все планеты и спутники — назовем всех их «планетами» — движутся по эллипсам.

15 *Сальвиати.* Я боюсь, что существуют планеты, движущиеся по параболам. Посмотрите на этот камень. Я бросаю его; он движется по параболе.

*Симпличио.* Но этот камень не планета! Это два совершенно различных явления!

20 *Сальвиати.* Конечно, этот камень будет планетой, только брошенной менее могущественной рукой, чем та, которая бросила Луну.

25 *Симпличио.* Глупости! Как вы можете соединять вместе небесные и земные явления? Одно не имеет ничего общего с другим! Конечно, оба явления могут быть объяснены доказательствами, но я, конечно, ожидаю, что оба объяснения будут совершенно различными! Я не могу вообразить доказательства, которое при помощи одной единственной идеи объяснило движение планеты в небе и ядра на Земле!

30 *Сальвиати.* Вы не можете вообразить его, а я могу придумать его»<sup>97</sup>.

Учитель. Бросим ядра и планеты. Омега, удалось ли вам найти доказательство, которое охватило бы вместе обычные эйлеровы многогранники и эйлеровы звездчатые многогранники?

Омега. Я не нашел. Но я его найду.

<sup>97</sup> Я не был в состоянии определить, откуда взята эта цитата. (Это — шутовское подражание Галилею. — *Прим. пер.*)

Ламбда. Скажите, в чем же дело с доказательством Коши? Вы должны объяснить, почему отвергаете одно доказательство за другим.

*б) Стремление к окончательным  
доказательствам и соответствующим  
необходимым и достаточным условиям*

Омега. Вы критиковали анализы доказательства за крушение обратной передачи ложности при помощи контрпримеров третьего типа. Теперь я критикую их за крушение *передачи* ложности (или, что то же самое, *обратной передачи истины*) при помощи контрпримеров второго типа. Доказательство должно объяснить явление эйлеровости в полном его объеме.

Мои поиски имеют целью не только верность, но также и *окончателность*. Теорема должна быть верной — не должно быть никаких контрпримеров внутри ее области; но она также должна быть *окончательной*; не должно быть никаких контрпримеров *вне* ее области. Я хочу провести граничную линию между примерами и контрпримерами, а совсем не между, с одной стороны, безопасной областью с небольшим числом примеров, а, с другой стороны, с мешком, содержащим смесь примеров и контрпримеров.

Ламбда. Итак, вы хотите, чтобы условия теоремы были не только достаточными, но также и необходимыми!

Каппа. Вообразим в целях доказательства, что вы нашли такую магистральную теорему. *«Все магистральные многогранники будут эйлеровыми»*. Понимаете ли вы, что эта теорема будет «окончательной» только в том случае, если будет верной обратная теорема: *«Все эйлеровы многогранники будут магистральными многогранниками»*?

Омега. Конечно.

Каппа. Значит ли это, что если в порочной бесконечности потеряется верность, то будет потеряна также



и окончательность? Вы должны находить, по крайней мере, по одному эйлерову многограннику вне области каждого из ваших все более глубоких доказательств.

- 5 **Омега.** Конечно, я знаю, что не могу решить проблему окончательности, не решив проблемы верности. Я уверен, что мы решим обе. Мы остановим бесконечный поток контрпримеров как первого, так и третьего типа.
- 10 **Учитель.** Ваши поиски увеличивающегося содержания очень важны. Но почему не признать ваш второй критерий удовлетворительности — окончательность — лишь *желательным, но не обязательным*? Почему отвергать интересные доказательства, не содержащие сразу достаточных и необходимых условий? Почему рассматривать их как опровергнутые?

**Омега.** Ну...<sup>98</sup>

- Ламбда.** Во всяком случае, Омега вполне убедил меня, что единственное доказательство может быть недостаточным для критического улучшения наивной догадки. Наш метод должен заключать радикальную формулировку *Правила 4*, и тогда он должен быть на-

<sup>98</sup> Ответ заключается в знаменитой папповой эвристике античности, которая применялась только к нахождению «финальных», «окончательных» истин, т. е. к теоремам, которые содержали сразу и необходимые и достаточные условия. Для «задачи на доказательство» основное правило эвристики было: «Если у вас есть догадка, то выведите из нее следствия. Если вы придете к следствию, о котором известно, что оно ложно, то догадка была ложной. Если вы придете к следствию, о котором известно, что оно истинно, то обратите порядок доказательств и, если догадка может быть таким образом выведена из истинных следствий, то она была истинной» (ср. [53, т. 1, с. 138–139]). Принцип «*causa aequat effectu*» [причина равна следствию.— *Прим. пер.*] и поиски теорем с необходимыми и достаточными условиями заключались в этой традиции. Только в семнадцатом веке, когда все усилия применить паппову эвристику к новой науке оказались тщетными, поиски верности получили верх над поисками окончательности.

зван методом «*доказательств и опровержений*» вместо «*доказательства и опровержений*».

Мю. Извините мое вмешательство. Результаты вашей дискуссии я как раз перевел в квазитопологические термины. Метод включения лемм дал сужающуюся 5 последовательность найденных *областей постепенно исправляемых теорем*: в процессе появления скрытых лемм эти области сокращались под непрерывной атакой глобальных контрпримеров и стремились к некоторому *пределу*; назовем этот предел «*областью 10 анализа доказательств*». Если мы применяем более слабую формулировку Правила 4, то эта область может быть расширена под продолжающимся давлением локальных контрпримеров. Эта расширяющаяся последовательность будет тоже иметь предел; я на- 15 зову его «*областью доказательства*». Дискуссия показала, что даже и эта область может быть очень узкой (возможно, даже пустой). Нам придется придумывать более *глубокие доказательства*, области которых составят *расширяющуюся последователь- 20 ность*, включающую все более и более упорствующие эйлеровы многогранники, бывшие локальными контр-примерами для предшествующих доказательств. Эти области, являющиеся и сами предельными областями, будут сходиться к двойному пределу — «*области 25 наивной догадки*», — которая является целью исследования.

Топология этого эвристического пространства является проблемой математической философии: если последовательности бесконечны, то будут ли 30 они вообще сходиться, стремиться к пределу, может ли предел быть пустым множеством?

Эпсилон. Я нашел более глубокое доказательство, чем у Коши, которое объясняет также эйлеровость «большого звездчатого додекаэдра»! (*Передает за- 35 писку Учителю.*)

Омега. Окончательное доказательство! Теперь будет раскрыта истинная сущность эйлеровости!

Учитель. Я очень жалею, но время истекает: мы об- судим крайне утонченное доказательство Эпсилона 40



как-нибудь в другое время<sup>99</sup>. Все, что я вижу, сводится к тому, что оно не будет окончательным в смысле Омеги. Не правда ли, Бета?

6) *Различные доказательства  
дают различные теоремы*

Бета. Наиболее интересная вещь, которую я уяснил из этой дискуссии, заключается в том, что различные доказательства той же самой наивной догадки приводят к различным теоремам. *Единственная догадка Декарта–Эйлера исправляется каждым доказательством в отдельную теорему.* Наше первоначальное доказательство дало: «Все многогранники Коши суть эйлеровы». Теперь мы узнали кое-что о двух совершенно различных теоремах: «*Все многогранники Жергонна суть эйлеровы*» и «*Все многогранники Лежандра суть эйлеровы*». Три доказательства и три теоремы с одним общим предком<sup>100</sup>. Обычное выражение «различные доказательства теоремы Эйлера» будет тогда не совсем правильным, так как оно скрывает жизненную роль доказательства в образовании теорем<sup>101</sup>.

<sup>99</sup> Это доказательство принадлежит Пуанкаре (см. его работы [91] и [92]).

<sup>100</sup> Есть много других доказательств догадки Эйлера. Детальный эвристический разбор доказательств Эйлера, Жордана и Пуанкаре см. в [71].

<sup>101</sup> Пуансо, Люилье, Коши, Штейнер, Крелле все думали, что различные доказательства доказывают одну и ту же теорему — «теорему Эйлера». Прочитируем характерную фразу из стандартного учебника: «Эта теорема восходит к Эйлеру, первое доказательство дано Лежандром, второе Коши» [28, т. II, с. 671].

Пуансо очень близко подошел к тому, чтобы заметить эту разницу, когда сказал, что лежандрово доказательство применимо не только к обыкновенным выпуклым многогранникам. Но когда он затем сравнил доказательство Лежандра с эйлеровым (тем, которое основано на обрезании пирамидальных

углов многогранника так, что в окончательном результате получается тетраэдр с неизменившейся эйлеровой характеристикой) (1751), то он отдал предпочтение лежандрову на основании «простоты». Эта «простота» стоит здесь в согласии с идеей XVIII в. о строгости: ясность в мысленном эксперименте. Ему не пришло в голову сравнить оба доказательства по *содержанию*; тогда эйлерово доказательство оказалось бы более высоким. (По существу в доказательстве Эйлера нет никаких неправильностей. Лежандр применил субъективный стандарт современной ему строгости и пренебрег объективным стандартом содержания.)

Люилье в скрытой критике этого места (он не упоминает Пуансо) указывает, что простота Лежандра является только «кажущейся», потому что она предполагает довольно большое предварительное знание сферической тригонометрии [77, с. 171]. Но Люилье тоже верит, что Лежандр «*доказал ту же теорему*», что и Эйлер (там же, с. 170).

Штейнер присоединяется к нему в оценке доказательства Лежандра и во мнении, что все доказательства доказывают ту же теорему [126]. Единственная разница заключается в том, что, по Штейнеру, все различные доказательства доказывают, что «*все многогранники будут эйлеровыми*», по Люилье же, все различные доказательства доказывают, что «*все многогранники, не имеющие туннелей, пустот и кольцевидных граней, будут эйлеровыми*».

Коши написал свою работу [19] о многогранниках, когда ему еще было чуть больше двадцати лет, задолго до его революции строгости, и нельзя упрекать его, что он во введении ко второй части своего трактата повторяет принадлежащее Пуансо сравнение доказательств Эйлера и Лежандра. Он — как и большинство его современников — не понял различия в глубине разных доказательств и не мог оценить действительную силу своего собственного доказательства. Он думал, что дал только *еще одно доказательство той же самой теоремы*, но с готовностью подчеркивал, что просто получил тривиальное обобщение формулы Эйлера для некоторых групп многогранников.

Жергонн был первым, кто оценил несравненную глубину доказательства Коши [77, с. 179].



Пи. Разница между различными доказательствами лежит гораздо глубже. Только наивная догадка относится к многогранникам. Теоремы касаются соответственно объектов Коши, жергонновых и лежандровых, — но никоим образом не многогранников.

Бета. Вы пытаетесь шутить?

Пи. Нет, я объясню мою точку зрения. Но я сделаю это в более широком контексте — я хочу обсудить вообще *формирование понятий*.

10 Дзета. Лучше бы сначала обсудить *содержание*. Я нахожу *Правило 4* Омеги очень слабым — даже в его радикальной формулировке.

Учитель. Правильно. Давайте послушаем сначала о том, как Дзета подходит к проблеме содержания, а  
15 затем откроем наши дебаты дискуссией об образовании понятий.



## 7. Проблема пересмотра содержания

### а) «Наивность» наивной догадки

Дзета. Я согласен с Омегой и также оплакиваю факт, что устранители монстров, исключений и инкорпораторы лемм все стремятся к некоторой истине за счет содержания. Но его *Правило 4*, требующее более глубоких доказательств той же самой наивной догадки, не будет достаточным. Почему наши поиски содержания должны быть ограничены первой наивной догадкой, на которую мы напали? Почему целью нашего исследования должна быть «область наивной догадки»?

Омега. Я не понимаю вас. Конечно, нашей задачей было найти область истинности отношения  $V - E + F = 2$ ?

Дзета. Нет! Нашей задачей было найти связь  $V$ ,  $E$  и  $F$  для любого многогранника. Ведь только по чистой случайности мы сначала познакомились с многогранниками, для которых  $F - E + F = 2$ . Но критическое исследование этих «эйлеровых» многогранников показало нам, что неэйлеровых многогранников существует гораздо больше, чем эйлеровых. Почему же нам не обратить внимания на область истинности  $V - E + F = -6$ ,  $V - E + F = 28$  или  $V - E + F = 0$ ? Разве они не так же интересны?

Сигма. Вы правы. Мы обратили так много внимания на  $V - E + F = 2$  только по той причине, что первоначально считали это истинным. Теперь же мы знаем, что это не так, — нам нужно найти *новую, более глубокую наивную догадку*...

Дзета. ... которая будет менее наивной...

Сигма. ... которая даст соотношение между  $V$ ,  $E$  и  $F$  для *любого* многогранника.

- Омега. Зачем спешить? Решим сначала более скромную задачу, которую мы поставили перед собой: объяснить, почему некоторые многогранники являются эйлеровыми. До сих пор мы пришли только к частичным объяснениям. Например, ни одно из найденных доказательств не объяснило, почему картинная рама с кольцеобразными гранями спереди и сзади будет эйлеровой (рис. 16). Она имеет 16 вершин, 24 ребра и 10 граней...

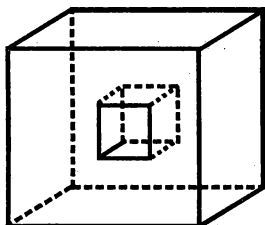


рис. 16.

- 10 Тета. Она, конечно, не будет многогранником Коши: у нее есть туннель, кольцеобразные грани...  
 Бета. И все-таки она эйлерова! Как неразумно! Если многогранник провинился один раз — туннель без кольцеобразных граней (рис. 9), — то его отбрасывают к козлицам, а тот, который сделал вдвое больше преступлений — имеет кольцеобразные грани (рис. 16), — допущен к овнам<sup>102</sup>.  
 Омега. Вы видите, Дзета, у нас достаточно загадок и для эйлеровых многогранников. Решим же их, прежде чем заняться более общей задачей.  
 20 Дзета. Нет, Омега. «На много вопросов иногда бывает легче ответить, чем только на один. Новая более претенциозная проблема может оказаться более легкой, чем первоначальная»<sup>103</sup>. В самом деле, я покажу, что ваша узкая случайная задача может быть решена только после решения более широкой, существенной.  
 25 Омега. Но я хочу раскрыть секрет эйлеровости!

<sup>102</sup> Эта задача, была отмечена Люилье [77, с. 189] и независимо от него Гесселем [56]. В статье Гесселя рисунки обеих картинных рам помещены рядом.

<sup>103</sup> Пойя называет это «парадоксом изобретателя» [98, с. 110].

Дзета. Я понимаю ваше упорство: вы поставили задачу определить, где Бог поместил твердь, отделяющую эйлеровы многогранники от неэйлеровых. Но нет основания думать, что слово «эйлеров» вообще встречалось у Бога в плане вселенной. А что если эйлеровость 5 только случайное свойство некоторых многогранников? В этом случае будет неинтересно, или даже невозможно, найти случайные зигзаги в демаркационной линии между эйлеровыми и неэйлеровыми многогранниками. Тем более это допущение оставит незапятнанным рационализм, потому что эйлеровость не будет тогда частью рационального плана вселенной. Поэтому забудем об этом. Один из основных пунктов критического рационализма заключается в том, что надо быть всегда готовым во время решения оставить свою 10 первоначальную задачу и заменить ее другой. 15

*б) Индукция как основа метода  
доказательств и опровержений*

Сигма. Дзета прав. Какое несчастье!

Дзета. Несчастье?

Сигма. Да. Вы теперь хотите ввести новую «наивную догадку» о соотношении между  $V$ ,  $E$  и  $F$  для любого 20 многогранника, не правда ли? Невозможно! Взгляните на большую толпу контрпримеров. Многогранники с полостями, многогранники с кольцеобразными гранями, с туннелями, сросшиеся друг с другом в ребрах, в вершинах...  $V - E + F$  может принять вообще 25 любое значение. Вы, пожалуй, не сумеете разглядеть в этом хаосе какой-нибудь порядок! Твердую почву эйлеровых многогранников мы покинули для болота! Мы невозвратно потеряли наивную догадку и не имеем надежды получить другую! 30

Дзета. Но...

Бета. А почему нет? Вспомните кажущийся безнадежным хаос в нашей таблице чисел вершин, ребер и граней даже у самых обыкновенных многогранников.



	Многогранники	F	V	E
1.	Куб	6	8	12
2.	Треугольная призма	5	6	9
3.	Пятиугольная призма	7	10	15
4.	Четырехугольная пирамида	5	5	8
5.	Треугольная пирамида	4	4	6
6.	Пятиугольная пирамида	6	6	10
7.	Октаэдр	8	8	12
8.	«Башня»	9	9	16
9.	Усеченный куб	7	10	15

Мы столько раз не могли подобрать для них формулу<sup>104</sup>. Но потом внезапно нас поразил настоящий закон, управляющий ими:

$$V - E + F = 2.$$

5. Каппа (в сторону). «Настоящий закон»? Странное название для полнейшей ложности.

Бета. Все, что мы должны теперь сделать, это дополнить нашу таблицу новыми данными для неэйлеровых многогранников и поискать новую формулу: при наличии терпеливого прилежного наблюдения и некоторого счастья мы попадем на правильную формулу; затем мы можем снова ее улучшить, применяя метод доказательств и опровержений!

- 10 Дзета. Терпеливое, прилежное наблюдение? Пробовать одну формулу за другой? Может быть, вы придумаете гадательную машину, которая будет давать вам случайные формулы и пробовать их на вашей таблице? Неужели вы так думаете о прогрессе науки?

- 15 Бета. Не понимаю вашего гнева. Ведь вы, конечно, согласитесь, что начало нашего знания, наши наивные догадки могут прийти только после прилежного наблюдения и внезапного прозрения, как бы много ни взял на себя наш критический метод «доказательств и опровержений», после того как мы найдем  
20 наивную догадку? Любой дедуктивный метод должен начинаться с индуктивного основания!  
25

<sup>104</sup> Эта таблица заимствована у Пойя [101, с. 36].

Сигма. Ваш индуктивный метод никогда не принесет удачи. Мы пришли к  $F - E + F = 2$  только потому, что в нашей первоначальной таблице не было ни картинной рамы, ни морского ежа. Теперь же, когда этот исторический инцидент...

5

Каппа (в сторону). ... или благосклонное божественное руководство...

Сигма. ... более уже не существует, вы никогда не сможете из хаоса «индуцировать» порядок. Мы начали с долгого наблюдения и со счастливым прозрением — и потерпели поражение. Теперь вы предлагаете начать снова с еще более долгим наблюдением и с более счастливым прозрением. Даже если бы мы пришли к какой-нибудь новой наивной догадке — в чем я сомневаюсь — мы кончили бы только такой же путаницей.

15

Бета. Может быть, вы хотите совсем отказаться от исследования? Нам *нужно* начать снова — прежде всего с некоторой новой наивной догадки, а затем снова пройти через метод доказательств и опровержений.

Дзета. Нет, Бета. Я согласен с Сигмой, поэтому и не начну опять с новой наивной догадки.

20

Бета. Тогда с чего же вы хотите *начать*, если не с индуктивного обобщения на низшем уровне в качестве наивной догадки? Или у вас есть какой-нибудь другой метод для начала?

25

*в) Дедуктивная догадка  
против наивной догадки*

Дзета. Начинать? Зачем я должен *начинать*? Мой ум не пуст, когда я открываю (или изобретаю) задачу.

Учитель. Не дразните Бету. Вот задача: *имеется ли соотношение между числами вершин, ребер и граней многогранника, аналогичное тривиальному соотношению между числами вершин и сторон многоугольника  $V = E$ ?*<sup>105</sup> Как вы приметесь за эту задачу?

30

<sup>105</sup> См. главу 1.





Дзета. Прежде всего, я не имею стипендии от правительства для производства подробной описи многогранников, а также не обладаю армией ассистентов для подсчета их вершин, ребер и граней и составления

5 таблиц по этим данным. Но если бы даже все это у меня было, я не имел бы терпения — или интереса — испытывать пригодность одной формулы за другой.

Бета. Что же тогда? Вы ляжете на диван, закроете глаза и забудете о данных?

10 Дзета. Так точно я и сделаю. Чтобы начать, мне нужна идея, а не какие-либо данные.

Бета. А откуда вы возьмете идею?

Дзета. Она уже имеется в нашем уме, когда мы формулируем задачу; фактически она имеется уже в са-

15 мой формулировке задачи.

Бета. Какая же идея?

Дзета. Та, что для многоугольника  $V = E$ .

Бета. Ну так что же?

Дзета. Задача никогда не приходит с неба. Она всегда связана с нашим земным знанием. Мы знаем, что для многоугольников  $V = E$ . Теперь многоугольник есть система многоугольников, состоящая из одного единственного многоугольника. Многогранник есть система многоугольников, состоящих более чем из

20 одного многоугольника. Но для многогранников  $V \neq E$ . В каком пункте отношение  $V = E$  отказалось служить при переходе от монополигональных систем к полиполигональным? Вместо того чтобы собирать данные, я прослежу, как эта задача возникла на основе нашего земного знания, или каковы были ожидания, опровержение которых представило эту задачу.

30

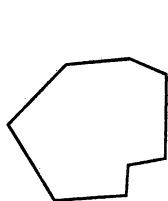
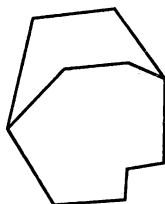
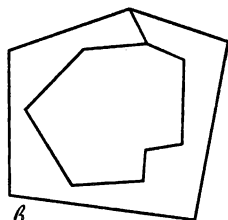


рис. 17. а



б



в

**Сигма.** Правильно. Последуем вашим рекомендациям. Для всякого многоугольника  $E - V = 0$  (рис. 17 а). Что случится, если я прикреплю к нему другой многоугольник (необязательно в той же плоскости)? Добавляемый многоугольник имеет  $n_1$  сторон и  $n_1$  вершин; 5 если мы прикрепим его к первоначальному по цепочке из  $n_1'$  ребер и  $n_1' + 1$  вершин, то мы увеличим число ребер на  $n_1 - n_1'$ , а число вершин на  $n_1 - (n_1' + 1)$ ; значит, в новой 2-полигональной системе получится избыток в числе ребер над числом вершин:  $E - V = 1$  10 (рис. 17 б); необычное, но совершенно допустимое приращение мы видим на рис. 17, в. «Приращение» новой грани к системе будет всегда увеличивать этот избыток на единицу; следовательно, для построенной таким образом F-полигональной системы бу- 15 дет всегда  $E - V = F - 1$ .

**Бета.** Или  $V - E + F = 1$ .

**Ламбда.** Но ведь это неверно для большей части полигональных систем. Возьмите куб...

**Сигма.** Но мое построение может привести только 20 к «открытым» полигональным системам — ограниченными цепочкой ребер. Мой мысленный эксперимент я могу легко распространить на «закрытую» полигональную систему без такой границы. Это закрытие может быть произведено, если мы такую со- 25 судообразную систему покроем многоугольником — крышкой; приращение такого покрывающего многоугольника увеличит F на единицу без изменения V или E...

**Дзета.** Итак, для закрытой полигональной систе- 30 мы — и закрытого многогранника, — построенной таким образом,  $V - E + F = 2$ ; догадка, которую мы теперь получили без «наблюдения» числа вершин, ребер и граней одного многогранника!

**Ламбда.** И теперь вы можете применить метод до- 35 казательств и опровержений без какой-нибудь «индуктивной отправной точки».

**Дзета.** С той разницей, что вам уже не надо будет выдумывать доказательство — оно уже получилось готовым. Вы можете продолжать непосредственно с 40



опровержениями, анализом доказательства, образованием теоремы.

Ламбда. Тогда в вашем методе — вместо наблюдений — доказательство предшествует наивной догадке<sup>106</sup>.

Дзета. Ну, я не назвал бы «наивным» предположение, которое выросло из доказательства. В моем методе нет места для индуктивных наивностей.

Бета. Есть возражение! Вы только отодвинули назад наивное индуктивное начало: вы же начали с « $V = E$  для многоугольников». Разве вы не основываете это на наблюдениях?

Дзета. Как большинство математиков, я не умею считать. Я только что попытался сосчитать стороны и вершины у семиугольника; сначала я нашел 7 сторон и 8 вершин, а затем, второй раз, 8 сторон и 7 вершин...

Бета. Шутки в сторону, как вы получили  $V = E$ ?

Дзета. Я был глубоко потрясен, когда впервые понял, что для треугольника  $V - E = 0$ . Я, конечно, хорошо знал, что для одного ребра  $V - E = 1$  (рис. 18 а). Я знал также, что присоединение новых ребер всегда увеличивает на единицу и число ребер и число вершин (рис. 18 б и 18 в). Почему же тогда в полигональных системах ребер будет  $V - E = 0$ ? Потом я понял, что это получается вследствие перехода от открытой системы ребер (которая ограничивается двумя вершинами) к закрытой системе ребер (которая не имеет такой границы), так как мы «закрываем» открытую систему, вставляя ребро без добавления новой вершины. Таким образом, я доказал, но не наблюдал, что для многоугольников будет  $V - E = 0$ .



рис. 18. а



б



в



рис 19.

<sup>106</sup> Это важное уточнение для примечания 17.



**Бета.** Ваша хитрость не поможет вам. Вы только еще дальше отодвинули назад индуктивную отправную точку; теперь обратимся к утверждению, что для всякого ребра  $V - E = 1$ . Вы это доказали или *наблюдали*?

**Дзета.** Я доказал это. Я, конечно, знал, что для одной вершины  $V = 1$  (рис. 19). Моей задачей было построить аналогичное соотношение...

**Бета** (яростно). Разве вы не *наблюдали*, что для точки  $V=1$ ?

**Дзета.** А вы наблюдали это? (*В сторону, к Пи.*) Должен ли я сказать ему, что моей «индуктивной отправной точкой» было пустое пространство? Что я начал с того, что «наблюдал» *ничто*?

**Ламбда.** Во всяком случае, два пункта мы установили. Сначала Сигма аргументировал, что только *благодаря исторической случайности можно прийти к наивной индуктивной догадке*; если имеешь перед собой реальный хаос фактов, то вряд ли сможешь подвести их под изящную формулу. Затем Дзета показал, что *для логики доказательств и опровержений мы совсем не нуждаемся ни в наивной догадке, ни в индуктивистской отправной точке*.

**Бета.** Возражение! А как быть с теми прославленными наивными догадками, которым *не* предшествовали (или даже за которыми не следовали) доказательства, вроде догадки о четырех цветах, которая говорит, что четырех цветов вполне достаточно для того, чтобы раскрасить любую карту, или догадки Гольдбаха? Ведь только благодаря историческим случайностям доказательства могут предшествовать теоремам, или может иметь место «дедуктивная догадка» Дзеты; в других случаях первыми бывают наивные индуктивные догадки.

**Учитель.** Мы, конечно, должны усвоить *оба* эвристических образца; *дедуктивная догадка* является самой лучшей, но *наивная догадка* лучше, чем отсутствие всякой догадки. Но *наивная догадка* — *не индукция*; *такие вещи, как индуктивные догадки, не существуют!*

**Бета.** Но ведь мы нашли наивную догадку при помощи *индукции*! «Это значит, что она была внушена





наблюдением, указана особыми событиями... И среди частных случаев, которые мы рассмотрели, мы могли различить две группы: те, которые предшествовали формулировке догадки, и те, которые появились потом. Первые *подказали* догадку, вторые *поддержали* ее. Оба ряда случаев произвели некоторого рода контакт между догадкой и «фактами»...<sup>107</sup>. Этот двойной контакт и представляет сердце индукции; первый создает *индуктивную эвристику*, второй дает индуктивное оправдание, или *индуктивную логику*.

Учитель. Нет! Факты не подсказывают догадок и тем более не поддерживают их!

Бета. Тогда что же подсказало *мне*  $F - E + F = 2$ , если не факты, собранные в моей таблице?

Учитель. Я скажу вам. Вам самим несколько раз не удавалось подвести их под формулу. Произошло следующее: у вас были три или четыре догадки, которые по очереди были быстро отвергнуты. Ваша таблица была построена в процессе проверки и опровержения этих догадок. Эти мертвые и теперь уже забытые догадки подсказали факты, а не факты подсказали догадки. *Наивные догадки не являются индуктивными догадками; мы приходим к ним путем испытаний и ошибок, через предположения и опровержения*<sup>108</sup>.

Но если вы думаете — неправильно, — что пришли к ним индуктивным путем от ваших таблиц, если вы верите, что чем длиннее таблица, тем больше догадок она подскажет и потом поддержит, то вы можете потратить даром свое время, собирая ненужные данные. Таким образом, проникшись доктриной, что путь открытия ведет от фактов к догадкам и от догадки к доказательству (миф индукции), вы можете

<sup>107</sup> [101, т. I, с. 5, 7].

<sup>108</sup> Эти испытания и ошибки были прекрасно реконструированы Пойя. Первая догадка состоит в том, что  $F$  возрастает вместе с  $V$ . Когда это было отвергнуто, то последовали еще две догадки:  $E$  возрастает вместе с  $F$ ;  $E$  возрастает вместе с  $V$ . Четвертой была выигрышная догадка:  $P + V$  возрастает вместе с  $E$  [101, т. I, с. 35–37].

полностью забыть об эвристической альтернативе: дедуктивном угадывании<sup>109</sup>.

*Математическая эвристика очень похожа на научную эвристику — не потому, что обе являются индуктивными, но потому, что обе характеризуются догадками, доказательствами и опровержениями.* Важная разница заключается в природе соответствующих догадок, доказательств (в науке — объяснений) и контрпримеров<sup>110</sup>.

**Бета.** Понимаю. Тогда наша наивная догадка никогда не была первой догадкой, «подсказанной» жесткими непредположительными фактами; ей предшествовали многие «донаивные» догадки и опровержения. Логика догадок и опровержений не имеет исходной точки, но логика доказательств и опровержений имеет ее: она начинается с первой наивной догадки, за которой должен последовать мысленный эксперимент.

**Альфа.** Может быть. Но тогда я не стал бы называть ее «наивной».

**Каппа** (*в сторону*). Даже в эвристике нет такой вещи, как совершенная *наивность*.

<sup>109</sup> С другой стороны, те, которые вследствие обычного дедуктивного представления математики начинают думать, что путь открытия идет от аксиом и (или) определений к доказательствам и теоремам, могут полностью забыть о возможности и важности наивного угадывания. Фактически в математической эвристике наибольшую опасность представляет дедуктивизм, тогда как в научной эвристике, наоборот, индуктивизм.

<sup>110</sup> Возрождением математической эвристики в этом веке мы обязаны Поля. Его подчеркивание сходств между математической и научной эвристикой является одной из важных черт его замечательного труда. То, что можно рассматривать как единственную его слабость, — связано с его силой: он никогда не ставил под вопрос индуктивность науки и вследствие своего правильного представления глубоких аналогий между научной и математической эвристикой пришел к мысли, что математика тоже является индуктивной. То же самое случилось ранее с Пуанкаре (см. его книгу [93, Введение]) и также с Фреше [46].



Бета. Главное — как можно скорее выйти из периода испытаний и ошибок, быстро перейти к мысленным экспериментам, не имея слишком много «индуктивно-го» уважения к «фактам». Это уважение может задерживать рост знания. Представьте себе, что при помощи испытаний и ошибок вы пришли к догадке  $V - E + F = 2$  и что она будет сразу же отвергнута наблюдением: для картинной рамы  $V - E + F = 0$ . Если вы слишком уважаете факты, в особенности когда они опровергают ваши догадки, вы пойдете снова к до-наивным испытаниям и ошибкам и будете искать другую догадку. Но если вы обладаете лучшей эвристикой, то вы, по крайней мере, *попытайтесь* игнорировать неприятное испытание наблюдением и попробуете *испытание мысленным экспериментом*, вроде доказательства Коши.

Сигма. Какая путаница! Зачем называть *испытанием доказательство Коши*?

Бета. Зачем называть *испытанием доказательство Коши*? Это было испытание! Послушайте. Вы начали с наивной догадки:  $V - E + F = 2$  для всех многогранников. Затем вы отсюда вывели следствие: «если наивная догадка справедлива, то после устранения одной грани для оставшейся сети будет  $V - E + F = 1$ »; «если это следствие справедливо, то  $V - E + F = 1$ , даже после триангуляции»; «если это последнее следствие справедливо, то  $V - E + F = 1$  будет справедливым, когда мы будем отнимать треугольники по одному»; «если это верно, то  $V - E + F = 1$  для одного-единственного треугольника»...

Теперь это последнее заключение оказалось общеизвестным, истинным. Но что произошло бы, если бы мы заключили, что для единственного треугольника  $V - E + F = 0$ ? Мы сразу же отвергли бы первоначальное предположение как ложное. Все, что мы сделали, сводится к тому, что мы испробовали нашу догадку, а именно выводили из нее следствия. Испытание, по-видимому, подтвердило нашу догадку. Но подтверждение еще не доказательство.

Сигма. Но тогда наше доказательство доказало даже еще меньше, чем мы думали! Тогда нам нужно обра-

тить процесс и попытаться построить мысленный эксперимент, который идет в противоположном направлении: от треугольника назад к многограннику!

Бета. Это верно. Только Дзета показал, что вместо решения нашей задачи сначала путем создания наивной догадки при помощи испытаний и ошибок, затем проверки, затем обращения испытания в доказательство можно сразу же начать с реального доказательства. Если бы мы поняли возможность дедуктивного угадывания, то мы могли бы избежать всей этой псевдоиндуктивной возни!

Каппа (*в сторону*). Что за драматическая серия поворотов на 180°! Критически настроенный Альфа обратился в догматика, догматик Дельта в опровергателя, а теперь индуктивист Бета в дедуктивиста!

Сигма. Но подождите. Если за *испытательным мысленным экспериментом*...

Бета. Я назову его *анализом*...

Сигма. ...может всегда сразу последовать *доказательный мысленный эксперимент*...

Бета. Я назову его синтезом...<sup>111</sup>

Сигма. ...то будет ли «аналитическая теорема» необходимо тождественной с «синтетической»? Идя в противоположном направлении, мы можем пользоваться другими леммами<sup>112</sup>.

Бета. Если они будут другими, то синтетическая теорема должна заменить аналитическую; в конце концов, анализ только *испытывает*, тогда как синтез *доказывает*.

Учитель. Ваше открытие, что наше «*доказательство*» фактически было *испытанием*, как будто шокировало класс и отвлекло его внимание от вашего

<sup>111</sup> Согласно эвристике Паппа, математическое открытие начинается с догадки, за которой следует анализ. Предполагается, что если анализ не обнаружит ложность догадки, то затем следует синтез. Но в то время как наше понимание анализа-синтеза улучшает предположение, паппово понимание только доказывает или отвергает его.

<sup>112</sup> См. [114, с. 471].



- главного аргумента: именно, если мы имеем догадку, уже опровергнутую контрпримером, то мы должны отложить опровержение в сторону и попытаться испробовать догадку при помощи мысленного эксперимента. Таким путем мы могли бы напасть на доказательство, оставить фазу испытаний и ошибок и пустить в ход метод доказательств и опровержений. Но ведь именно это и заставило меня сказать, что «я готов заняться “доказательством” ложного предположения». И тогда Ламбда потребовал в своем *Правиле 1*: «Если вы имеете какую-нибудь догадку, то попробуйте доказать ее и опровергнуть ее».
- Дзета. Это верно. Но позвольте мне дополнить правило Ламбды и *Правило 4* Омеги так:

15 *Правило 5. Если у вас есть контрпример любого типа, попробуйте при помощи дедуктивного гадания найти более глубокую теорему, для которой уже более не будет контрпримеров.*

- 20 Омега. Вы теперь расширяете мое понятие «глубины» и, может быть, вы и правы. Но как же быть с действительным применением нашего нового правила? До сих пор оно только давало нам результаты, которые мы уже знали. Легко быть мудрым после события.
- 25 Ваше «дедуктивное гадание» как раз представляет *синтез*, соответствующий первоначальному анализу Учителя. Но теперь вы должны быть честным — вы должны использовать ваш метод для нахождения догадки, которой вы еще не знали, с обещанным увеличением содержания.
- 30

Дзета. Правильно. Я начну с теоремы, рожденной моим мысленным экспериментом: «*Все закрытые нормальные многогранники будут эйлеровыми*».

Омега. «Нормальные»?

- 35 Дзета. Я не желаю тратить времени на прохождение через метод доказательств и опровержений. Я просто называю «нормальными» все многогранники, которые могут быть построены, исходя из «совершенного» многоугольника, прикладывая к нему (а) первые  $F - 2$
- 40 граней без изменения  $V - E + F$  (это будут *откры-*

тые нормальные многогранники) и (б) наконец, закрывающую грань, которая увеличивает  $V - E + F$  на 1 (и превращает *открытый* многогранник в *закрытый*).

Омега. «Совершенный» многоугольник? 5

Дзета. Под «совершенным» многоугольником я подразумеваю такой, который может быть построен, исходя из одной-единственной вершины, прикладыванием к ней сначала  $n - 1$  ребер без изменения  $V - E$  и, наконец, последнего закрывающего ребра, которое уменьшает  $V - E$  на 1.

Омега. Будут ли ваши закрытые нормальные многогранники совпадать с многогранниками Коши?

Дзета. Я не желаю сейчас углубляться в это.

*г) Увеличение содержания  
путем дедуктивного угадывания*

Учитель. Достаточно предварительных замечаний. 15  
Посмотрим ваш вывод.

Дзета. Хорошо, сэр. Я беру два закрытых нормальных многогранника (рис. 20 а) и склеиваю их вместе по многоугольному обводу так, чтобы исчезли две склеивающиеся грани (рис. 20 б). Так как для двух 20  
многогранников  $V - E + F = 4$ , то исчезновение двух граней в соединенном многограннике восстановит

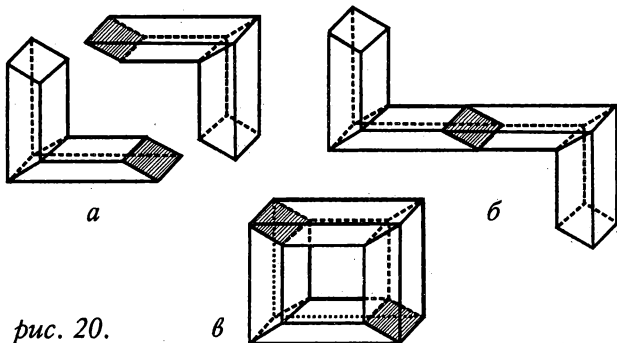


рис. 20.



формулу Эйлера — ничего удивительного после доказательства Коши, так как новый многогранник может быть легко раздут в шар. Таким образом, формула хорошо выдерживает это испытание приклеиванием.

- 5 Но попробуем теперь испытать двойное приклеивание: склеим вместе два многогранника по двум многоугольным обводам (рис. 20, в). Теперь исчезнут 4 грани и для нового многогранника  $V - E + F = 0$ .

Гамма. Это *контрпример 4* Альфы, картинная рама!

- 10 Дзета. Теперь если при помощи «двойного приклеивания» я прикреплю к этой картинной раме (рис. 20 в) еще один нормальный многогранник (рис. 21 а), то  $V - E + F$  будет  $-2$  (рис. 21 б).

Сигма. Для моносфероидального многогранника

- 15  $V - E + F = 2$ , для дисфероидального  $V - E + F = 0$ , для трисфероидального  $V - E + F = -2$ , для  $n$ -сфероидального  $V - E + F = 2 - 2*(n - 1)$ ...

Дзета. ...что представляет вашу новую догадку с содержанием, бывшим еще неизвестным, полную и с

- 20 доказательством и без составления какой-нибудь таблицы<sup>113</sup>.

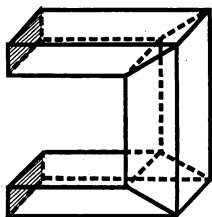
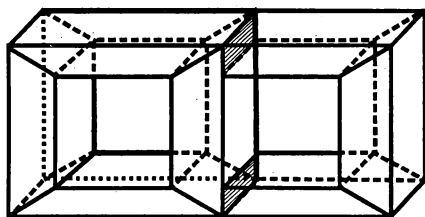


рис. 21. а



б

Сигма. Это действительно прекрасно. Вы не только объяснили упорную картинную раму, но вы создали еще бесконечное множество новых контрпримеров...

- 25 Дзета. С полным объяснением.

Ро. Я как раз пришел к тому же результату другим путем. Дзета начал с двух эйлеровых примеров и превратил их в контрпример, контролируя эксперимен-

<sup>113</sup> Это было сделано Рашигом [111].



том. Я начинаю с контрпримера и превращаю его в пример. Я сделал следующий умственный эксперимент с картинной рамой: «Пусть многогранник будет из какого-нибудь материала, который легко режется как мягкая глина; пропустим нитку через туннель, а затем через глину. Многогранник не распадется<sup>114</sup>... Но он сделается знакомым, простым сфероидальным многогранником! Это верно, мы увеличим число граней на 2, а числа и ребер и вершин на  $m$ ; но так как мы знаем, что эйлерова характеристика простого многогранника равна 2, то первоначальный должен был иметь характеристику 0. Теперь, если для того чтобы сделать многогранник простым, необходимо большее число, скажем  $n$ , таких разрезов, то его характеристика будет  $2 - 2 \cdot n$ .

**Сигма.** Это интересно. Дзета уже показал нам, что мы можем не нуждаться в догадке для начала *доказательства*, что мы можем непосредственно произвести *синтез*, т. е. доказательный умственный эксперимент над близким предложением, которое, как мы знаем, является верным. Теперь Ро показывает, что мы можем обойтись без догадки даже для начала *испытания*, но, *предполагая*, что результат уже имеется, мы можем заняться придумыванием *анализа*, т. е. проверочного мысленного эксперимента<sup>115</sup>.

**Омега.** Однако какой бы путь вы ни выбрали, все еще остаются кучи необъясненных многогранников. По вашей новой теореме для всех многогранников  $V - E + F$  будет четным числом, меньшим 2. Но мы видели также несколько многогранников с нечетными эйлеровыми характеристиками. Возьмите увенчанный куб (рис. 12) с  $V - E + F = 1...$

<sup>114</sup> [63, с. 102].

<sup>115</sup> Это тоже часть папповой эвристики. *Анализ*, начинающийся с догадки, он называет «теоретическим», а анализ, начинающийся без догадки, — «проблемным» [53, т. I, с. 138]. Первый относится к *проблемам для доказательства*, а второй — к *проблемам для решения* (или к *проблемам для нахождения*). См. также [98, с. 129–136 («Папп») и 197–204 («Работая назад»)].



Дзета. Я никогда не говорил, что моя теорема приложима ко всем многогранникам. Она применима только ко всем  $n$ -сфероидальным многогранникам, построенным согласно моей конструкции. В настоящем ее состоянии она не приводит к кольцеобразным граням.

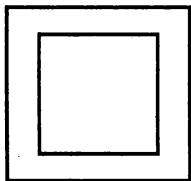
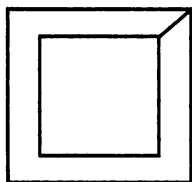


рис. 22. а



б

Омега. Да?

Сигма. Я знаю! Ее можно распространить и на многогранники с кольцеобразными гранями: можно построить кольцеобразный многоугольник, уничтожив ребро в рожденной доказательством подходящей системе многоугольников, не изменяя числа граней (рис. 22, а и 22, б). Я думаю, не существуют ли также «нормальные» системы многоугольников, построенные в согласии с нашим доказательством, в которых можно уничтожить даже более одного ребра, не уменьшая числа граней...

Гамма. Это правда. Посмотрите на такую «нормальную» систему многоугольников (рис. 23 а). Вы можете уничтожить два ребра, не уменьшая числа граней (рис. 23 б).

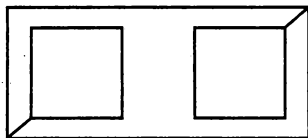
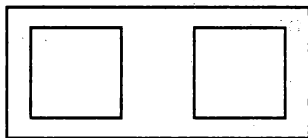


рис. 23. а



б



Сигма. Хорошо! Тогда вообще

$$V - E + F = 2 - 2(n - 1) \sum_{k=1}^F l_k$$

для  $n$ -сфероидальных, или  $n$ -связных, многогранников с  $l_k$  ребрами, которые можно уничтожить без уменьшения числа граней.

Бета. Эта формула объясняет мой увенчанный куб (рис. 12), моносфероидальный многогранник (с  $n = 1$ ) с одной кольцеобразной гранью: все  $l_k$  равны нулю, кроме  $l_1$ , которое будет 1, или:

$$\sum_{k=1}^F l_k = 1$$

следовательно,  $V - E + F = 1$ .

Сигма. Она также объясняет ваш «иррациональный» эйлеров каприз: куб с двумя кольцеобразными гранями и туннелем (рис. 16). Это дисфероидальный многогранник ( $n = 2$ ) с

$$\sum_{k=1}^F l_k = 2$$

Следовательно, его характеристика будет

$$V - E + F = 2 - 2 + 2 = 2.$$

В мире многогранников восстановлен моральный порядок<sup>116</sup>.

Омега. А как для многогранников с полостями?

<sup>116</sup> Этот «порядок» был восстановлен Люилье приблизительно с той же формулой [77, с. 189] и Гесселем с нескладной, придуманной ad hoc формулой относительно различных способов соединения друг с другом эйлеровых многогранников [56, с. 19–20].



Сигма. Я знаю! Для них нужно сложить эйлеровы характеристики каждой отдельной несвязанной поверхности<sup>117</sup>,

$$V - E + F = \sum_{k=1}^F l_k \left\{ 2 - 2(n-1) + \sum_{k=1}^F l_k \right\}$$

5 Бета. А тетраэдры-близнецы?

Сигма. Я знаю!..

Гамма. Какой смысл всей этой точности? Остановите этот поток претенциозных тривиальностей!<sup>118</sup>

<sup>117</sup> Исторически Люилье в своей книге [77] при помощи наивной догадки сумел обобщить формулу Эйлера и пришел к такой формуле:  $V - E + F = 2[(c - T + 1) + (p_1 + p_2 + \dots)]$ , где  $c$  — число полостей,  $T$  — туннелей и  $p_1$  — число внутренних многоугольников на каждой грани. Он также доказал ее для «внутренних многоугольников», но туннели как будто доставили ему затруднения. Он построил эту формулу, пытаясь разобраться в своих трех видах «исключений», но его список исключений неполон (см. прим. 37). Более того, эта неполнота не была единственной причиной ложности его наивной догадки; он не заметил, что могут существовать многосвязные полости, что не всегда можно однозначно определить число туннелей в многограннике с разветвляющимися туннелями, и что основное значение имеет не «число внутренних многоугольников», но число кольцеобразных граней (его формула отказывается в случае двух прилегающих внутренних многоугольников с общим ребром). Критику индуктивного обобщения Люилье можно найти у Листинга [79, с. 98–99].

<sup>118</sup> Немногие из числа математиков девятнадцатого столетия были смущены таким тривиальным увеличением содержания и действительно не знали, что с ним делать. Некоторые — вроде Мебиуса — пользовались определениями, устраняющими монстры; другие — вроде Гоппе — исправлением монстров. Книга Гоппе в особенности показательна. С одной стороны, он — как большое число его современников — очень хотел получить совершенно законченную «обобщенную формулу Эйлера», которая покрывала бы все. С другой стороны, он чувствовал отвращение к тривиальным сложностям. Поэтому,



Альфа. А почему должен он прекратиться? Разве тетраэдры-близнецы — монстры, а не настоящие многогранники? Тетраэдр-близнец такой же хороший многогранник, как и ваш цилиндр! Но вам нравилась лингвистическая точность<sup>119</sup>. Почему же вы осмеиваете нашу новую точность? Мы должны добиться, чтобы теорема охватила *все* многогранники; делая ее точной, мы увеличиваем, а не уменьшаем ее содержание. В этом случае точность будет добродетелью!

Каппа. Скучные добродетели так же плохи, как и скучные пороки! Кроме того, вы никогда не достигнете полной точности. Мы должны остановиться там, где нам перестанет быть интересным идти дальше.

Альфа. Моя точка зрения иная. Мы начали с положения

(1): одна вершина есть одна вершина.

Отсюда мы вывели

(2):  $V = E$  для всех совершенных многоугольников.

Отсюда мы вывели

(3):  $V - E + F = 1$  для всех нормальных открытых систем многоугольников.

Отсюда

(4):  $V - E + F = 2$  для всех нормальных закрытых систем многоугольников, т. е. для многогранников.

говоря, что его формула «полная, всеобъемлющая», он смущенно добавлял, что «особые случаи могут сделать сомнительным перечисление (составных элементов)» [63, с. 103]. Иными словами, если какой-нибудь неуклюжий многогранник не подходит под его формулу, то его элементы были неправильно сосчитаны и это уродство должно быть исправлено при помощи правильного зрения; например, общие вершины и ребра тетраэдров-близнецов должны быть увидены и сосчитаны дважды и каждый близнец должен считаться за отдельный тетраэдр (там же).

<sup>119</sup> См. параграф 5, г.

Отсюда, по очереди, снова

(5):  $F - E + F = 2 - 2(n - 1)$  для нормальных  $n$ -сфероидальных многогранников.

$$(6): V - E + F = 2 - 2(n - 1) \sum_{k=1}^F l_k$$

5 для нормальных  $n$ -сфероидальных многогранников с многосвязными гранями,

$$(7): V - E + F = \sum_{k=1}^F l_k \left\{ 2 - 2(n - 1) + \sum_{k=1}^F l_k \right\}$$

10 для нормальных  $n$ -сфероидальных многогранников с многосвязными гранями и полостями.

Разве это не чудесное раскрытие скрытых богатств, содержащихся в тривиальной исходной точке? И так как (1) несомненно истинно, то также будет и остальное.

15  $P_0$  (в сторону). Скрытые «богатства»? Два последних пункта показывают только, как *дешево* можно получить обобщения.

Ламбда. Вы серьезно думаете, что (1) является единственной аксиомой, из которой вытекает все остальное? Что дедукция увеличивает содержание?

20 Альфа. Конечно! Разве это не чудо дедуктивного мысленного эксперимента? Если вы уж схватили маленькую истину, то дедукция неизбежно развернет ее в дерево познания<sup>120</sup>. Если дедукция *не* увеличивает

<sup>120</sup> Древние философы без колебаний выводили догадку из очень тривиального ее следствия (см., например, наше синтетическое доказательство, ведущее от треугольника к многограннику). Платон считал, что «единственная аксиома может быть вполне достаточной для рождения целой системы». Вообще он думал, что одна гипотеза является плодотворной сама по себе, пренебрегая в своей методологии другими предпо-



ет содержания, то я назвал бы ее не дедукцией, но «проверкой»; проверка отличается от истинного доказательства как раз тем, что она бывает чисто аналитической и также бесплодной<sup>121</sup>.

**Ламбда.** Но, конечно, дедукция не может увеличить 5 содержания. Если критика устанавливает, что заключение богаче предпосылок, то нам нужно усилить предпосылки, выявив скрытые леммы.

**Каппа.** А эти скрытые леммы содержат софистичность и погрешимость и в конце концов уничтожают 10 миф о непогрешимой дедукции<sup>122</sup>.

**Учитель.** Есть еще вопросы относительно метода Дзеты?

---

сылками, с которыми он соединял ее (см. [115, с. 168]). Это характерно для древней неформальной логики, т. е. для логики доказательства, или мысленного эксперимента, или построения; мы считаем ее энтимематической [т. е. содержащей скрытые предпосылки. — Прим. ред.] как бы задним числом; только позже увеличение содержания стало знаком не силы, но слабости индукции. Древнюю неформальную логику энергично защищали Декарт, Кант, Пуанкаре; все они пренебрегали аристотелевской формальной логикой, отбрасывая ее как бесплодную и не относящуюся к делу, и в то же самое время восхваляя непогрешимость плодovitой неформальной логики.

<sup>121</sup> [93, с. 33].

<sup>122</sup> Поиски скрытых лемм, зародившиеся только в математическом критицизме середины девятнадцатого века, были тесно связаны с процессом, который позднее доказательства заменил анализом доказательств и законы мысли — законами языка. Наиболее важным достижением в теории логики обыкновенно предшествовало развитие математического критицизма. К несчастью, даже лучшие историки логики стремятся обращать исключительное внимание на изменения в логической теории, не замечая их корней в изменениях логической практики.

д) *Логические контрпримеры  
против эвристических*

Альфа. Мне нравится *Правило 5*<sup>123</sup> Дзеты так же, как и *Правило 4*<sup>124</sup> Омеги. Мне нравился метод Омеги за то, что он искал локальные, а не глобальные контр-  
5 примеры, как раз те самые, которые первоначальными тремя правилами Ламбды<sup>125</sup> игнорировались как логически безобидные и, следовательно, эвристически неинтересные. Омега был ими побужден к изобретению новых мысленных экспериментов: реальный прогресс в нашем знании!

10 Теперь Дзета вдохновляется контрпримерами, которые одновременно являются и локальными, и глобальными — прекрасными подтверждениями с логической, но не с эвристической точки зрения; хотя они и подтверждения, но все же призывают к  
15 действию. Дзета предлагает распространить, сделать усложненным наш первоначальный мысленный эксперимент, превратить логические подтверждения в эвристические, логически удовлетворительные примеры в такие, которые будут удовлетворительными  
20 и с логической, и с эвристической точки зрения.

И Омега, и Дзета стоят за новые идеи, тогда как Ламбда, и особенно Гамма, заняты лишь лингвистическими трюками с их неуместными глобальными, но не локальными контрпримерами — единственными  
25 существенными с их причудливой точки зрения.

Тета. Так что же, логическая точка зрения будет «причуднической»?

Альфа. Если это *ваша* логическая точка зрения, то да. Но я хочу сделать еще одно замечание. Увеличивает ли дедукция содержание или нет — заметьте, что  
30 она, конечно, это делает — она, по-видимому, наверняка гарантирует *непрерывный рост знания*. Мы начинаем с одной вершины и заставляем знание расти

<sup>123</sup> См. Правило 5 Дзеты.

<sup>124</sup> См. Правило 4 Омеги.

<sup>125</sup> См. правила Ламбды.





насильственно и гармонически для выяснения соотношения между числами вершин, ребер и граней какого угодно многогранника: чистый не драматический рост без опровержений!

Тета (Каппе). Разве Альфа потерял способность суждений? Начинают с *задачи*, а не с вершины<sup>126</sup>!

Альфа. Эта постепенная, но неодолимо победоносная кампания приведет нас к теоремам, которые «не являются сами по себе очевидными, но только выведены из истинных и известных принципов при помощи постоянного и непрерывающегося действия ума, который отчетливо видит каждый шаг процесса»<sup>127</sup>. Эти теоремы никак не могут быть получены «беспристрастным» наблюдением и внезапной вспышкой интуиции.

Тета. В этой окончательной победе я все же сомневаюсь. Такого рода рост никогда не приведет нас к цилиндру — так как (1) начинает с вершины, а у цилиндра их нет. Также, может быть, мы никогда не достигнем односторонних многогранников или многогранников с большим числом измерений.

Это постепенное непрерывное распространение вполне может остановиться на какой-нибудь точке и вам придется ждать нового революционного толчка. И даже такая «мирная непрерывность» полна опровержений и критики! Что заставляет нас идти от (4) к (5), от (5) к (6) и от (6) к (7), как не постоянное давление контрпримеров, являющихся и глобальными, и локальными? В качестве подлинных контрпримеров Ламбда принимал только такие, которые являются глобальными, но не локальными: они обнаруживают *ложность* теоремы. Правильно оцененным Альфой было нововведение Омеги — в качестве подлинных контрпримеров рассматривать и такие, которые являются локальными, но не глобальными: они обнаруживают, что теорема бедна *истиной*. Теперь Дзета

<sup>126</sup> Альфа, конечно, кажется соскользнувшим в ложность дедуктивной эвристики.

<sup>127</sup> Декарт [34, Правило III].



- советует нам считать подлинными и такие контрпримеры, которые являются и глобальными, и локальными: они тоже обнаруживают у теоремы *бедность истиной*. Например, картинные рамы для теоремы
- 5 Коши будут и глобальными, и локальными контрпримерами: они, конечно, будут подтверждениями, если рассматривать одну только *истину*, но опровержениями, если рассматривать *содержание*. Мы можем первые (глобальные, но не локальные) контрпримеры назвать *логическими*, а остальные — *эвристическими контрпримерами*. Но чем больше мы признаем опровержений — логических или эвристических — тем быстрее растет знание. Логические контрпримеры Альфа считает неуместными, а эвристические контр-
- 10 примеры вообще отказывается называть контрпримерами и все по причине его одержимости идеей, что рост математического знания непрерывен и критика не играет никакой роли.
- Альфа. Понятие об опровержении и понятие о критике вы искусственно распространяете только для того, чтобы оправдать вашу критическую теорию роста знания. Разве лингвистические хитрости могут быть орудиями философов?
- Пи. Я думаю, что обсуждение образования понятий
- 15 поможет нам выяснить исход спора.
- Гамма. Мы все навестили уши.

## 8. Образование понятий

а) *Опровержение при помощи  
расширения понятий. Переоценка  
устранения монстров и пересмотр  
понятий ошибки и опровержения*

Пи. Я хотел бы сначала вернуться назад в период до Дзеты или даже до Омеги, к трем основным методам формирования теории: устранению монстров, устранению исключений и методу доказательств и опровержений. Оба они начинали с одной и той же наивной догадки, но кончили *различными теоремами и различными теоретическими терминами*. Альфа уже очертил некоторые аспекты этих различий, но его обзор недостаточен — особенно в случае устранения монстров и метода доказательств и опровержений. Альфа думал, что устраняющая монстры теорема «за тождеством лингвистического выражения скрывает существенное улучшение» наивной догадки: он думал, что Дельта класс «наивных» многогранников постепенно сжимал в класс, очищенный от неэйлеровых монстров.

Гамма. А что было дурного в обзоре Альфы?

Пи. То, что не устранители монстров *сжимают* понятия, это опровергатели *расширяют* их.

Дельта. Слушайте, слушайте!

Пи. Вернемся назад ко времени первых исследователей нашего вопроса. Они были зачарованы прекрасной симметрией *правильных* многогранников; они думали, что пять правильных тел содержат тайну космоса<sup>128</sup>. В то время была выставлена догадка Декарта—Эйлера, и понятие многогранника включало всякого

<sup>128</sup> См. [77, с. 233].

5 сорта выпуклые многогранники и даже некоторые с вогнутостями. Но тогда это понятие не включало многогранников, которые не были простыми, или многогранников с кольцеобразными гранями. Для всех многогранников, которые тогда имелись в виду, догадка в ее тогдашнем состоянии была правильна и доказательство не имело погрешностей<sup>129</sup>.

10 Затем выступили опровергатели. В своей критической ревности они расширяли понятие многогранника, чтобы покрыть предметы, которые были чуждыми

<sup>129</sup> Рис. 6 в книге Эйлера [39] изображает первый многогранник с вогнутостями, появившийся в геометрических текстах. Лежандр говорит о выпуклых и вогнутых многогранниках в своей книге [76]. Но до Люилье никто не упоминал вогнутых многогранников, которые не были простыми.

Однако можно добавить одно интересное замечание. Первым классом многогранников, который когда-нибудь подвергался исследованию, были пять обыкновенных правильных многогранников и квазиправильные многогранники вроде призм и пирамид (Евклид). После Возрождения этот класс был распространен в двух направлениях. Одно из них указано в тексте: включены все выпуклые и некоторые слегка заостренные многогранники. Другое направление принадлежало Кеплеру: он расширил класс правильных многогранников изобретением правильных звездчатых многогранников. Но кеплерово нововведение было забыто и возобновлено лишь Пуансо. Звездчатые многогранники Эйлеру наверняка не снились. Коши знал их, но его ум был как-то разделен на отдельные помещения: когда у него появлялась интересная идея о звездчатых многогранниках, то он публиковал ее; однако, представляя контрпримеры для своей общей теоремы о многогранниках, он игнорировал звездчатые многогранники. Молодой Пуансо [96] поступал не так, но позже он изменил свое мнение.

Таким образом, утверждение Пи, хотя и правильное с эвристической точки зрения (т. е. верное в рациональной истории математики), исторически является ошибочным. (Это не должно нас беспокоить: действительная история часто бывает карикатурой на рациональные ее реконструкции).

предложенному истолкованию. В *предположенном истолковании* догадка была верной, она оказалась неправильной только в *непредполагавшемся истолковании*, внесенном контрабандой опровергателями. Их «опровержение» не обнаружило ни *неверности* 5 в первоначальной догадке, ни *ошибки* в первоначальном доказательстве; оно обнаружило только ложность *новой* догадки, которую никто не выставлял и о которой никто еще раньше не думал.

Бедный Дельта! Он храбро защищал первоначальное толкование многогранника. Он противодействовал каждому контрпримеру новым ограничением для спасения первоначального понятия...

Гамма. Но разве не Дельта изменял каждый раз своей позиции? Когда мы выставляли новый контрпример, он менял свое определение на более длинное, которое обнаруживало еще одно из его скрытых «ограничений»!

Пи. Какая чудовищная переоценка устранения монстров! Он только *казался* изменяющим свою позицию. Вы несправедливо обвиняли его в пользовании потайными терминологическими эпициклами в защиту упорной идеи. Его несчастьем было это пышное *Определение 1*: «Многогранником называется тело, поверхность которого состоит из многоугольных 25 граней», за которое опровергатели сразу же и ухватились. Но Лежандр предполагал покрыть им *только* свои наивные многогранники; что оно покрывало гораздо большее число, этого предложивший и не понял и не намеревался понять. Математическая публика была готова проглотить чудовищное содержание, которое медленно выплывало из этого правдоподобного, невинного по виду определения. Вот почему Дельте приходилось все время лепетать: «Я думал...» и продолжать выявление своих бесконечных «молчаливых» 35 ограничений; все это потому, что наивное понятие никогда не было закреплено, и простое, но чудовищное, непредполагавшееся определение вытеснило его. Но вообразим другую ситуацию, когда определение правильно фиксировало предположенное 40



- толкование «многогранника». Тогда опровергателям пришлось бы выдумывать все более длинные определения, *включающие монстры*, скажем, для «комплексных многогранников»: «Комплексным многогранником называется агрегат (реальных) многогранников, таких, что каждая пара их спаяна конгруэнтными гранями».
- 5 «Грани комплексных многогранников могут быть комплексными многоугольниками, которые являются агрегатами (реальных) многоугольников, таких, что
- 10 каждая пара их спаяна конгруэнтными ребрами». Такой *комплексный многогранник* будет соответствовать рожденному опровержением понятию *многогранника* у Альфы и Гаммы — первое определение допускало также многогранники не являвшиеся простыми, а вто-
- 15 рое — грани, которые не были односвязными. Таким образом, изобретение новых определений не будет необходимым делом устранителей монстров или охранителей понятий — им могут также заниматься включатели монстров или распространители понятий<sup>130</sup>.
- 20 **Сигма.** Понятия и определения — т. е. предположенные понятия и непредполагавшиеся определения — могут тогда устраивать хитрые штуки одно другому. Я никогда не думал, что образование понятий может тянуться вслед за бессознательно широким определением!
- 25 **Пи.** Да, может. Устранители монстров только сохраняют первоначальное определение, тогда как расширители понятий увеличивают его; любопытная вещь заключается в том, что расширение понятий идет
- 30 скрыто; никто этого не сознает и так как «координатная система» всякого человека расширяется по мере того, как увеличивается объем понятий, то он становится жертвой эвристического обмана зрения, что устранение монстров *сужает* понятия, тогда как
- 35 в действительности оно сохраняет их неизменными.

<sup>130</sup> Интересный пример определения, включающего монстры, представляет данное Пуансо вторичное определение *выпуклости*, включающее звездчатые многогранники в respectable класс выпуклых правильных тел [96].

Дельта. Тогда кто же был интеллектуально нечестным? Кто сделал тайные изменения в своей позиции?

Гамма. Я допускаю, что мы были неправы, обвиняя Дельту за скрытые сжатия его понятия о многограннике; все шесть его определений означали то же самое 5 доброе старое понятие о многограннике, которое он унаследовал от своих предков. *Он определял одно и то же бедное понятие в возрастающем богатстве теоретических форм выражения или языков; устранение монстров не образует понятий, но только переводит 10 определения на другой язык.* Устраняющая монстры теорема не представляет улучшения наивной догадки.

Дельта. Вы считаете, что все мои определения были логически эквивалентными?

Гамма. Это зависит от вашей логической теории — 15 по моей они, конечно, не были такими.

Дельта. Вы должны сознаться, что такой ответ не очень помогает. Но скажите мне, опровергали ли вы наивную догадку? Вы опровергали ее, только извращая тайком ее первоначальное толкование! 20

Гамма. Ну, мы опровергли ее более интересным толкованием, заставляющим работать воображение, как вы и не грезили. *Это-то и составляет разницу между опровержениями, которые только обнаруживают глупую ошибку, и опровержениями, являющимися 25 большими событиями в росте знания.* Если вследствие неумения считать вы нашли бы, что «для всех многогранников  $V - E + F = 1$ » и я исправил бы вас, то я не назвал бы это «опровержением».

Бета. Гамма прав. После откровения Пи мы могли бы 30 колебаться называть наши контрпримеры *логическими контрпримерами*, так как они все же не являются несовместными с догадкой в ее первоначально предполагавшемся толковании: однако они определенно 35 будут *эвристическими контрпримерами*, так как побуждают рост знания. Если бы нам пришлось принять узкую логику Дельты, то знание не возросло бы. Предположим, что кто-нибудь с узкой системой понятий познакомится с данным Коши доказательством эйлеровой теоремы. Он найдет, что все этапы этого 40



мысленного эксперимента легко могут быть выполнены на *любом* многограннике. Он примет как очевидный, не вызывающий сомнения «факт», что все многогранники являются простыми и что все грани односвязны. Ему никогда не придет в голову превратить свои «очевидные» леммы в условия для некоторой исправленной догадки и таким образом построить теорему, — потому что отсутствует стимул контр-примеров, показывающих, что некоторые «тривиально истинные» леммы неверны. Таким образом, он будет думать, что «доказательство» без всякого сомнения устанавливает истинность наивной догадки, что ее правильность вне всяких сомнений. Но его «уверенность» совсем не будет признаком успеха, она только симптом отсутствия воображения, концептуальной бедности. Она создает уютную удовлетворенность и препятствует росту знания<sup>131</sup>.

<sup>131</sup> Фактически так и было в случае Коши. Непохоже, чтобы Коши, уже открыв свой революционный метод устранения исключений (см. *Замечание* автора), не стал бы искать и не нашел бы некоторых исключений. Но он, вероятно, подошел к проблеме исключений только позже, когда решил расчислить хаос в анализе. (По-видимому, Люилье первый заметил и учел тот факт, что такой «хаос» не ограничивается анализом).

Историки, в частности Штейниц в работе [125], говорят, что Коши, заметив неуниверсальность его теоремы, установил ее только для *выпуклых* многогранников. Действительно, в своем доказательстве он пользуется выражением «выпуклая поверхность многогранника» [19, с. 81], а в своей работе [20] он возобновляет теорему Эйлера под общим заглавием «теоремы о телесных углах и выпуклых многогранниках». Но, вероятно, для противодействия этому заглавию он особенно подчеркивает *универсальную* приложимость теоремы Эйлера ко *всяким* многогранникам (теорема XI, с. 94), тогда как три остальных теоремы (теорема XIII и два ее следствия), он формулирует специально для *выпуклых* многогранников (стр. 96 и 98).

Почему у Коши небрежна терминология? Понятие Коши о многограннике почти совпадало с понятием выпуклого многогранника. Но оно не совпадало в точности: Коши знал во-



гнутые многогранники, которые можно получить, слегка вдавливая во внутрь грань выпуклого многогранника, но он не обсуждал казавшихся неуместными дальнейших *подтверждений* — не *опровержений* — его теоремы. (*Подтверждения нельзя равнять с контрпримерами, или даже с «исключениями», в качестве катализаторов роста понятий*). Такова причина случайного употребления Коши слова «выпуклый»; скорее это было неудачей, невозможностью понять, что вогнутые многогранники могут дать контрпримеры, чем сознательной *попыткой* исключить эти контрпримеры. В том же самом параграфе он аргументирует, что теорема Эйлера представляет «непосредственное следствие» леммы, что  $V - E + F = 1$  для *плоской* многоугольной сети, и утверждает, что «для приложимости теоремы  $V - E + F = 1$  не имеет значения, лежат ли многоугольники в одной, или в различных плоскостях, так как теорема интересуется только числом многоугольников и числом их составных элементов» (с. 81). Этот аргумент вполне правилен в узкой концептуальной системе Коши, но будет неправильным в более широкой, в которой «многогранником» можно назвать, скажем, картинную раму. Этот аргумент часто повторялся в первой половине девятнадцатого столетия (Оливье [88, с. 230], Грунерт [50, с. 367], Балцер [8, т. II, с. 207]). Он был раскритикован Беккером [10, с. 68].

*Часто, как только расширение понятия опровергает предложение, то опровергнутое предложение кажется такой очевидной ошибкой, что нельзя даже представить, как могли се сделать великие математики.* Эта важная характерная черта опровержения, связанного с расширением понятий, объясняет, почему уважаемые историки, не понимая, что понятия *растут*, создают для себя лабиринты проблем. После того, как они спасли Коши указанием, что он, вероятно, не мог упустить из виду «многогранников, которые не были простыми», и поэтому он «категорически» (!) *ограничил* теорему областью выпуклых многогранников, уважаемые историки должны теперь объяснить, почему граничная линия Коши «без всякой необходимости» была так узка. Почему он *игнорировал* невыпуклые эйлеровы многогранники? Объяснение Штейница таково: *корректная* формулировка теоремы Эйлера должна быть сделана в терминах связности поверхностей. Так как во



б) *Рожденное доказательством  
понятие против наивного.  
Теоретическая классификация  
против наивной.*

Пи. Давайте вернемся к рожденной доказательством теореме «Все простые *многогранники* с односвязными гранями будут эйлеровыми». Эта формулировка может ввести в заблуждение. Нужно так: «Все простые *объекты* с односвязными гранями будут эйлеровыми».

Гамма. Почему?

Пи. Первая формулировка заставляет думать, что класс простых многогранников, встречающихся в этой теореме, является подклассом класса «многогранников» наивной догадки.

Сигма. Конечно, класс простых многогранников будет подклассом многогранников. Понятие «простого многогранника» *сужает* первоначальный широкий класс многогранников, ограничивая их теми, для которых выполняется первая лемма нашего доказательства. Понятие «простого многогранника с односвязными гранями» указывает на дальнейшее сужение первоначального класса...

Пи. Нет! Первоначальный класс многогранников со- держал только те многогранники, которые были простыми и грани которых были односвязными. Омега ошибался, когда говорил, что включение лемм уменьшает содержание<sup>132</sup>.

времена Коши это понятие еще не было «ясно схвачено», то простейшим выходом было принять выпуклость [125, с. 20]. Так Штейниц объясняет ошибку, которой Коши никогда не делал.

Другие историки идут путем, отличным от этого. Они говорят, что до момента достижения правильной концептуальной системы (т. е. той, которую они знают) была только «средневековая тьма» с «редкими, если таковые и были, здоровыми» результатами. Таким моментом в теории многогранников было, по Лебегу [75, с. 59—60], доказательство Жордана [67] или, по Беллу [12, с. 460], доказательство Пуанкаре [91].

<sup>132</sup> См. реплику Омеги в параграфе 6, а.



Омега. Но разве каждое включение лемм не исключает контрпример?

Пи. Конечно, исключает; но контрпример был произведен расширением понятия.

Омега. Значит, включение леммы *сохраняет* содержание, как и устранение монстров?

Пи. Нет. Включение леммы *увеличивает* содержание; устранение же монстров нет.

Омега. Что? Вы действительно хотите убедить меня, что включение леммы не только не *уменьшает* содержания, но даже, что оно *увеличивает* его? Что вместо *сужения* понятий оно их *расширяет*?

Пи. Совершенно верно. Послушайте. Был ли элементом первоначального класса многогранников глобус, на котором нарисована политическая карта?

Омега. Конечно, нет.

Пи. Но он сделался им после доказательства Коши. Потому что вы без малейшего затруднения можете выполнить на нем доказательство Коши — если только на нем нет кольцеобразных стран или озер.

Гамма. Это верно! Если вы надуете многогранник в шар и измените ребра и грани, вы ничуть не помешаете выполнению доказательства — пока искажение не изменит числа вершин, ребер и граней.

Сигма. Я вижу, что вы хотите сказать. Тогда рожденный доказательством «простой многогранник» будет не только сужением, спецификацией, но также и *обобщением*, *распространением* наивного «многогранника»<sup>133</sup>. Идея такого *обобщения* понятия много-

<sup>133</sup> Дарбу [30] близко подошел к этой идее. Позже она была ясно сформулирована Пуанкаре: «математика — это искусство давать одно и то же название различным вещам... Когда названия хорошо подобраны, вдруг с удивлением замечаешь, что все доказательства, проведенные для одного какого-нибудь предмета, непосредственно могут быть приложены к множеству новых предметов, причем не приходится даже ничего в них изменять, даже отдельных слов, ибо названия остались те же» [95, русск. перевод, с. 300]. Фреше называет это «необычайно полезным принципом обобщения» и формулирует его так:



- гранника, чтобы оно могло включить смятые, *криволинейные* «многогранники» с *искривленными* гранями, вряд ли могла прийти кому-нибудь в голову до доказательства Коши; даже если бы это случилось, то идея
- 5 была бы отброшена как причуда. Но теперь это является естественным обобщением, так как операции нашего доказательства могут быть для них истолкованы так же хорошо, как и для обыкновенных простых многогранников с прямыми ребрами и плоскими гранями<sup>134</sup>.
- 10 Пи. Хорошо. Но вам придется сделать еще один шаг. *Рожденные доказательством понятия* не представляют ни «спецификаций», ни «обобщений» наивных понятий: напор доказательств и опровержений на наивные понятия еще более революционен, чем это —

«Если ряд свойств математической единицы, использованный в доказательстве предложения об этой единице, не определяет эту единицу, то предложение может быть распространено так, что может быть применимо к более общей единице» [45, с. 18]. Он указывает на то, что такие обобщения не являются тривиальными и «могут требовать очень больших усилий» (там же).

<sup>134</sup> Коши не заметил этого. От данного Учителем его доказательство отличалось одной важной деталью: Коши в своей работе [19] не воображал, что многогранники сделаны из резины. Новизна идеи его доказательства заключалась в том, что он представлял многогранник как *поверхность*, а не как *твердое тело* вместе с Евклидом, Эйлером и Лежандром. Но эту поверхность он представлял *твердой*. Когда он вынимал одну грань и оставшуюся пространственную сеть многоугольников накладывал на плоскую многоугольную сеть, то он не представлял это наложение как *растягивание*, которое могло бы *изогнуть* грани или ребра. Первым математиком, заметившим, что доказательство Коши может быть выполнено на многогранниках с изогнутыми гранями, был Крелле [28, с. 671–672], но он тщательно придерживался *прямых ребер*. Для Кэйли, однако, казалось возможным узнать «с первого взгляда», что «теория не изменится существенно, если допустить, что ребра могут быть кривыми линиями» [23, с. 425]. То же самое замечание было независимо сделано в Германии Листингом [79, с. 99] и во Франции Жорданом [67, с. 39].

они полностью *уничтожают* основные наивные понятия и *заменяют* их понятиями, рожденными доказательством<sup>135</sup>. Наивный термин «многогранник», даже после его расширения опровергателями, обозначал нечто похожее на кристалл, тело с «плоскими» гранями 5 и прямыми ребрами. Идеи доказательства полностью проглотили и переварили это наивное понятие. В различных теоремах, рожденных доказательством, от этого наивного понятия ничего не осталось. Оно бесследно исчезло. Вместо этого каждое доказательство 10 выявляет его характерные, рожденные доказательством понятия, которые касаются возможностей быть растянутым, надутым, фотографированным, проектированным и тому подобное. Старая задача исчезла, появились новые. После Колумба не следует 15 удивляться, если *человек не решает ту задачу, которую он поставил себе для решения.*

Сигма. Таким образом «теория твердых тел», — первоначальное «наивное» царство эйлеровой догадки, — 20 исчезает, новая переработанная догадка проявляется в проективной геометрии, когда ее доказал Жергонн,

<sup>135</sup> *Эта теория образования понятия соединяет образование понятий с доказательствами и опровержениями. Поляя соединяет ее с наблюдениями.* «Когда физики начали говорить об «электричестве», или врачи о «заразе», то эти термины были смутными, неясными, спутанными. Термины, употребляемые современными учеными, вроде «электрический заряд», «электрический ток», «бактериальные» или «вирусные» заражения, несравненно яснее и определеннее. Однако между обеими этими терминологиями находится громадная масса наблюдений, множество остроумных опытов и также несколько больших открытий. Индукция изменила терминологию, выяснила понятия. Этот аспект процесса, индуктивное разъяснение понятий мы можем пояснить также и математическими примерами» [101, т. I, с. 55]. Но даже эта ошибочная индуктивистская теория образования понятий предпочтительнее попыток сделать образование понятий *автономным*, сделать «*выяснение*» или «*объяснение*» понятий *предисловием* к любой научной дискуссии.



в аналитической топологии, когда ее доказал Коши, в алгебраической топологии, когда ее доказал Пуанкаре...

5 Пи. Совершенно верно. И теперь вы поймете, почему я не формулирую теоремы, как Альфа или Бета: «Все жергонновы многогранники являются эйлеровыми», «Все многогранники Коши являются эйлеровыми» и так далее, но скорее так: «Все жергонновы объекты являются эйлеровыми», «Все объекты Коши являются эйлеровыми» и так далее<sup>136</sup>. Таким образом,  
10 *я не считаю возможным ссориться не только из-за точности наивных понятий, но также из-за истинности или ложности наивных догадок.*

Бета. Но, конечно, мы можем сохранить термин  
15 «многогранник» для нашего излюбленного, рожденного доказательством термина, например, «объектов Коши»?

Пи. Если хотите, но помните, *что ваш термин уже не обозначает более того, для обозначения чего он*  
20 *был выдуман*, что наивное понимание исчезло и что теперь он употребляется...

Бета. ... для более общего, исправленного понятия!

Тета. Нет! Для совершенно отличного, нового понятия.

Сигма. Я думаю, что ваши взгляды парадоксальны!

25 Пи. Если под парадоксальным вы понимаете «мнение пока еще не общепризнанное»<sup>137</sup>, и возможно несовместимое с некоторыми из ваших укоренившихся наивных идей, то не беспокойтесь: вам только придется ваши наивные идеи заменить парадоксальными.  
30 Это может быть способом «решения» парадоксов. Но какое частное мое мнение вы имеете в виду?

Сигма. Вы помните, мы нашли, что некоторые звездчатые многогранники являются эйлеровыми, другие же нет. Мы искали доказательства, которое было бы  
35 достаточно глубоким для объяснения эйлеровости как обыкновенных, так и звездчатых многогранников...

Эпсилон. У меня оно есть.

<sup>136</sup> См. параграф 6, в.

<sup>137</sup> Гоббс [61, Animadversions upon the Bishop's Reply, № XXI]

Сигма. Я знаю. Но для целей аргументации представим, что у нас такого доказательства не имеется, но что в добавление к доказательству Коши для «обыкновенных» эйлеровых многогранников кто-то предлагает соответственное, но совершенно различное, 5 доказательство для эйлеровых звездчатых многогранников. Захотели бы вы тогда, Пи, вследствие этих двух различных доказательств, предложить разбиение на два того, что мы ранее классифицировали как нечто единое? И захотели ли вы также объединить 10 под одним именем две совершенно различные вещи только вследствие того, что кто-то нашел общее объяснение для некоторых из их свойств?

Пи. Конечно, я так бы и сделал. Ясно, что я не захотел бы назвать кита рыбой, или радио — шумовым 15 ящиком (как могут назвать туземцы), но я не выхожу из себя, когда физик назовет стекло жидкостью. Действительно *наивную классификацию* прогресс заменяет *теоретической классификацией*, т. е. классификацией, рожденной теорией (доказательством или, если хотите, объяснением). И догадки, и понятия одинаково 20 должны пройти через чистилище доказательств и опровержений. Наивные догадки и наивные понятия заменяются исправленными догадками (теоремами) и понятиями (рожденными доказательством или теоретическими), вырастающими из метода доказательств и опровержений. И как теоретические идеи и понятия вытесняют наивные идеи и понятия, так и теоретический язык вытесняет наивный<sup>138</sup>.

<sup>138</sup> Интересно проследить постепенные изменения от достаточно наивных классификаций многогранников к высокотeоретическим. Первая наивная классификация, покрывающая не только простые многогранники, идет от Люилье: классификация по числу *полостей, туннелей и внутренних многоугольников*.

а) Полости. Первое доказательство Эйлера, а также собственное Люилье [77, с. 174–177], основывалось на разложении *тела* при помощи обрезания одного за другим углов, или разложения на пирамиды с одной или многими точками внутри. Однако идея доказательства Коши (Люилье об этом не знал)



основывалась на разложении *поверхности* многогранников. Когда теория многогранных поверхностей полностью вытеснила теорию многогранных тел, то полости стали неинтересными: *один* «многогранник с полостями» превращают в целый *класс* многогранников. Таким образом, наше старое, устраняющее монстры, Определение 2 стало определением, рожденным доказательством, или теоретическим, и таксономическое понятие «полости» исчезло из основного русла развития.

б) **Туннели.** Уже Листинг указал на неудовлетворительность этого понятия. Замена пришла не от какого-нибудь «объяснения» неясного понятия о туннеле, как был бы склонен ожидать последователь Карнапа, но от попытки доказать и опровергнуть наивную догадку Люилье об эйлеровой характеристике многогранников с туннелями. В течение этого процесса понятие о многограннике с туннелями исчезло и его место заняла рожденная доказательством «многосвязность» (то, что мы называли «п-сфероидальность»). В некоторых статьях мы находим, что наивный термин удерживается для обозначения нового рожденного доказательством понятия: Гоппе число «туннелей» определяет число разрезов, после которых многогранник остается односвязным (1879, стр. 102). Для Эрнста Штейница понятие о туннеле является уже настолько укоренившимся в теории, что он неспособен найти «существенную» разницу между наивной классификацией Люилье по числу туннелей и рожденной доказательством классификацией по многосвязности: поэтому критику Листинга классификации Люилье он считает «в высшей степени оправданной» (1914–1931, стр. 22).

в) **Внутренние многоугольники.** Это наивное понятие тоже было скоро заменено сначала кольцеобразными, а затем многосвязными гранями. (*Заменено*, но не «объяснено», так как «кольцеобразную грань», конечно, нельзя назвать объяснением внутреннего многоугольника). Однако когда теория многогранных поверхностей была вытеснена, с одной стороны, топологической теорией поверхностей, а с другой — теорией графов, то задача о влиянии многосвязных граней на эйлерову характеристику многогранников потеряла всякий интерес.

Таким образом, из трех ключевых понятий первой наивной классификации «осталось» только одно, и то в еле узнаваемой форме — обобщенная формула Эйлера для этого этапа получила вид  $V - E + F = 2 - 2n$ .



Омега. В конце концов, от наивной, случайной, чисто номинальной классификации мы приходим к окончательной, истинной, реальной классификации, к совершенному языку<sup>139</sup>.

*в) Пересмотр логических и эвристических опровержений*

Пи. Позвольте снова обратиться к некоторым выводам, получившимся в связи с дедуктивным угадыванием. Прежде всего, возьмем проблему выбора между эвристическими и логическими контрпримерами, вставшую в дискуссии между Альфой и Тетой.

Мое изложение, я думаю, показало, что даже так называемые логические контрпримеры были эвристическими. В первоначальном понимании толкования нет несовместности между

- а) все многогранники будут эйлеровыми и
- б) картинная рама неэйлерова.

Если мы будем придерживаться молчаливых семантических правил нашего первоначального языка, то наши контрпримеры не будут контрпримерами. Они превратились в логические контрпримеры только от изменения правил языка при расширении понятий.

Гамма. Вы подразумеваете, что *все* интересные опровержения будут эвристическими?

<sup>139</sup> Что касается наивной классификации, то номиналисты близки к истине, считая, что единственной вещью, общей для всех многогранников (или, если воспользоваться любимым выражением Витгенштейна, для всех игр), будет их имя. Но после нескольких столетий доказательств и опровержений по мере развития теории многогранников (или, скажем, теории игр) теоретическая классификация заменяет наивную, баланс меняется в пользу реалистов. Проблема универсалий должна быть пересмотрена ввиду того, что по мере роста знания язык меняется.



5 Пи. Совершенно верно. Вы не можете поместить отдельно, с одной стороны, опровержения и доказательства, а с другой изменения в концептуальной, таксономической и лингвистической системе. Обычно при появлении «контрпримера» вы можете выбирать: или вы отказываетесь заниматься им, так как на вашем *данном* языке L1 он совсем не контрпример, или вы согласитесь изменить ваш язык при помощи расширения понятия и принять этот контрпример на

10 *Дзета* ...и объяснить его на L3!

Пи. В соответствии с традиционной, не меняющейся рациональностью вы должны сделать первый выбор. Наука учит нас выбирать второй.

15 *Гамма*. Иначе мы можем иметь два утверждения, которые совместны на L1, но мы переключаемся на L2, где они несовместны. Или мы можем иметь два утверждения, несовместные на L1, но мы переключаемся на L2, где они совместны. По мере роста знания меняются

20 языки. «Каждый творческий период является одновременно периодом изменения языка»<sup>140</sup>. Рост знания нельзя промоделировать на любом заданном языке.

Пи. Это верно. Лингвистика занимается динамикой языка, а логика только его статикой.

<sup>140</sup> [43, с. 10]. Логические позитивисты считают, что исключительной задачей философии является построение «формализованных» языков, в которых искусственно замораживаются состояния науки. Но такие исследования редко становятся ходовыми до того, как быстрый рост науки устраняет старую «систему языка». Наука учит нас не стремиться сохранить любую данную концептуально-лингвистическую систему, иначе она обратится в тюрьму понятий, тогда как исследователи языка заинтересованы в том, чтобы, по крайней мере, замедлить этот процесс с целью оправдать свою лингвистическую терапию, т. е. показать, что они имеют важнейший источник питания для науки, весьма для последней ценный, что они не вырождаются в «хорошо засушенное крюкотворство» [38]. Аналогичную критику логического позитивизма дал Поппер; см. его книгу [103, с. 128, прим. 3].

г) *Противоположность между теоретическим и наивным расширением понятий, между непрерывным и критическим ростом*

Гамма. Вы обещали вернуться к вопросу, может или нет дедуктивное угадывание дать непрерывное изображение роста знания.

Пи. Позвольте мне сначала очертить некоторые из многочисленных *исторических* форм, которые может принять эта *эвристическая* картина.

*Первое основное изображение* получается, когда наивное расширение понятий намного обгоняет теорию и производит большой хаос контрпримеров: наши наивные понятия ослабляются, но теоретические понятия не заменяют их. В этом случае дедуктивное угадывание может — постепенно — справиться с залежами контрпримеров. Это будет, если хотите, непрерывное «обобщающее» изображение. Но не забывайте, что оно начинается с опровержений, что его непрерывность представляет постепенное объяснение растущей теории эвристических опровержений ее первой версии.

Гамма. Или «непрерывный» рост только указывает, что опровержения далеко впереди!

Пи. Это верно. Но может случиться, что каждое отдельное опровержение, или распространение наивных понятий, *непосредственно* влечет за собой распространение теории (и теоретических понятий), которые объясняют контрпример; тогда «непрерывность» уступает место возбуждающему чередованию опровержений, расширяющих понятия, и еще более мощных теорий, *наивных расширений понятий* и объяснительных *теоретических расширений понятий*.

Сигма. Две случайные исторические вариации на ту же самую эвристическую тему!

Пи. Ну, в действительности между ними не так уже много различия. В них *обоих сила теории лежит в способности объяснить опровержения в процессе роста*. Но есть еще *второе основное изображение дедуктивного угадывания*.



Сигма. Еще другая случайная вариация?

Пи. Да, если хотите. Однако в этой вариации растущая теория не только *объясняет*, но и *производит* ее опровержения.

5 Сигма. Что?

Пи. В этом случае теоретический рост обгоняет — и, конечно, исключает — наивное расширение понятий. Например, кто-нибудь начинает, скажем, с теоремы Коши без единого контрпримера на горизонте. Затем  
10 испытывают эту теорему, преобразуя многогранник всеми возможными способами: разрезая пополам, отрезая пирамидальные углы, сгибая, растягивая, раздувая... Некоторые из этих идей-испытаний приведут к идеям-доказательствам<sup>141</sup> (если мы получим резуль-  
15 тат, о котором уже было известно, что он верен, и затем: повернем назад, т. е. будем следовать папповой картине анализа-синтеза), но некоторые — вроде «испытания двойным склеиванием» Дзеты — приведут нас не назад к чему-либо уже известному, но к дей-  
20 ствительной новости, к какому-нибудь эвристическому опровержению испытываемого предложения — *не при помощи расширения наивного понятия, а путем расширения теоретической системы*. Такое опровержение само себя объясняет...

25 Йота. Как в диалектике! Испытания превращаются в доказательства, контрпримеры становятся примерами по самому методу их построения...

Пи. Почему диалектика? Испытания одного предложения превращаются в доказательство *другого*  
30 более глубокого предложения, контрпримеры первого в примеры второго. Зачем смещение называть диалектикой? Но позвольте вернуться к моей точке зрения: я не думаю, что мою вторую основную картину дедуктивного угадывания можно рассматри-  
35 вать — как хотел бы Альфа — как непрерывный рост знания.

<sup>141</sup> Пойя делает различие между «простым» и «строгим» испытаниями. «Строгое» испытание может дать «первый намек на доказательство» [101, т. I, с. 34–40].

Альфа. Конечно, так можно. Сравните наш метод с идеей Омеги о замене одной идеи доказательства другой, радикально отличной, более глубокой. Оба метода увеличивают содержание, но в то время как в методе Омеги операции доказательства, применимые в узкой области, *заменяются* операциями, применимыми в более широкой области, или более радикально, все доказательство заменяется другим, применимым в более широкой области, — дедуктивное угадывание *расширяет* данное доказательство добавлением операций, расширяющих его приложимость. Разве это не непрерывность?

Сигма. Это верно! Из данной теоремы мы выводим цепь еще более широких теорем! Из частного случая все более и более общие случаи! Обобщение путем дедукции<sup>142</sup>!

Пи. Но насытившись контрпримерами, вы когда-то признали, что *любое* увеличение содержания, *любое* более глубокое доказательство впереди себя имеет или порождает эвристические опровержения предшествующих более бедных теорем...

Альфа. Тета распространял понятие «контрпример», чтобы покрыть эвристические контрпримеры. Вы теперь распространяете его, чтобы покрыть эвристические контрпримеры, которые никогда реально не существуют. Вы считаете, что ваша «вторая картина» полна контрпримерами и основана на распространении понятия контрпримера на контрпримеры с нулевой продолжительностью жизни, открытие которых совпадает с их объяснением! Но почему всякая интеллектуальная активность, всякая борьба за увеличение содержания в объединенной теоретической системе должна быть «критической»? Ваша

<sup>142</sup> В *неформальной* логике нет ничего плохого в «факте, таком обыкновенном в математике и все же столь удивительном для начинающего или для философа, считающего себя переводным, а именно, что общий случай может быть логически эквивалентным частному» [101, т. I, с. 17)]. Также см. [93, с. 31–33].



догматическая «критическая позиция» затемняет исход!

Учитель. Исход спора между вами и Пи безусловно темен, потому что ваш «непрерывный рост» и «критический рост» Пи вполне совместимы. Я более интересуюсь *ограничениями*, если таковые имеются, дедуктивного угадывании или «непрерывного критицизма».

д) *Пределы увеличения содержания.*

*Теоретические и наивные опровержения*

Пи. Я думаю, что рано или поздно «непрерывный»  
10 рост обязательно зайдет в тупик, достигнет *точки насыщения* теории.

Гамма. Но, конечно, я всегда могу расширить некоторое понятие!

Пи. Конечно. *Наивное* расширение понятий может  
15 продолжаться, но *теоретическое* расширение имеет пределы. Опровержения при помощи наивного расширения понятий — это только поводы, побуждающие идти вперед при помощи теоретического расширения понятий. Имеются два сорта опровержений. На пер-  
20 вый сорт мы *наталкиваемся* вследствие совпадения, или счастья, или произвольного расширения какого-нибудь понятия. Они вроде чудес, их «аномальное» поведение необъяснимо, мы принимаем их как контр-  
25 примеры *bona fide* [добросовестно (*лат.*) — *Перев.*]

только потому, что привыкли принимать расширяющий понятие критицизм. Я буду называть их *наивными* контрпримерами или причудами. Далее существуют *теоретические контрпримеры*: они или производятся первоначально от расширения доказательств, или  
30 в других случаях являются причудами, которые получаются от расширенных доказательств, объясняются ими и поэтому повышаются до статуса теоретических контрпримеров. На причуды надо смотреть с большим подозрением: они могут быть не подлинны-



ми контрпримерами, а примерами из совершенно другой теории, если не простыми ошибками.

Сигма. Но что мы должны делать, когда застрянем? Когда не сможем превратить наши наивные контр-примеры в теоретические, расширяя наше первоначальное доказательство?

Пи. Мы можем снова и снова пробовать, не содержит ли наша теория какой-нибудь скрытой способности роста. Иногда, однако, могут иметься хорошие причины бросить дело. Например, как правильно указал Тета, если наше дедуктивное угадывание начинается с вершины, то мы, конечно, не можем ожидать, что оно когда-нибудь может объяснить нам лишенный вершин цилиндр.

Альфа. Значит, все-таки цилиндр был не монстром, а причудой!

Тета. Но с причудами нужно быть осторожным! Они являются *действительными* опровержениями: их нельзя подогнать под образец непрерывных «обобщений» и они могут действительно заставить нас революционизировать нашу теоретическую систему<sup>143</sup>...

Омега. Хорошо! Для отдельной цели дедуктивного угадывания можно получить *точку относительного насыщения* — но тогда кто-нибудь найдет революционную, новую, более глубокую идею доказательства, которая имеет большую возможность объяснить. В итоге все-таки попадаешь на *окончательное* доказа-

<sup>143</sup> Кэйли и Листинг принимали всерьез расширение основных понятий теории многогранников. Кэйли определял ребро как «путь от вершины к ней же или к какой-нибудь другой вершине», но допускал вырождение ребер в лишенные вершин замкнутые кривые, которые он называл «контурами» [23, с. 426]. У Листинга был один термин для ребер, имеют ли они две вершины, одну или совсем не имеют — это «линии» [79, с. 104]. Оба поняли необходимость совершенно новой теории для объяснения «причуд», которые они сами натурализовали своей либеральной системой понятий — Кэйли изобрел «Theory of Partitions of a Close». Листинг — один из великих пионеров современной топологии — «Census of Spatial Complexes».



тельство — без пределов, без точки насыщения, без причуд для его опровержения!

5 Пи. Что? Единая объединенная теория для объяснения *всех* явлений вселенной? Никогда! Рано или поздно мы всегда приблизимся к чему-то вроде *абсолютной точки насыщения*.

Гамма. Мне по настоящему безразлично, придем мы к этому или нет. Если контрпример может быть объяснен дешевым, *тривиальным* расширением доказательства, то я стал бы рассматривать его уже как «причуду». Повторяю: я действительно не вижу никакого особого смысла в таком обобщении «многогранника», чтобы оно включило многогранник с полостями: это не один многогранник, но класс многогранников. Я также хотел бы забыть о «многосвязных гранях» — почему бы не провести недостающие диагонали? Что касается обобщения, которое включит тетраэдр-близнецы, то я схватился бы за оружие: это годится лишь, чтобы изготавливать сложные претенциозные формулы для ничего.

20 Ро. Наконец-то вы снова открыли мой метод исправления монстров<sup>144</sup>! Он освобождает вас от узкого обобщения. Омега не должен был называть содержание «глубиной» — не всякое увеличение содержания будет увеличением глубины: подумайте о формулах (6) и (7)<sup>145</sup>.

<sup>144</sup> См. параграф 4, г.

<sup>145</sup> Очень немногие математики могут отличить тривиальное от нетривиального. Это в особенности неудобно, когда отсутствие понимания нужности соединено с иллюзией о возможности построения совершенно полной формулы, которая исчерпывает все возможные случаи. Такие математики могут годами работать над «окончательным» обобщением формулы и кончить ее распространением с небольшим числом тривиальных поправок. Выдающийся математик Беккер дает забавный пример: после многолетней работы он дал формулу  $V - E + F = 4 - 2n + q$ , где  $n$  — число разрезов, необходимых для разделения многогранной поверхности на односвязные поверхности, для которых  $V - E + F = 1$ , а  $q$  —



Альфа. Значит, в моем ряду вы остановились на (5)?  
 Гамма. Да; (6) и (7) не рост, а вырождение! Вместо того чтобы идти к (6) и (7), я лучше нашел бы и объяснил какой-нибудь возбуждающий новый контрпример<sup>146</sup>.

5

Альфа. По-видимому, вы все-таки правы. Но кто же решит, где остановиться? Глубина — дело только вкуса.

Гамма. А почему бы не иметь математических критиков наподобие литературных для развития мате- 10

число диагоналей, которое надо добавить для приведения всех граней к односвязным [9, с. 72]. Он был очень горд своим достижением, которое — он думал — проливает «совершенно новый свет» и даже «приводит к заключению» «дело, которым до него интересовались люди, вроде Декарта, Эйлера, Коши, Жергонна, Лежандра, Грунерта и фон Штаудта» (с. 65). Но в его списке недостает трех имен: Люилье, Жордана и Листинга. Когда ему сказали насчет Люилье, то он опубликовал жалостную заметку, признавая, что Люилье знал все это более чем пятьдесят лет тому назад. Что касается Жордана, то он не интересовался кольцеобразными гранями, но, как оказалось, имел склонность к открытым многогранникам с границами, так что в его формуле  $m$  — число границ — фигурирует в добавлении к  $n$  [68, с. 86]. Тогда Беккер — в новой статье — скомбинировал формулы Люилье и Жордана в  $V - E + F = 2 - 2n + q + m$  [10, с. 343]. Но он слишком торопился выйти из затруднения и не переварил длинную статью Листинга. И так он печально заключил свою работу, что «обобщение Листинга все же обширнее». Между прочим, позднее он пытался распространить свою формулу также и на звездчатые многогранники [11].

<sup>146</sup> Некоторые могут придерживаться филистерских идей о законе *уменьшения результатов от опровержений*. Гамма, например, наверняка так не думает. Мы не будем обсуждать *односторонние многогранники* [83] или *n-мерные многогранники* [121]. Они подтвердили бы ожидание Гаммы, что совершенно неожиданные опровержения, расширяющие понятия, всегда могут дать целой теории новый — возможно, революционный — толчок.



математического вкуса общественной критикой? Мы даже могли бы задержать волну претенциозных тривиальностей в математической литературе<sup>147</sup>.

5 Сигма. Если мы остановимся на (5) и превратим теорию многогранников в теорию триангулированных сфер с ручками, то как вы сможете в случае надобности справиться с тривиальными аномалиями, вроде объясненных в (6) и (7)?

Мю. Детская игра!

10 Тета. Правильно. Тогда мы остановимся на минуту на (5). *Но можем ли мы остановиться?* Расширение понятий может опровергнуть (5)! Мы можем игнорировать расширение понятия, если оно дает контрпример, обнаруживающий бедность содержания  
15 нашей теоремы. Но если расширение дает контрпример, который ясно показывает ее ложность, то как тогда? Мы можем отказаться от применения наших увеличивающих содержание *Правила 4* или *Правила 5* для объяснения причуды, но нам придется при-  
20 менить наше сохраняющее содержание *Правило 2* для устранения опровержения при помощи причуды.

<sup>147</sup> Пояя указывает, что узкое, дешевое обобщение «в настоящее время гораздо более в моде, чем было раньше. Маленькую идею оно разводит большой терминологией. Автор обычно предпочитает даже эту маленькую идею заимствовать от кого-нибудь другого, воздерживается от добавления каких-нибудь оригинальных наблюдений и избегает решения какой-нибудь задачи, кроме небольшого числа задач, появляющихся от затруднений в его собственной терминологии. Было бы очень легко привести примеры, но я не хочу из людей делать противников» [101, т. I, с. 30]. Другой из самых выдающихся математиков нашего века фон Нейман также предупреждал против «опасности вырождения», но думал, что это не будет так уж плохо, «если дисциплина окажется под влиянием людей с исключительно хорошо развитым вкусом» [86, с. 196]. Но все-таки сомнительно, будет ли «влияние людей с исключительно хорошо развитым вкусом» достаточным для спасения математики в нашем веке: «публикуй или погибай».

Гамма. Вот это так! Мы можем отбросить «дешевые» *обобщения*, но вряд ли можем отбрасывать «дешевые» *опровержения*.

Сигма. Почему бы не построить устраняющее монстры определение «многогранника», добавив новое 5  
условие для каждой причуды?

Тета. В обоих случаях снова вернется наш старый кошмар, порочная бесконечность.

Альфа. Пока вы увеличиваете содержание, вы развиваете идеи, делаете математику; после этого вы вы- 10  
ясняете понятия, вы делаете лингвистику. Почему не остановиться совсем, когда перестаешь увеличивать содержание? Зачем попадаться в ловушку порочных бесконечностей?

Мю. Не надо опять сталкивать математику с лингви- 15  
стикой! Наука никогда не выигрывает от таких диспутов.

Гамма. Слово «никогда» скоро обратится в «скоро». Я целиком за возобновление нашей старой дискуссии. 20

Мю. Но мы уже кончили тупиком. Или кто-нибудь может сказать нам что-нибудь новое?

Каппа. Я думаю, что могу.



## 9. Как критика может математическую истину превратить в логическую

### *а) Бесконечное расширение понятий уничтожает смысл и истину*

Каппа. Альфа уже сказал, что наш «старый» метод приводит к порочной бесконечности. Гамма и Ламбда ответили надеждой, что поток опровержений может иссякнуть; но теперь, когда мы понимаем механизм

5 успеха опровержений — расширение понятий, — мы знаем, что их надежда была тщетной. Для всякого предложения всегда найдется некоторое достаточно узкое толкование его терминов, которое окажется истинным, и некоторое достаточно широкое, которое

10 окажется ложным. Какое толкование предполагается, и какое нет, зависит, конечно, от наших намерений. Первое толкование можно было бы назвать *догматическим, подтверждательным или оправдательным толкованием*, а второе *скептическим, критическим*

15 *или опровергательным*. Альфа назвал первое конвенционалистской стратегией, но теперь мы видим, что второе будет таким же. Вы все осмеяли догматическое толкование Дельтой наивной догадки, а затем догматическое толкование Альфой теоремы. Но расширение понятий опровергает *всякое* утверждение и вообще не оставит истинного утверждения.

Гамма. Постойте. Правда, мы расширили понятие «многогранник», затем разорвали его и отбросили; как указал Пи, наивное понятие «многогранник» уже

25 не фигурирует больше в теореме.

Каппа. Но тогда вы начнете расширять термин в теореме — теоретический термин, не правда ли? Вы сами решили расширить «односвязную грань» так, чтобы включить круг в боковую поверхность цилиндра.

дра<sup>148</sup>. Вы подразумевали, что интеллектуальная честность требует подставить шею, добиться почетного статуса опровергаемости, т. е. сделать возможным толкование опровергателя. Но при наличии расширения понятий опровергаемость означает опровержение. Таким образом, вы скользите по бесконечному склону, опровергая *каждую* теорему и заменяя ее более «строгой» — такой, ложность которой еще не выявлена. Но *вы никогда не выйдете из ложности*.

**Сигма.** А что, если мы остановимся на некотором пункте, примем оправдательные толкования и не будем трогаться дальше от истины или от той частной лингвистической формы, в которой была выражена истина?

**Каппа.** Тогда вам придется отражать контрпримеры, расширяющие понятия, вместе с устраняющими монстры определениями. Таким образом, вы будете скользить по другому бесконечному склону: вы будете принуждены принимать каждую «особую лингвистическую форму» вашей истинной теоремы, которая не будет достаточно точной, и вы будете принуждены включать в нее все более и более «строгие» определения, выраженные в терминах, неясность которых еще не разоблачена. Но *вы никогда не выйдете из неясности*.

**Тета** (в сторону). Что же плохо в эвристике, где неясность является ценой, которую мы платим за рост?

**Альфа.** Я сказал вам: точные понятия и непоколебимые истины живут только в мысли, но не в языке!

**Гамма.** Позвольте мне сделать вам вызов, Каппа. Возьмите теорему, как она стояла после того как мы учли цилиндр: «Для всех простых объектов с односвязными гранями, у которых ребра оканчиваются в вершинах,  $V - E + F = 2$ ». Как вы опровергнете *это* методом расширения понятий?

**Каппа.** Прежде всего, я вернусь к определяющим терминам и произнесу предложение полностью. Затем я решу, какие понятия надо расширить. Например, «простой» стоит вместо «могущий быть растянутым в плоскости после отнятия одной грани». Я растяну термин

<sup>148</sup> См. гл. 5.



«растягивание». Возьмите уже обсужденные тетраэдры-близнецы, имеющие общее ребро (рис. 6 а). Этот многогранник будет простым, его грани — односвязными, но  $V - E + F = 3$ . Итак, наша теорема неверна.

5 Гамма. Но эти близнецы-тетраэдры *не* будут простым многогранником!

Каппа. Конечно, будут простым. Отнимая любую грань, я могу растянуть его на плоскости. Мне придется только быть осторожным, когда я подойду к

10 критическому ребру, чтобы ничего не разорвать, открывая по этому ребру второй тетраэдр.

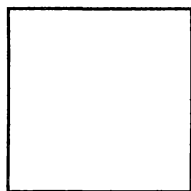
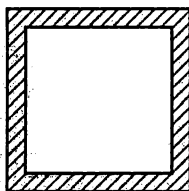


рис. 24. а



б

Гамма. Но это же не растягивание! Вы *режете* — или *расщепляете* — ребро на два ребра. Вы, конечно, не можете поместить одну точку в двух точках: *растягивание является дважды непрерывным однозначным отображением*.

Каппа. *Определение 9?* Боюсь, что это узкое, догматическое толкование «растягивания» не удовлетворит моему здравому смыслу. Например, я вполне могу в воображении растянуть квадрат (рис. 24 а) в два вложенных друг в друга квадрата, если растяну его контурную линию (рис. 24 б). Назовете ли вы это растягивание разрезом или расщеплением только потому, что оно не представляет «дважды непрерывного однозначного отображения». Между прочим, я удивляюсь, почему вы не определили растягивание как преобразование, которое оставляет  $V$ ,  $E$  и  $F$  неизменными, и покончили бы с этим?

Гамма. Верно, вы опять выиграли. Я должен или согласиться с вашим опровергательным толкованием «растягивания» и расширить мое доказательство, или

найти более глубокое, или включить лемму, или ввести определение, устраняющее монстры. Однако в каждом из этих случаев я всегда буду делать более и более ясными мои определяющие термины. Почему я не должен прийти к такой точке, для которой значение терминов будет настолько кристально ясным, что может быть только одно-единственное толкование, как в случае с  $2 + 2 = 4$ ? Здесь нет ничего эластичного в смысле этих терминов и ничего опровержимого в истине этого определения, которое вечно сияет в естественном свете разума.

Каппа. Мутный свет!

Гамма. Расширьте, если вы можете.

Каппа. Но это же детская игра! В некоторых случаях два и два составляют пять. Предположим, что просим прислать две вещи, из которых каждая весит два фунта; они были присланы в ящике, весящем один фунт; тогда в этой упаковке два фунта и два фунта составляют пять фунтов!

Гамма. Но вы получаете пять фунтов, складывая три груза, 2 и 2 и 1!

Каппа. Верно, наша операция «2 и 2 составляют 5» не представляет сложения в первоначальном смысле этого слова. Но простым расширением смысла сложения мы можем сделать этот результат истинным. Наивное сложение представляет очень частный случай упаковки, когда вес покрывающего материала равен нулю. Нам нужно включить эту лемму в догадку в качестве условия: наша исправленная догадка будет: « $2 + 2 = 4$  для «невесомого» сложения»<sup>149</sup>. Вся история алгебры представляет ряд таких расширений понятий и доказательств.

Гамма. Я думаю, что вы «растягиваете» слишком далеко. В следующий раз вы истолкуете «плюс» как «косой крест» и будете рассматривать это как опровержение! Или вы истолкуете «все» как «не» в положении: «все многогранники суть многогранники!» Вы расширяете понятие расширения понятий! Мы должны отграничить опровержение при помощи *рационального рас-*

<sup>149</sup> См. [43, с. 9].

*ширения* от «опровержения» при помощи *иррационального расширения*. Мы не можем позволить вам расширить любой термин так, как вы этого хотите.

Мы должны закрепить понятие контрпримера в кристально ясных терминах!

5 Дельта. Даже Гамма обратился в устранителя монстров: теперь для опровержения расширением понятий он хочет получить определение, устраняющее монстры. *Разумность* в конце концов зависит от не-  
10 эластических, точных понятий<sup>150</sup>.

Каппа. *Но таких понятий не существует! Почему не принять, что наша способность уточнять смысл наших выражений ничтожна и поэтому наша способность доказывать тоже ничтожна?* Если вы хотите,  
15 чтобы математика имела смысл, то вы должны отказаться от достоверности. Если вы хотите достоверности, избавьтесь от смысла. Вы не можете иметь и то и другое. *Тарабарщина безопасна от опровержений, имеющие смысл предложения могут быть оп-*  
20 *ровергнуты расширением понятий.*

Гамма. Тогда ваши последние утверждения тоже могут быть опровергнуты — и вы знаете это. «Скептики — это не секта людей, убежденных в том, что они говорят, это — секта лжецов»<sup>151</sup>.

25 Каппа. Ругательства — последнее прибежище разума!

*б) Смягченное расширение понятий  
может превратить  
математическую истину в логическую*

Тета. Я думаю, что Гамма прав относительно необходимости проведения раздельной линии между рацио-

<sup>150</sup> Требование Гаммы кристально ясного определения «контрпримера» равносильно требованию кристально ясных, неэластических понятий в метаязыке в качестве условия разумной дискуссии.

<sup>151</sup> [7, с. xx-xxi].



нальным и иррациональным расширением понятий. Действительно, расширение понятий зашло слишком далеко и из скромной рациональной деятельности превратилось в радикальную и иррациональную.

Первоначально критика сосредоточивалась исклю- 5  
чительно на *небольшом расширении одного частного понятия*. Оно должно было быть *небольшим*, чтобы мы не могли его заметить; если бы его действительная — расширяющая — природа была увидена, то оно могло не быть принятым как законная критика. Оно сосредо- 10  
точивается на *одном частном* понятии, как в случае наших несофистических универсальных предложений «*Все А суть В*». В таком случае критик хочет найти слегка расширенное А (в нашем случае *многогранник*), которое не будет В (в нашем случае *эйлеров*). 15

Но Каппа заострил это в двух направлениях. Во-первых, чтобы подвергнуть расширяющей понятие критике *более чем одну* составную часть предложения, находящегося под ударом. Во-вторых, превратить расширение понятий из тайной и даже скромной 20  
деятельности в *открытое деформирование* понятия вроде превращения «все» в «не». Здесь в качестве опровержения принимается любой имеющий смысл перевод терминов атакуемого предложения, который делает теорему ложной. Тогда я сказал бы, что *если* 25  
*предложение не может быть опровергнуто в отношении своих составных частей: а, b, ...*, то оно будет логически истинным для этих составных частей<sup>152</sup>. Такое предложение представляет конечный результат 30  
длинного критико-спекулятивного процесса, в течение которого смысловой груз некоторых терминов полностью перенесен на остальные термины и на форму теоремы.

<sup>152</sup> Это слегка перефразированная версия определения Больцано логической истины [15, № 147]. Почему Больцано предложил свое определение 1830-х годов, представляет вопрос, заставляющий удивляться в особенности потому, что его работа предвосхищает понятие модели, одно из величайших нововведений математической философии XIX века.



- Теперь все, что говорит Каппа, сводится к тому, что не существует предложений, логически истинных для *всех* их составных частей. Но могут быть предложения, логически истинные по отношению к *некоторым* составным частям, так что поток опровержений может быть открытым снова, если будут добавлены новые составные части, могущие быть расширенными. Если мы доведем дело до конца, то кончим иррационализмом, — но мы в этом не нуждаемся. Теперь, где же должны мы провести граничную линию? Мы можем допустить расширение понятий только для особо выделенной подгруппы составных частей, которые станут первыми мишенями для критики. Логическая истинность не будет зависеть от их значения.
- 15 **Сигма.** Таким образом, в конце концов, мы приняли пункты Каппы: мы сделали истину не зависящей от значения, по крайней мере, *некоторых* из терминов! Тета. Это верно. Но если мы хотим разбить скептицизм Каппы и избегнуть его порочных бесконечностей, то мы
- 20 непременно должны остановить расширение понятий в той точке, где оно перестает быть орудием роста и становится орудием разрушения: может быть, нам придется определить, какими будут термины, значение которых может быть расширено только за счет
- 25 уничтожения основных принципов рациональности<sup>153</sup>.

<sup>153</sup> Математический критицизм XIX в. расширял все большее и большее число понятий и переносил смысловой груз большего и большего числа терминов на *логическую форму предложений* и на значение немногих (пока еще) не расширенных терминов. В 1930-х годах этот процесс, по-видимому, стал затихать, и демаркационная линия между нерасширимыми («логическими») терминами и расширяемыми («дескриптивными»), по-видимому, сделалась устойчивой. Список, содержащий небольшое число логических терминов, получил широкое признание, так что общее определение логической истинности сделалось возможным: логическая истинность не была уже правильной только по отношению к некоторому списку составных частей (см. [132]). Однако сам Тарский был удивлен этой демаркацией и сомневался, не придется ли ему в конце кон-

Каппа. Можем ли мы расширять понятия в вашей теории критической рациональности? Или будет ли это очевидно истинным, формулированным в не допускающих расширения точных терминах, которые не нуждаются в определении? Не кончится ли ваша теория критицизма «обращением к суду»? Можно ли критиковать все, кроме вашей теории критицизма, вашей «метатеории»<sup>154</sup>?

Омега (к Эпсилону). Мне нравится этот отход от истины к рациональности. Чьей рациональности? Я чувствую конвенционалистскую инфильтрацию.

Бета. О чем вы говорите? Я понимаю «мягкий образец» Теты расширения понятий. Я также понимаю, что расширение понятий может атаковать более чем один термин: мы видели это, когда Каппа расширял «расширение» или когда Гамма расширял «все»...

Сигма. Но Гамма, конечно, расширял «односвязные»!

Бета. Ну нет. «Односвязные» — это сокращение — он расширил только термин «все», который попался среди определяющих слов<sup>155</sup>.

цов возвратиться к релятивизированному понятию контрпримера и, следовательно, логической истинности (стр. 420) — вроде Больцано, о котором, кстати, Тарский не знал. Наиболее интересным результатом в этом направлении была работа Поппера [105], из которой следует, что нельзя отказываться от дальнейших логических констант, не отказываясь также от некоторых основных принципов рациональной дискуссии.

<sup>154</sup> «Обращение к суду» — выражение Бартли. Он исследовал задачу, возможна ли рациональная защита критического рационализма главным образом по отношению к религиозному знанию, но характер задачи во многом совершенно таков же и по отношению к «математическому» знанию.

<sup>155</sup> См. параграф 8, а. Гамма действительно хотел устранить некоторый смысловой груз у «все», так, чтобы больше не применять его только к непустым классам. Скромное расширение понятия «все» устранением «экзистенциального значения» из его смысла и поэтому превращение пустого множества из монстра в обыкновенное буржуазное множество было важным событием, связанным не только с булевским теоретико-мно-



Тета. Вернемся к делу. Вы чувствуете себя несчастными из-за «открытого» радикального расширения понятий?

Бета. Да. Никто не захочет принять эту последнюю выпущенную марку за настоящее опровержение! Я хорошо вижу, что мягкая расширяющая понятия тенденция эвристического критицизма, раскрытая Пи, представляет наиболее важный двигатель математического роста. Но математики никогда не примут эту последнюю дикорастущую форму опровержения!

Учитель. Вы неправы, Бета. Они *приняли* ее, и их принятие было поворотным пунктом в истории математики. *Эта революция в математическом критицизме изменила понятие о математической истине, изменила стандарты математического доказательства, изменила характер математического роста*<sup>156</sup>.

Но теперь закроем на данный момент нашу дискуссию; об этой новой стадии мы поговорим в другое время.

Сигма. Но ведь ничего не установлено. Мы не можем остановиться *теперь*.

Учитель. Сочувствую вам. Эта последняя стадия даст важные источники пищи для нашей дискуссии<sup>157</sup>. Но научное исследование «начинается и кончается проблемами»<sup>158</sup>. (Покидает классную комнату).

Бета. Но вначале у меня не было проблем! А теперь у меня нет ничего, *кроме* проблем!

---

жественным переистолкованием аристотелевой логики, но также и с появлением понятия о пустом удовлетворении от математической дискуссии.

<sup>156</sup> Понятия критицизма, контрпримера, следствия, истины и доказательства неразделимы; когда они меняются, то *первичное изменение происходит в понятии критицизма*, за которым следуют изменения остальных.

<sup>157</sup> См. [72].

<sup>158</sup> [109, с. 968].

# Литература

1. Александров А.Д. Введение // Александров А.Д., Колмогоров А.Н., Лаврентьев М.А. (ред.). Математика. Ее содержание, методы и значение. Т. 1. М., 1956. (engl. transl. by S. H. Gouga. — Am. Math. Soc., Rhode Island, 1962).
2. Секст Эмпирик. Против логиков // Секст Эмпирик. Сочинения в 2 томах. Т. 2. М., 1976.
3. Abel N.H. The letter to Gansteen // Sylow, Lie (eds.). Oeuvres. Christiania, 1881. vol. II., 1826. P. 263–265.
4. Aetius. Placita. (ок. 150 г. н. э.).
5. Ambrose A. Proof and the theorem proved // Mind, 1959, v. 67, p. 435–445.
6. Arber A. The mind and the eye. Cambridge, 1954.
7. Arnauld A. L'art de penser. Paris, 1724.
8. Baltzer R. Die Elemente der Mathematik. Bd. I–II. Leipzig, 1860–62.
9. Becker J. C. Über Polyeder // Z. Math. und Physik, 1869, Bd. 14, S. 65–76.
10. Becker J. C. Nachtrag zu dem Aufsätze über Polyeder // Z. Math. und Physik, 1869, Bd. 14, S. 337–433.
11. Becker J. C. Neuer Beweis und Erweiterung eines Fundamentalsatzes über Polyederflächen // Z. Math. und Physik, 1874, Bd. 19, S. 459–460.
12. Bell E. T. The Development of mathematics, 2nd ed. N. Y., 1945.
13. Berard J. B. Sur le nombre des racines imaginaries des equations; en reponse aux articles de MM. Tederat et Servois // Ann. de math., pures et appl., 1818–19, v. 9, p. 345–372.
14. Bernays P. Review of Polya's «How to solve it» // Dialectica, 1947, v. 1, p. 178–188.
15. Bolzano B. Wissenschaftslehre. Versuch einer ausführlichen und grossenteils neuen Darstellung der Logik mit steter Rücksicht auf deren bisherige Bearbeiter. Sulzbach, 1837.
16. Braithwaite R. B. Scientific explanation. Cambridge, 1953.
17. Brouwer L. E. J. Historical background, principles and methods of intuitionism // South African J. Sci., 1952, v. 49 (1952–53), p. 139–146.

18. *Carnap R.* The logical syntax of language. N. Y., London, 1937 (Carnap R. Logische Syntax der Sprache. Vienna, 1934).
19. *Cauchy A. L.* Recherches sur les polyedres // J. de l'Ecole Polytechnique, 1813, v. 9, p. 68–86.
20. *Cauchy A. L.* Sur les polygones et les polyedres // J. de l'Ecole Polytechnique, 1813, v. 9, p. 87–98.
21. *Cauchy A. L.* Cours d'Analyse. Paris, 1821.
22. *Cayley A.* On Poinso't's four new regular solids // The London, Edinburgh and Dublin Philos. Mag. and J. Sci., 4th ser., 1859, v. 17, p. 123–128.
23. *Cayley A.* On the partitions of a close // The London, Edinburgh and Dublin Philos. Mag. and J. Sci., 4th ser., 1861, v. 21, p. 424–428.
24. *Church A.* Introduction to mathematical logic. V. I. Princeton, 1956 [русск. перевод: Черч А. Введение в математическую логику. Т. 1. М., 1960].
25. *Clairaut A. C.* Elements de Geometrie. Paris, 1741.
26. *Copi I. M.* Modern logic and the synthetic a priori // J. Philos., 1949, v. 46, p. 243–245.
27. *Copi I. M.* Goedel and the synthetic a priori: a rejoinder // J. Philos., 1950, v. 47, p. 633–636.
28. *Crelle A. L.* Lehrbuch der Elemente der Geometrie. Bd. I–II. Berlin, 1826–27.
29. *Curry H. B.* Outlines of a formalist philosophy of mathematics. Amsterdam, 1951.
30. *Darboux C.* Lettre à Houel (1874) [cit.: F. Rostand. Souci d'exactitude et scrupules des mathematiciens. Paris, 1960. P. 11].
31. *Darboux C.* Lettre à Houel (1883) [cit.: F. Rostand. Souci d'exactitude et scrupules des mathematiciens. Paris, 1960. P. 261].
32. *Darboux C.* Lettre à Houel (1874a) [cit.: F. Rostand. Souci d'exactitude et scrupules des mathematiciens. Paris, 1960. P. 194].
33. *Denjoy A.* L'orientation actuelle des mathematiques // Revue du mois, 1919, v. 20, p. 19–28.
34. *Descartes R.* Regulae ad Directionem Ingenii (1628) [русский перевод: Декарт Р. Правила для руководства ума // Декарт Р. Сочинения в двух томах. Т. 1. М., 1989. С. 77–153].
35. *Descartes R.* De solidorum elementis (ок. 1639) // First publ.: Foucher de Careil: Oeuvres inedites de Descartes, II. Paris, 1860, p. 214–234 (revised. ed.: Adam — Tannery. Oeuvres de Descartes, vol. X. Paris, 1908, p. 257–278).

36. *Dieudonne J.* Les methodes axiomatiques modernes et les fondements des mathematiques // Rev. sci., 1939, v. 77, p. 225–231.
37. *Diogenes Laertius* (ок. 200) [русск. перевод: *Диоген Лаэртский*. О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов. 2-е, исправленное, изд. М., 1986].
38. *Einstein A.* The letter to P. A. Schilpp (1953) [cit.: Schilpp P. A. The Abdication of Philosophy // Kant Studien, Bd. 51, 1959–60, S. 490–91].
39. *Euler L.* Elementa Doctrinae Solidorum (1750) // Novi commentarii academiae scientiarum Petropolitanae (1752–1753), 1758, v. 4, p. 109–140.
40. *Euler L.* Demonstratio nonnullarum insignium proprietatum quibus solida hedris planis inclusa sunt praedita (1751) // Novi commentarii academiae scientiarum Petropolitanae (1752–1753), 1758, v. 4, p. 140–160.
41. *Euler L.* Specimen de usu observationum in mathesi pura (1753) // Novi commentarii academiae scientiarum Petropolitanae (1756–57), 1761, v. 6, p. 185–230 [Ed. Resume: *ibid.*, p. 19–21].
42. *Eves and Newsom.* An introduction to the foundations and fundamental concepts of mathematics. N. Y., 1958.
43. *Felix.* L'aspect moderne des mathematiques. Paris, 1957.
44. *Forder H. G.* The foundations of euclidean geometry. Cambridge, 1927.
45. *Frechet M.* Les espaces abstraits. Paris, 1928.
46. *Frechet M.* L'analyse generale et la question de fondements (1938) // *Gonseth* (ed.). Les Entretiens de Zürich, 1941.
47. *Frege G.* Grundgesetze der Arithmetik, Bd. I. Jena, 1893.
48. *Gamow C.* One, two, three... infinity. N. Y., 1953.
49. *Goldschmidt R.* Some aspects of evolution // Science, 1933, v. 78, p. 539–547.
50. *Grunert J. A.* Einfacher Beweis der von Gauchy und Euler gefundenen Sätze von Figurennetzen und Polyedern // J. die reine und angew. Math., 1827, v. 2, p. 367.
51. *Hardy G. H.* Mathematical proof // Mind, 1928, v. 38, p. 1–25.
52. *Haussner R.* (ed.) Abhandlungen über die regelmässigen Sternkörper // Ostwald's Klassiker der Wissenschaften, N. 151. Leipzig, 1906.
53. *Heath Th. L.* The thirteen books of Euclid's elements, 2-d ed., 1925 (1-th ed.: 1908).
54. *Hempel C. G.* Studies in the logic of confirmation, I–II // Mind, 1945, v. 54, p. 1–26, 97–121.



55. *Hermite C.* Lettre à Stieltjes, 20 mai 1893, Correspondence d'Hermite et de Stieltjes, Publiée par les soins de B. Baillaud et H. Bourget, I-II. Paris, 1905, v. II, p. 317-319.
56. *Hessel F. Ch.* Nachtrag zu dem Euler'schen Lehrsatz von Polyedern // J. die reine und angew. Math. 1832, Bd. 8, S. 13-20.
57. *Hetting A.* Les fondements des mathematiques du point de vue intuitioniste. Appendix to F. Gonseth: Philosophie mathematique. Paris, 1939.
58. *Heyting A.* Intuitionism. An introduction. Amsterdam, 1956 [русск. перевод: *Гейтинг А.* Интуиционизм. М., 1965].
59. *Hilbert D., Cohn-Vossen S.* Geometry and imagination. N. Y., 1956 (1-th ed.: Anschauliche Geometrie. Berlin, 1932).
60. *Hobbes T.* Leviathan, or the matter, form and power of a Commonwealth, Ecclesiastical and Civil. London, 1651 [русск. перевод: *Гоббс Т.* Левиафан, или материя, форма и власть государства церковного и гражданского // *Гоббс Т.* Избранные произведения в двух томах. Т. 2. М., 1965].
61. *Hobbes T.* The questions concerning liberty, necessity and chance, clearly stated and debated between Dr. Bramhall, Bishop of Derry, and Thomas Hobbes of Malmesbury. London, 1656.
62. *Holder O.* Die mathematische Methode. Berlin, 1924.
63. *Hoppe R.* Ergänzung des Eulerschen Satzes von den Polyedern // Arch. Math., und Physik, 1879, v. 63, p. 100-103.
64. *Husserl E.* Logische Untersuchungen, Bd. I. Halle, 1900 [русск. перевод: *Гуссерль Э.* Логические исследования. Т. 1. СПб., 1909].
65. *Jonquieres E.* Note sur le theoreme d'Euler dans la theorie des polyedres // Comptes rendus des seances de l'Academie des Sciences, 1890, v. 110, p. 169-173.
66. *Jonquieres E. de.* Note sur un point fondamental de la theorie des polyedres // Comptes rendus des seances de l'Academie des Sciences, 1890, v. 170, p. 110-115.
67. *Jordan C.* Recherches sur les polyedres // J. die reine und angew. Math., 1866, Bd. 57, S. 22-85.
68. *Jordan C.* Resume de recherches sur la symetrie des polyedres non Euleriens // J. die reine und angew. Math., 1866, Bd. 57, S. 86-91.
69. *Kant I.* Kritik der reinen Vernunft. Riga, 1781 [русск. перевод: *Кант И.* Критика чистого разума // *Кант И.* Сочинения в 6 томах. Т. 3. М., 1966].
70. *Kepler I.* Harmonices mundi. Lincii, 1619.



71. *Lakatos I.* Essays in the Logic of mathematical discovery, Ph. D. Dissertation. Cambridge, 1961.
72. *Lakatos I.* Infinite Regress and the foundations of mathematics // Aristotelian society supplementary volume, 1962, v. 36, p. 155–184.
73. *Landau E.* Grundlage der Analysis. Leipzig, 1930.
74. *Lebesgue H.* Notice sur la vie et les travaux de Camille Jordan (1923) [rep.: *H. Lebesgue: Notices d'Histoire des Mathematiques.* Geneve, 1958, p. 40–65].
75. *Lebesgue H.* Lemons sur l'integration. Paris, 1928 (1-th ed.: 1903).
76. *Legendre.* Elements de geometrie. Paris, 1794. Нумерация страниц по изданию 1809 г.
77. *Lbuilier S. A. J.* Memoire sur polyedrometrie: contenant une demonstration directe du Theoreme d'Euler sur les polyedres, et un examen des diverses exceptions auxquelles ce theoreme est assujetti. (Extrait) par M. Gergonne // Annal. math, pures et appl., 1812–1813, v. 3, p. 169–191.
78. *Lbuilier S. A. J.* Memoire sur les solides reguliers // Ann. math, pures et appl., 1812–1813, v. 3, p. 233–237.
79. *Listing J. B.* Der Census raumlicher Complexe // Abhandl. Koniglichen Gesellschaft Wiss. Gatingen, 1861, Bd. 10, S. 97–182.
80. *Matthiessen L.* Über die scheinbaren Einschränkungen des Euler'schen Satzes von den Polyedern // Z. Math, und Physik, 1863, Bd. 8, S. 449–450.
81. *Meister A. L. F.* Generalia de genesi figurarum planarum et inde pendentibus earum affectionibus (1769–1770) // Novi Commentarii Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis, 1771, v. 1, p. 144–180.
82. *Moebius A. F.* Der baryzentrische Calcul. Leipzig, 1827.
83. *Moebius A. F.* Über die Bestimmung des Inhaltes eines Polyeders // Ber. Konigl. Sachs. Ges. d. Wiss., Math.-phys. Klasse, 1865, Bd. 17, S. 31–68.
84. *Moore E. H.* On the foundations of mathematics // Science, 1902, v. 17, p. 401–416.
85. *Munroe M. E.* Introduction to Measure and Integration. Cambridge (Mass.), 1953.
86. *Neumann J., von.* The mathematician // B. Heywood (ed.); The works of the mind. Chicago, 1947 (rep.: *Neumann J., von.* Collected works, v. I, 1961, p. 1–9) [русск. перевод: *Нейман Дж. Математик* // Природа, 1983, № 2. С. 86–95.]
87. *Newton I.* Optics, or, a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light, 2-nd ed. London, 1717.



88. *Olivier L.* Bemerkungen über Figuren, die aus beliebigen von geraden Linien umschlossenen Figuren zusammengesetzt sind // *J. die reine und angew. Math.*, 1826, Bd. I, 1826, S. 227–231.
89. *Pascal B.* Les Reflexions sur la Geometrie en general (De l'esprit geometrique et de l'art de persuader), 1657–1658.
90. *Peano C.* Notations de logique mathematique. Turin, 1894.
91. *Poincare H.* Sur la generalisation d'un theoreme d'Euler relatif aux polyedres // *Comptes rendus des seances de l'Academie des Sciences*, 1893, v. 117, p. 144.
92. *Poincare H.* Complement a l'Analysis Situs // *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, 1899, v.13, p. 285–343.
93. *Poincare H.* La Science et l'Hypothese. Paris, 1902 [русск. перевод: Пуанкаре А. Наука и гипотеза // Пуанкаре А. О науке. М., 1983. С. 5–151].
94. *Poincare H.* La Valeur de la Science, Paris, 1905 [русск. перевод: Пуанкаре А. Ценность науки // Пуанкаре А. О науке. М., 1983. С. 153–281].
95. *Poincare H.* Science et Methode. Paris, 1908 [русск. перевод: Пуанкаре А. Наука и метод // Пуанкаре А. О науке. М., 1983. С. 283–403].
96. *Poinsot L.* Memoire sur les polygones et les polyedres // *J. de l'Ecole Polytechnique*, 1810, v. 4, p. 16–48.
97. *Poinsot L.* Note sur la theorie des polyedres // *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, 1858, v. 46, p. 65–79.
98. *Polya G.* How to solve it. Princeton, 1945 [русск. перевод: Пойа Г. Как решать задачу. М., 1959].
99. *Polya G.* The teaching of mathematics and the biogenetic law // *The scientist speculates* (ed. L. J. Good). London, 1962, p. 352–356.
100. *Polya G., Szege G.* Aufgaben und Lehrsätze aus der Analysis. Berlin, 1925.
101. *Polya G.* Mathematics and plausible reasoning. V. I–II, London, 1954 [русск. перевод: Пойа Г. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1975].
102. *Polya G.* Mathematical discovery. V. I, N. Y., 1962 [русск. перевод: Пойа Г. Математическое открытие. М., 1970].
103. *Popper K. R.* Logik der Forschung. Vienna, 1934 (*Popper K.R.* The logic of scientific discovery. London, 1958) [русск. перевод: Понпер К. Логика научного исследования. М., 1983].
104. *Popper K. R.* The open society and its enemies. London, 1945 [русск. перевод: Понпер К. Открытое общество и его враги. Т. 1–2. М., 1992].

105. *Popper K. R.* Logic without assumptions // Aristotelian Soc. Proc., 1947–1948, v. 47, p. 251–292.
106. *Popper K. R.* The nature of philosophical problems and their roots in science // Brit. J. Philos. Sci., 1952, v. 3, p. 124–156.
107. *Popper K. R.* The poverty of Historicism. London, 1957 [русск. перевод: *Поппер К.* Нищета историцизма. М., 1993].
108. *Popper K. R.* Conjectures and refutations. London, 1963 [русск. перевод: *Поппер К.* Предположения и опровержения. Рост научного знания. М., 2004].
109. *Popper K. R.* Science: problems, aims, responsibilities // Federation Am. Soc. Exp. Biol. Federation Proc., 1963, v. 22, p. 961–972.
110. *Quine W. V. O.* Mathematical logic. Cambridge (Mass.), 1951 (1-th ed.: 1940).
111. *Raschig L.* Zum Eulerschen Theorem der Polyedrometrie. Festschrift des Gymnasium. Schneeberg, 1891.
112. *Reichardt H.* Losung der Aufgabe 274 // Jahresberichte Dtsch. Math. Vereinigung, 1941, Bd. 51, S. 23.
113. *Riemann B.* Grundlagen für eine allgemeine Theorie der Functionen einer veränderlichen complexen Grosse, Inaugural dissertation. Göttingen, 1851.
114. *Robinson R.* Analysis in Greek Geometry // Mind, 1936, v. 45, p. 464–73.
115. *Robinson R.* Plato's earlier dialectic. Oxford, 1953.
116. *Rudin W.* Principles of mathematical analysis. N. Y., 1953.
117. *Russel B.* Recent work in the philosophy of mathematics // Int. Monthly, 1901, v. 3.
118. *Russel B.* Principles of mathematics. London, 1903.
119. *Russel B.* Mysticism and logic. London, 1918.
120. *Saks S.* Theorie der Integrale. Warsaw, 1933 (Tr.: Theory of the integral. Warsaw, 1937).
121. *Schläfli L.* Theorie der vielfachen Continuität (1852) // Neue Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, Bd. 38. Zürich, 1901.
122. *Schroder E.* Über die Vielecke von gebrochener Seitenzahl oder die Bedeutung der Stern-polygone in der Geometrie // Z. Math. und Physik., 1892, Bd. 7, S. 55–64.
123. *Seidel Ph. L.* Note über eine Eigenschaft der Reihen, welche discontinuirliche Functionen darstellen // Abhandl. Math.-Phys. Klasse der Kgl. Bayerischen Akademie Wiss., 1847, Bd. 5, S. 381–394.
124. *Somerville D. M. Y.* An introduction to the geometry of n-dimensions. London, 1929.



125. *Steinitz E.* Polyeder and Raumeinteilungen // Encyklopaedie der mathematischen Wissenschaften. Leipzig, 1914–1931, Bd. 3.
126. *Steiner J.* Leichter Beweis eines stereometrischen Satzes von Euler // J. die reine und angew. Math., 1826, Bd. 1, S. 364–367.
127. *Steinhaus H.* Mathematical snapshots. N. Y., 1960. Revised and enlarged edition.
128. *Szabo A.* Deiknymi als mathematischer Terminus für «Beweisen» // Maia, 1958, Bd. 10, S. 1–26.
129. *Szabo A.* Anfänge des euklidischen Axiomensystems // Arch. History. Exact Sci., 1960, Bd. 1, S. 37–106.
130. *Tarski A.* Über einige fundamentale Begriffe der Metamathematik // Comptes rendus des seances de la Societe des Lettres de Varsovie, 1930, v. 23, p. 22–29. Tr.: *Tarski A.* Logic, semantics, metamathematics. Oxford, 1956, pp. 30–37.
131. *Tarski A.* Fundamentale Begriffe der Methodologie der deduktiven Wissenschaften, I // Monatshefte Math. und Physik, 1930, Bd. 37, S. 361–404. Tr.: *Tarski A.*: Logic, semantics, metamathematics. Oxford, 1956, p. 60–109.
132. *Tarski A.* On the concept of logical consequence (1935) // *Tarski A.* Logic, semantics, metamathematics. Oxford, 1956, p. 409–420.
133. *Tarski A.* Introduction to Logic and to the methodology of deductive sciences. N. Y., 1941; 2-nd ed., 1946 [русский перевод: *Тарский А.* Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., 1948].
134. *Turquette A.* Goedel and the synthetic a priori // J. Philos., 1950, v. 47, p. 125–129.
135. *Waerden B. L. van der.* Topologie und Uniformisierung der Riemannschen Flächen // Berichte der Math. Phys. Klasse der Sächsischen Akademie der Wissenschaften. Leipzig, 1941, Bd. 93, S. 148–160.
136. *Whitehead A. N., Russell B.* Principia mathematica. Cambridge, vol. I, 1910; vol. II; 1912; vol. III, 1913.
137. *Wilder R. I.* The nature of mathematical proof // Am. Math. Monthly, 1944, v. 51, p. 309–323.
138. *Zacharias M.* Elementargeometrie // Encyklopaedie der mathematischen Wissenschaften, Leipzig, 1914–1931, Bd. 9.

ИСТОРИЯ НАУКИ  
И ЕЕ РАЦИОНАЛЬНЫЕ  
РЕКОНСТРУКЦИИ

Перевод с англ. по изд.:

Lakatos I.

History of Science and its Rational Reconstructions //  
Boston Studies in the Philosophy of Science. Ed. By  
R. Cohen, R. Buck, v. 8, 1972, p. 174-182.

## Введение

«Философия науки без истории науки пуста; 5  
история науки без философии науки слепа». Руководствуясь этой перефразировкой кантовского изречения, мы в данной статье попытаемся объяснить, *как* историография науки могла бы учиться у философии 10  
науки и наоборот. В статье будет показано, что (а) философия науки вырабатывает нормативную методологию, на основе которой историк реконструирует «внутреннюю историю» и тем самым дает рациональное\* объяснение роста объективного знания; (б) две

---

\* Лакатос называет «рациональным» то, что соответствует определенным методологическим принципам и нормам. Действия ученого «рациональны», если они согласуются с методологическими предписаниями; если же ученый нарушает методологические правила (под влиянием эмоций, привычек, социальных воздействий), то он действует «иррационально». Поскольку каждая методологическая концепция формирует специфические правила научной деятельности, постольку понятие рациональности у Лакатоса относительно: одни и те же действия ученого одна концепция может объявить рациональными, а другая — иррациональными. Методологическая концепция оказывается одновременно и «теорией рациональности», так как именно она формулирует критерии рациональности и определяет, что в деятельности ученых является «рациональным», а что — «иррациональным». Осмысливая и интерпретируя реальную историю науки с точки зрения определенного понимания рациональности, сторонники той или иной методологической концепции представляют развитие науки как последовательность рациональных действий ученых и получают, таким образом, «рациональную реконструкцию науки». — *Прим. перев.*

конкурирующие методологии можно оценить с помощью нормативно интерпретированной истории; (с) любая рациональная реконструкция истории нуждается в дополнении эмпирической (социально-психологической) «внешней историей».

5 Существенно важное различие между нормативно-внутренним и эмпирически-внешним понимается по-разному в каждой методологической концепции. Внутренняя и внешняя историографические теории  
10 в совокупности в очень большой степени определяют выбор проблем историком. Отметим, однако, что некоторые наиболее важные проблемы внешней истории могут быть сформулированы только на основе некоторой методологии; таким образом, можно  
15 сказать, что внутренняя история является первичной, а внешняя история — вторичной. Действительно, в силу автономии внутренней (но не внешней) истории внешняя история не имеет существенного значения для понимания науки<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> «Внутренняя история» обычно определяется как духовная, интеллектуальная история; «внешняя история» — как социальная история (см., например, [26]). Мое неортодоксальное новое различие между «внутренней» и «внешней» историей представляет значительное изменение этой проблемы и может показаться догматическим. Однако данные мной определения образуют жесткое ядро некоторой историографической исследовательской программы, и их оценка является неотъемлемой частью оценки плодотворности этой программы в целом.



# 1. Конкурирующие методологические концепции: рациональная реконструкция как ключ к пониманию реальной истории

В современной философии науки в ходу различные методологические концепции, но все они довольно сильно отличаются от того, что обычно понимали под «методологией» в XVII веке и даже в XVIII веке. Тогда надеялись, что методология снабдит ученых сводом механических правил для решения проблем. 10  
Теперь эта надежда рухнула: современная методологическая концепция, или «логика открытия», представляет собой просто ряд правил (может быть, даже не особенно связанных друг с другом) для *оценки* готовых, хорошо сформулированных теорий<sup>2</sup>. Такие 15  
правила или системы оценок часто используются также в качестве «теорий научной рациональности», «демаркационных критериев» или «определений науки»<sup>3</sup>. Эмпирическая психология и социология научных открытий находятся, конечно, за пределами действия 20  
этих нормативных правил.

В этом разделе статьи я дам краткий очерк четырех различных «логик открытия». Характеристикой каждой из них служат правила, согласно которым происходит (научное) принятие или отбрасывание те- 25

---

<sup>2</sup> В этом состоит весьма важное изменение проблем нормативной философии науки. Термин «нормативный» более не означает правил получения решений, а просто указывает на оценку уже существующих решений. Таким образом, *методология* отделилась от *эвристики*, подобно тому, как оценочные суждения отделились от суждений долженствования. (Этой аналогией я обязан Дж. Уоткинсу.)

<sup>3</sup> Такое обилие синонимов — свидетельство определенной путаницы, существующей в данной области.

орий или исследовательских программ<sup>4</sup>. Эти правила имеют двойную функцию. Во-первых, они функционируют в качестве *кодекса научной честности*, нарушать который непростительно; во-вторых, они выполняют функцию жесткого ядра (*нормативной историкографической исследовательской программы*). Именно эта вторая функция будет в центре моего внимания.

### А. Индуктивизм

Одной из наиболее влиятельных методологий науки является индуктивизм. Согласно индуктивизму, только те суждения могут быть приняты в качестве научных, которые либо описывают твердо установленные факты, либо являются их неопровержимыми индуктивными обобщениями<sup>5</sup>. Когда индуктивист *принимает* некоторое научное суждение, он принимает его как достоверно истинное, и, если оно таковым не является, индуктивист *отвергает* его. Научный кодекс его суров: суждение должно быть либо доказано фактами, либо выведено — дедуктивно или индуктивно — из ранее доказанных суждений.

Каждая методология имеет свои особые эпистемологические и логические проблемы. Индуктивизм, например, должен надежно установить истинность «фактуальных» суждений и обоснованность индуктивных выводов. Некоторые философы столь озабочены решением своих эпистемологических и логических проблем, что так и не достигают того уровня, на ко-

<sup>4</sup> Эпистемологический смысл научных терминов «принятие» и «отбрасывание» будет, как мы увидим, весьма сильно отличаться в четырех рассматриваемых нами методологиях.

<sup>5</sup> «Неоиндуктивизм» требует достижения лишь высоковероятных обобщений. В дальнейшем я буду рассматривать только классический индуктивизм, но подобным образом можно рассматривать и неоиндуктивизм.

тором их могла бы заинтересовать реальная история науки. Если действительная история не соответствует их стандартам, они, возможно, с отчаянной смелостью предложат начать заново все дело науки. Другие принимают то или иное сомнительное решение своих 5 логических и эпистемологических проблем без доказательства и обращаются к рациональной реконструкции истории, не осознавая логико-эпистемологической слабости (или даже несостоятельности) своей методологии<sup>6</sup>. 10

Индуктивистский критицизм, по существу, скепичен: он стремится показать, что суждение не доказано — то есть является псевдонаучным, — а не то, что оно ложно<sup>7</sup>. Когда историк-индуктивист пишет *предысторию* некоторой научной дисциплины, ему 15 весьма трудно в этом случае проводить свой критицизм. Поэтому период раннего средневековья — когда люди находились в плену «недоказанных идей» — он часто объясняет с помощью некоторых «внешних воздействий», как это делает, например, социально- 20 психологическая теория о сдерживающем влиянии на развитие науки католической церкви.

Историк-индуктивист признает только два вида *подлинно научных открытий*: суждения о твердо установленных фактах и индуктивные обобщения. 25 Они, и только они, составляют, по его мнению, спинной хребет *внутренней истории* науки. Когда индуктивист описывает историю, он разыскивает только их — в этом состоит для него вся проблема. Лишь после того, как он найдет их, он начинает построение 30 своей прекрасной пирамиды. Научные революции, согласно представлениям индуктивиста, заключаются в разоблачении иррациональных заблуждений, которые следует изгнать из истории науки и перевести в историю псевдонауки, в историю простых верований: 35 в любой данной области подлинно научный прогресс,

<sup>6</sup> См. раздел I Е.

<sup>7</sup> Подробное обсуждение индуктивистского (и вообще джастификационистского) критицизма см. в моей работе [30].





по его мнению, начинается с самой последней научной революции.

- У каждой историографии есть свои характерные для нее образцовые парадигмы<sup>8</sup>. Главными парадигмами индуктивистской историографии являются:
- 5 кеплеровское обобщение тщательных наблюдений Тихо Браге; открытие затем Ньютоном закона гравитации путем индуктивного обобщения кеплеровских «феноменов» движения планет; открытие Ампером
  - 10 закона электродинамики благодаря индуктивному обобщению его же наблюдений над свойствами электрического тока. Для некоторых индуктивистов и современная химия реально начинается только с экспериментов Лавуазье и его «истинных объяснений»
  - 15 этих экспериментов.

- Однако историк-индуктивист не может предложить *рационального* «внутреннего» объяснения того, *почему* именно эти факты, а не другие были выбраны в качестве предмета исследования. Для него это *нерациональная, эмпирическая, внешняя* проблема. Являясь «внутренней» теорией рациональности, индуктивизм совместим с самыми различными дополняющими его эмпирическими, или внешними, теориями, объясняющими тот или иной выбор научных проблем<sup>9</sup>. Так, некоторые исследователи отождествляют основные фазы истории науки с основными фазами экономического развития<sup>10</sup>. Однако выбор фактов не обязательно должен детерминироваться социальными факторами; он может быть детерминирован вненаучными интеллектуальными влияниями. Равным образом индуктивизм совместим и с такой «внешней» теорией, согласно которой выбор проблем опреде-

<sup>8</sup> Я использую здесь термин «парадигма» в его докундовском смысле.

<sup>9</sup> Такая совместимость была отмечена Агасси на с. 23–27 его работы [1]. Однако при этом он ни слова не сказал об аналогичной совместимости, которая имеет место в его собственной фальсификационистской историографии.

<sup>10</sup> См., например, [6, с. 377].

лен в первую очередь врожденной или произвольно избранной (или традиционной) теоретической (или «метафизической») структурой.

Существует радикальная ветвь индуктивизма, представители которой отказываются признавать 5 любое внешнее влияние на науку — интеллектуальное, психологическое или социологическое. Признание такого влияния, считают они, приводит к недопустимому отходу от истины. Радикальные индуктивисты признают только тот отбор, который случайным 10 образом производит ничем не отягощенный разум. Радикальный индуктивизм является особым видом *радикального интернализма*, согласно которому следует сразу же отказаться от признания научной теории (или фактуального суждения), как только 15 установлено наличие некоторого внешнего влияния на это признание: доказательство внешнего влияния обесценивает теорию<sup>11</sup>. Однако, поскольку внешние влияния существуют всегда, радикальный интернализм является утопией и в качестве теории рациональности разрушает сам себя<sup>12</sup>. 20

Когда историк-индуктивист радикального толка сталкивается с проблемой объяснения того, почему некоторые великие ученые столь высоко оценивали метафизику и почему они считали свои открытия 25 важными по тем причинам, которые с точки зрения индуктивизма являются весьма несущественными, то он относит эти проблемы «ложного сознания» к психопатологии, то есть к внешней истории. 30



<sup>11</sup> К этой группе принадлежат некоторые логические позитивисты: вспомните ужас Гемпеля по поводу случайно высказанного К. Поппером признания определенного внешнего влияния метафизики на науку [22].

<sup>12</sup> Когда немецкие реакционеры насмеялись над «позитивизмом», они при этом часто имели в виду радикальный интернализм, и, в частности, радикальный индуктивизм.

## В. Конвенционализм

Конвенционализм допускает возможность построения любой системы классификации, которая объединяет факты в некоторое связное целое. Конвенционалист считает, что следует как можно дольше сохранять в неприкосновенности центр такой системы классификации: когда вторжение аномалий создает трудности, надо просто изменить или усложнить ее периферийные участки. Однако ни одну классифицирующую систему конвенционалист не рассматривает как достоверно истинную, а только как «истинную по соглашению» (или, может быть, даже как ни истинную, ни ложную). Представители *революционных* ветвей конвенционализма не считают обязательным придерживаться некоторой данной системы: любую систему можно отбросить, если она становится чрезмерно сложной и если открыта более простая система, заменяющая первую<sup>13</sup>. И эпистемологически, и особенно логически этот вариант конвенционализма несравненно проще индуктивизма: он не нуждается в обоснованных индуктивных выводах. Подлинный *прогресс* науки, согласно конвенционализму, является кумулятивным и осуществляется на прочном фундаменте «доказанных» фактов<sup>14</sup>, *изменения* же на теоретическом уровне носят только инструментальный характер. Теоретический «прогресс» состоит лишь в достижении удобства («простоты»), а не в росте истинного содержания<sup>15</sup>.

<sup>13</sup> О том, что я называю здесь *революционным конвенционализмом*, см. мою работу [34, с. 105–106 и 187–189].

<sup>14</sup> В основном я здесь рассматриваю только один вариант революционного конвенционализма — тот, который Агасси в своей работе [3] назвал «безыскусственным»: в нем признается, что фактуальные суждения — в отличие от классифицирующих систем — могут быть «доказаны». (Дюгем, например, не проводил ясного различия между фактами и фактуальными суждениями.)

<sup>15</sup> Важно заметить, что большинство конвенционалистов весьма неохотно расстаются с идеей индуктивных обобщений.

Можно, конечно, распространить революционный конвенционализм и на уровень «фактуальных» суждений. В таком случае «фактуальные» суждения также будут приниматься на основе решения, а не на основе экспериментальных «доказательств». Но если конвенционалист не хочет отказаться от той идеи, что рост «фактуальной» науки имеет некоторое отношение к объективной, фактуальной истине, то в этом случае он должен выдумать некий метафизический принцип, которому должны удовлетворять его правила научной игры<sup>16</sup>. Если же он не сделает этого, ему не удастся избежать скептицизма или, по крайней мере, одной из радикальных форм инструментализма.

(Важно выяснить *отношение между конвенционализмом и инструментализмом*. Конвенционализм опирается на убеждение, что ложные допущения могут иметь истинные следствия и поэтому ложные теории могут обладать большой предсказательной силой. Конвенционалисты столкнулись с проблемой сравнения конкурирующих ложных теорий. Большинство из них отождествили истину с ее признаками и

Они различают «уровень фактов», «уровень законов» (то есть индуктивных обобщений «фактов») и «уровень теорий» (или классифицирующих систем), на котором конвенционально классифицируются и факты, и индуктивные законы. (Уэвелл — консервативный конвенционалист и Дюгем — революционный конвенционалист отличаются значительно меньше, чем это принято считать).

<sup>16</sup> Такие метафизические принципы можно назвать «индуктивными принципами». Об «индуктивном принципе», который, грубо говоря, превращает попперовскую «степень подтверждения» (то есть некоторую коинвенционалистскую оценку) в предложенную им меру правдоподобности (истинное содержание минус ложное содержание), см. мои работы [32, с. 390–408] и [35, § 2]. (Другой широко распространенный «индуктивный принцип» может быть сформулирован приблизительно так: «То, что группа квалифицированных (современных или соответствующим образом избранных) ученых решает считать «истинным», — «истинно».)



примкнули к некоторому варианту прагматистской теории истины. Таким вариантом является попперовская теория истинного содержания, правдоподобности и подтверждения, которая заложила базис философски корректного варианта конвенционализма. Вместе с тем некоторым конвенционалистам не хватило логического образования для того, чтобы понять, что одни суждения могут быть истинными, не будучи доказанными, а другие — ложными, имея истинные следствия, и что существуют также такие суждения, которые одновременно являются ложными и приблизительно истинными. Эти люди и выдвинули концепцию «инструментализма»: они не считают теории ни истинными, ни ложными, а рассматривают их лишь как «инструменты», используемые для предсказания. Конвенционализм — как он определен здесь — философски оправданная позиция; инструментализм является его вырожденным вариантом, в основе которого лежит простая философская неряшливость, обусловленная отсутствием элементарной логической культуры.)

Революционный конвенционализм зародился как философия науки бергсонизма, девизом которой была свобода воли и творчества. Кодекс научной честности конвенционалиста менее строг, чем кодекс индуктивиста: он не налагает запрещения на недоказанные спекуляции и разрешает построение систем на основе *любой* фантастической идеи. Кроме того, конвенционализм не клеймит отброшенные системы как ненаучные: конвенционалист считает гораздо большую часть реальной истории науки рациональной («внутренней»), чем индуктивист.

Для историка-конвенционалиста главными научными открытиями являются, прежде всего, изобретения новых и более простых классифицирующих систем. Поэтому он постоянно сравнивает такие системы в отношении их простоты: процесс усложнения научных классифицирующих систем и их революционная замена более простыми системами — вот что является основой внутренней истории науки и его понимании.



Для конвенционалиста образцовым примером научной революции была коперниканская революция<sup>17</sup>. Были предприняты усилия для того, чтобы показать, что революции Лавуазье и Эйнштейна также представляют собой замену громоздких теорий более простыми.

Конвенционалистская историография не может рационально объяснить, почему определенные факты в первую очередь подвергаются исследованию и почему определенные классифицирующие системы анализируются раньше, чем другие, в тот период, когда их сравнительные достоинства еще неясны. Таким образом, конвенционализм, подобно индуктивизму, совместим с различными дополнительными по отношению к нему «внешними» эмпирическими программами.

И наконец, историк-конвенционалист, как и его коллега индуктивист, часто сталкивается с проблемой «ложного сознания». Например, согласно конвенционализму, великие ученые приходят к своим теориям «фактически» благодаря взлету своего воображения. Однако почему же они так часто утверждают, будто вывели свои теории из фактов? Конвенционалистская рациональная реконструкция истории науки часто отличается от реконструкции, производимой великими учеными: проблемы ложного сознания историк-конвенционалист просто передает «экстерналисту»<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> Большинство исторических исследований о коперниканской революции написано с конвенционалистской точки зрения. Лишь немногие исследователи утверждают, что теория Коперника была «индуктивным обобщением», некоторых «фактуальных открытий» или что она была выдвинута как смелая теория, призванная заменить теорию Птолемея, которая якобы была «опровергнута» некоторым важным «решающим» экспериментом. Более подробное обсуждение историографии коперниканской революции см. в моей работе [36].

<sup>18</sup> Например, для неиндуктивистских историков ньютоновское изречение «Гипотез не измышляю» представляет серьезную проблему. Дюгем, который в отличие от большинства



### С. Методологический фальсификационизм

Современный фальсификационизм возник в результате логико-эпистемологической критики в адрес индуктивизма и конвенционализма дюгемовского толка. Критика позиции индуктивизма опиралась на то, что обе его фундаментальные предпосылки, а именно то, что фактуальные суждения могут быть «выведены» из фактов и что существуют обоснованные индуктивные (с увеличивающимся содержанием) выводы, сами являются недоказанными и даже явно ложными. Дюгем же был подвергнут критике на основании того, что предлагаемое им сравнение интуитивной простоты теорий является лишь делом субъективного вкуса и поэтому оно настолько двусмысленно, что не может быть положено в основу серьезной критики научных теорий. Новую — фальсификационистскую — методологию предложил Поппер в своей работе «Логика научного исследования» (1935)<sup>19</sup>. Эта методология представляет собой определенный вариант революционного конвенционализма: основная особенность фальсификационистской методологии состоит в том, что она разрешает принимать по соглашению фактуальные, пространственно-временные единичные «базисные утверждения», а не пространственно-временные универсальные теории. Согласно фальсификационистскому кодексу научной честности, некоторая теория является научной только в том случае, если она может быть

историков не склонен был чрезмерно восхищаться Ньютоном, отвергал ньютоновскую индуктивистскую методологию как логический нонсенс; однако Койре, многие из утверждений которого сделаны без ссылки на логические аргументы, посвятил обширные разделы своих исследований рассмотрению «скрытых основ» ньютоновских заблуждений.

<sup>19</sup> В данной статье я использую этот термин для обозначения только одного варианта фальсификационизма, а именно «наивного методологического фальсификационизма», как он определен в моей работе [34, с. 93–116].

*приведена* в столкновение с каким-либо базисным утверждением, и теория должна быть устранена, если она противоречит принятому базисному утверждению. Поппер выдвинул также еще одно условие, которому должна удовлетворять теория для того, чтобы считаться научной: она должна предсказывать факты, которые являются *новыми*, то есть неожиданными с точки зрения предыдущего знания. Таким образом, выдвижение нефальсифицируемых теорий или *ad hoc* гипотез (которые не дают *новых* эмпирических предсказаний) противоречит попперовскому кодексу научной честности, так же как выдвижение недоказанных теорий противоречит кодексу научности (классического) индуктивизма.

Наиболее притягательной чертой попперовской методологии является ее четкость, ясность и конструктивная сила. Попперовская дедуктивная модель научной критики содержит только эмпирически фальсифицируемые пространственно-временные универсальные суждения, исходные условия и их следствия. Оружием критики является *modus tollens*: ни индуктивная логика, ни интуитивная простота не усложняют предложенную им методологическую концепцию<sup>20</sup>.

(Хотя фальсификационизм и является логически безупречным, он сталкивается со своими собственными эпистемологическими трудностями. В своем первоначальном «догматическом» варианте он принимает ложную предпосылку — о доказуемости суждений из фактов и о недоказуемости теорий<sup>21</sup>. В попперовском «конвенционалистском» варианте фальсификационизм нуждается в некотором (внеметодологическом) «индуктивном принципе» для того, чтобы придать

<sup>20</sup> Поскольку в методологии Поппера *понятие* интуитивной простоты отсутствовало, он использовал термин «простота» для обозначения «степени фальсифицируемости». Однако существует значение этого понятия, более тесно связанное с простотой, чем предложенное Поппером: см. мою работу [34, с. 131].

<sup>21</sup> Обсуждение этого см. в моей работе [34, с. 99–100].



эпистемологический вес его решениям принимать те или иные «базисные» утверждения, и вообще для связи своих правил научной игры с правдоподобием<sup>22</sup>.)

- Историк-попперианец ищет великих, «смелых» фальсифицируемых теорий и великих отрицательных решающих экспериментов. Именно они образуют костяк создаваемой им рациональной реконструкции развития научного знания. Излюбленными образцами (парадигмами) великих фальсифицируемых теорий для попперианцев являются теории Ньютона и Максвелла, формулы излучения Релея–Джинса и Вина, революция Эйнштейна; их излюбленные примеры решающих экспериментов — это эксперимент Майкельсона–Морли, эксперимент Эддингтона, связанный с затмением Солнца; и эксперименты Люммера и Прингсгейма. Агасси попытался превратить этот наивный фальсификационизм в систематическую историографическую исследовательскую программу<sup>23</sup>. В частности, он предсказал (а может быть, только констатировал позднее), что за каждым серьезным экспериментальным открытием лежит теория, которой это открытие противоречит; значение фактуального открытия следует измерять значением той теории, которую оно опровергает. По-видимому, Агасси согласен с той оценкой, которую научное сообщество дает таким фактуальным открытиям, как открытия Гальвани, Эрстеда, Пристли, Рентгена и Герца; однако он отрицает «миф» о том, что это были случайные открытия (как часто говорят о первых четырех) или открытия, подтверждающие те или иные теории (как вначале думал Герц о своем открытии)<sup>24</sup>.

<sup>22</sup> Дальнейшее обсуждение этого вопроса см. в начале раздела 2.

<sup>23</sup> См. [1].

<sup>24</sup> Экспериментальное открытие является *случайным открытием в объективном смысле*, если оно не представляет собой ни подтверждающего, ни опровергающего примера для некоторой теории, обладающей объективной познавательной ценностью в данное время; оно является *случайным откры-*

В результате Агасси пришел к смелому выводу: все пять названных экспериментов были успешными опровержениями — в некоторых случаях даже задуманными как опровержения — некоторых теорий, которые он, проводя свое исследование, стремился 5 выявить и которые, в большинстве случаев, действительно считает выявленными<sup>25</sup>.

Внутреннюю историю в понимании попперианцев легко в свою очередь дополнить теориями внешней истории. Так, сам Поппер считал, что (с позитивной 10 стороны) (1) главные *внешние стимулы* создания научных теорий исходят из ненаучной «метафизики» и даже из мифов (позднее это было прекрасно проиллюстрировано главным образом Койре) и что (с негативной стороны) (2) факты сами по себе не явля- 15 ются такими внешними стимулами: фактуальные открытия целиком принадлежат внутренней истории, они возникают как опровержение некоторой научной теории и становятся заметными только в том случае, когда вступают в конфликт с некоторыми предварительными ожиданиями ученых. Оба эти тезиса 20 представляют собой краеугольные камни *психологии* открытия Поппера<sup>26</sup>. Фейерабенд развил другой интересный *психологический* тезис Поппера, а именно что быстрое увеличение числа конкурирующих теор- 25 рий может — *внешним образом* — ускорить *внутрен-*

*тием в субъективном смысле*, если сделано (или признано) ученым ни в качестве подтверждающего, ни в качестве опровергающего примера для некоторой теории, которой этот ученый придерживается в данное время.

<sup>25</sup> См. [1, с. 64–74].

<sup>26</sup> Среди сторонников Поппера Агасси и Уоткинс были теми, кто особенно подчеркивал важность нефальсифицируемых или просто непроверенных «*эмпирических*» теорий в создании *внешних* стимулов для последующего собственно *научного* развития (см. [2, 69]). Эта идея, конечно, уже имелась в работах Поппера [48, 46] (см. также мою работу [34, с. 184]). Новая формулировка различия между их подходом и моим, который я хочу дать в этой статье, я надеюсь, будет более ясной.



ний процесс фальсификации теорий в смысле Поппера<sup>27</sup>.

Однако теории, дополняющие фальсификационизм, не обязаны ограничиваться рассмотрением только чисто интеллектуальных влияний. Следует подчеркнуть (вслед за Агасси), что фальсификационизм в не меньшей степени, чем индуктивизм, совместим с воззрениями о влиянии внешних факторов на научный прогресс. Единственное различие в этом отношении между индуктивизмом и фальсификационизмом состоит в том, что, в то время как для первого «внешняя» теория призвана объяснять открытие фактов, для второго она должна объяснять изобретение *научных теорий*, так как выбор фактов (то есть выбор «потенциальных фальсификаторов») для фальсификациониста прежде всего детерминирован внутренне, то есть соответствующими теориями.

Для историка-фальсификациониста особую проблему представляет «ложное сознание» — «ложное», конечно, с точки зрения его теории рациональности. Почему, например, некоторые ученые считают решающие эксперименты скорее позитивными и верифицирующими, чем негативными и фальсифицирующими? Для решения этих проблем именно фальсификационист Поппер разработал — лучше, чем кто-либо до него, — концепцию о расхождении объективного знания (в его «третьем мире») с искаженными отображениями этого знания в индивидуальном сознании<sup>28</sup>. Тем самым он открыл путь для проведения моего различия между внутренней и внешней историей.

<sup>27</sup> Поппер изредка, а Фейерабенд систематически подчеркивают стимулирующую (*внешнюю*) роль альтернативных теорий в изобретении так называемых «решающих экспериментов». Однако альтернативы — это не только катализаторы, которые позднее — при рациональной реконструкции научного знания — могут быть устранены, они представляют собой *необходимые* компоненты процесса фальсификации (ср. [49, 15], а также [34, с. 121]).

<sup>28</sup> См. [60, 61].

## D. Методология научно-исследовательских программ

Согласно моей методологической концепции, исследовательские программы являются величайшими научными достижениями и их можно оценивать на основе прогрессивного или регрессивного сдвига проблем; при этом научные революции состоят в том, что одна исследовательская программа (прогрессивно) вытесняет другую<sup>29</sup>. Эта методологическая концепция предлагает новый способ рациональной реконструкции науки. Выдвигаемую мною методологическую концепцию легче всего изложить, противопоставляя ее фальсификационизму и конвенционализму, у которых она заимствует существенные элементы.

У конвенционализма эта методология заимствует разрешение рационально принимать по соглашению не только пространственно-временные единичные «фактуальные утверждения», но также и пространственно-временные универсальные теории, что дает нам важнейший ключ для понимания непрерывности роста науки<sup>30</sup>. В соответствии с моей концепцией фундаментальной единицей оценки должна быть не изолированная теория или совокупность теории, а исследовательская программа. Последняя включает в себя конвенционально принятое (и поэтому «неопровержимое», согласно заранее избранному решению) «жесткое ядро» и «позитивную эвристику», которая определяет проблемы для исследования, выделяет защитный пояс вспомогательных гипотез,

<sup>29</sup> Термины «прогрессивный» и «регрессивный» сдвиг проблемы, «исследовательская программа», «замещение» («вытеснение») получают объяснение в дальнейшем изложении; более строгое их определение см. в моих работах [33, 34].

<sup>30</sup> Поппер не допускал этого: «Существует громадное различие между моей точкой зрения и конвенционализмом. Я считаю, что эмпирический метод характеризуется следующим: наши соглашения детерминируют принятие *единичных*, но не *универсальных* утверждений» [48, § 8].



предвидит аномалии и победоносно превращает их в подтверждающие примеры — все это в соответствии с заранее разработанным планом. Ученый видит аномалии, но, поскольку его исследовательская программа выдерживает их натиск, он может свободно игнорировать их. *Не аномалии, а позитивная эвристика его программы — вот что в первую очередь диктует ему выбор проблем*<sup>31</sup>.

И лишь тогда, когда активная сила позитивной эвристики ослабевает, аномалиям может быть уделено большее внимание. В результате методология исследовательских программ может объяснить *высокую степень автономности теоретической науки*, чего не может сделать несвязанная цепь предположений и опровержений наивного фальсификациониста. То, что для Поппера, Уоткинса и Агасси выступает как *внешнее*, метафизическое влияние на науку, здесь превращается во *внутреннее* — в «жесткое ядро» программы<sup>32</sup>.

Картина научной игры, которую предлагает методология исследовательских программ, весьма отлична от подобной картины методологического фальсификационизма. Исходным пунктом здесь является

<sup>31</sup> Фальсификационист горячо отрицает это: «Обучение на опыте есть обучение на опровергающем примере. Опровергающий пример затем становится проблемным примером» [2, с. 201]. В своей работе [4] Агасси приписывает Попперу утверждение, что «мы учимся на опыте благодаря опровержениям» (с. 169), и далее добавляет, что, согласно Попперу, учиться можно *только* на опровержениях, а не на подтверждениях (с. 167). Аналогичным образом Фейерабенд в своей работе [16] говорит, что «в науке достаточно отрицательных примеров». Все эти высказывания, однако, свидетельствуют о том, что их авторы принимают весьма одностороннюю теорию, утверждающую, что обучение происходит опытным путем. (Ср. мою работу [34, с. 121, 123]).

<sup>32</sup> Дюгем, как правоверный позитивист в философии науки, несомненно, объявил бы большую часть «метафизики» ненаучной и не допустил бы никакого влияния метафизики на науку.



не установление фальсифицируемой (и, следовательно, непротиворечивой) гипотезы, а выдвижение исследовательской программы. Простая «фальсификация» (в попперовском смысле) не влечет отбрасывания соответствующего утверждения<sup>33</sup>. Простые «фальсификации» (то есть аномалии) должны быть зафиксированы, но вовсе не обязательно реагировать на них. В результате исчезают великие негативные решающие эксперименты Поппера: «решающий эксперимент» — это лишь почетный титул, который, конечно, может быть пожалован определенной аномалии, но только *спустя долгое время* после того, как одна программа будет вытеснена другой. Согласно Попперу, решающий эксперимент описывается некоторым принятым базисным утверждением, несовместимым с теорией; согласно же методологии научно-исследовательских программ, никакое принятое базисное утверждение *само по себе* не дает ученому права отвергнуть теорию. Такой конфликт может породить проблему (более или менее важную), но ни при каких условиях не может принести к «победе». Природа может крикнуть: «Нет!», но человеческая изобретательность — в противоположность мнению Вейля и Поппера<sup>34</sup> — всегда способна крикнуть еще громче. При достаточной находчивости и некоторой удаче можно на протяжении длительного времени «прогрессивно» защищать любую теорию, даже если эта теория ложна. Таким образом, следует отказаться от попперовской модели «предположений и опровержений», то есть модели, в которой за выдвижением пробной гипотезы следует эксперимент, показывающий ее ошибочность: ни один эксперимент не является решающим в то время — а тем более до времени, — когда он проводится (за исключением, может быть, его психологического аспекта).

Необходимо указать на то, что методология научно-исследовательских программ является гораздо

<sup>33</sup> См. мои работы [32, с. 383–386; 33, с. 162–167; 34, с. 116, 155].

<sup>34</sup> См. [48, § 85].



более зубастой, чем конвенционализм Дюгема: вместо того чтобы отдавать решение вопроса, когда следует отказаться от некоторой «структуры», на суд неясного дюгемовского здравого смысла<sup>35</sup>, я ввожу 5 некоторые жесткие попперовские элементы — оценку того, прогрессирует ли некоторая программа или регрессирует и вытесняет ли одна программа другую, то есть я даю критерии прогресса и регресса программ, а также правила устранения исследовательских программ в целом. Исследовательская программа 10 считается *прогрессирующей* тогда, когда ее теоретический рост предвосхищает ее эмпирический рост, то есть когда она с некоторым успехом может предсказывать новые факты (*«прогрессивный сдвиг проблем»*); 15 программа *регрессирует*, если ее теоретический рост отстает от ее эмпирического роста, то есть когда она дает только запоздалые объяснения либо случайных открытий, либо фактов, предвосхищаемых и открываемых конкурирующей программой (*«регрессивный сдвиг проблем»*)<sup>36</sup>. Если исследовательская програм-

<sup>35</sup> См. [11, часть II, гл. VI, § 10]

<sup>36</sup> На самом деле я определяю исследовательскую программу как регрессивную даже в том случае, если она предвосхищает новые факты, но делает это окольным путем, а не благодаря последовательной, наперед принятой позитивной эвристике. Я различаю три типа вспомогательных гипотез *ad hoc*: гипотезы, не имеющие дополнительного эмпирического содержания по сравнению со своими предшественницами (*ad hoc* 1), гипотезы, имеющие такое дополнительное содержание, но это содержание не является подтвержденным (*ad hoc* 2), и, наконец, гипотезы, которые не являются *ad hoc* в двух указанных смыслах, но и не образуют существенной части позитивной эвристики (*ad hoc* 3). Примеры гипотез *ad hoc* 1 — лингвистические увертки псевдонаук или конвенционалистские ухищрения типа «устранения монстров», «устранения исключений», «объяснения монстров» и т. п., которые я обсуждал в работе [29]. Известный пример гипотезы *ad hoc* 2 представляет гипотеза сокращения Лоренца—Фидджеральда. Примером гипотезы *ad hoc* 3 является первая поправка Планка к формуле

ма прогрессивно объясняет больше, нежели конкурирующая, то она «вытесняет» ее и эта конкурирующая программа может быть устранена (или, если угодно, «отложена») <sup>37</sup>.

(В рамках исследовательской программы неко- 5  
торая теория может быть устранена только лучшей теорией, то есть такой теорией, которая обладает большим эмпирическим содержанием, чем ее предше-  
ственница, и часть этого содержания впоследствии 10  
подтверждается. Для такого замещения одной те-  
ории лучшей первая теория не обязательно должна  
быть «фальсифицирована» в попперовском смысле  
этого термина. Таким образом, научный прогресс вы-

Люммера–Принтгейма. Некоторые новообразования в современных социальных «науках», растущие подобно раковым опухолям, сплошь состоит из таких гипотез ad hoc 3, как это показано Милем и Ликкеном (ссылки см. в моей работе [34, с. 175]).

<sup>37</sup> Конкуренция двух исследовательских программ — это, конечно, длительный процесс, в течение которого можно рационально работать с одной из них (или если кому-либо это удастся, то с обеими сразу). Одновременная рациональная деятельность с двумя программами является важной в том случае, когда, например, одна из конкурирующих программ не вполне ясна и ее противники хотят развить ее в более четкой форме для того, чтобы показать ее слабость. Так, Ньютон разработал картезианскую теорию вихрей с целью показать ее несовместимость с законами Кеплера. (Одновременная работа в рамках двух конкурирующих программ, безусловно, подрывает тезис Куна о психологической несоизмеримости конкурирующих парадигм.)

Прогресс некоторой программы играет роковую роль в регрессе ее конкурента. Если программа *P1* постоянно производит «новые факты», то они, по определению, будут аномалиями для конкурирующей программы *P2*. Если *P2* объясняет эти новые факты только посредством гипотез ad hoc, то она, по определению, регрессирует. Таким образом, чем больше прогрессирует программа *P1*, тем больше трудностей это создает для прогресса программы *P2*.



ражается скорее в осуществлении верификации дополнительного содержания теории, чем в обнаружении фальсифицирующих примеров<sup>38</sup>. Эмпирическая «фальсификация» и реальный «отказ» от теории становятся независимыми событиями<sup>39</sup>. До модификации теории мы никогда не знаем, как бы она могла быть «опровергнута», и некоторые из наиболее интересных модификаций обусловлены «позитивной эвристикой» исследовательской программы, а не аномалиями. Одно только это различие имеет важные следствия и приводит к рациональной реконструкции изменений в науке, совершенно отличной от реконструкции, предложенной Поппером<sup>40</sup>.)

Очень трудно решить — особенно с тех пор, как мы отказались от требования прогрессивности каждого отдельного шага науки, — в какой именно момент определенная исследовательская программа безнадежно регрессировала или одна из двух конкурирующих программ получила решающее преимущество перед другой. Как и в дюгемовском конвенционализме, в нашей методологической концепции не может существовать никакой обязательной (не говоря уже о механической) рациональности. *Ни логическое доказательство противоречивости, ни вердикт ученых об*

<sup>38</sup> Ср., в частности, мою работу [34, с. 120–121].

<sup>39</sup> Ср., в частности, мои работы [32, с. 385; 34, с. 121].

<sup>40</sup> Так, например, конкурирующая теория, действующая как *внешний* катализатор для попперовской фальсификации некоторой теории, в этом случае становится *внутренним* фактором. В реконструкции Поппера (и Фейерабенда) после фальсификации проверяемой теории конкурирующая теория может быть устранена из рациональной реконструкции; в моей реконструкции она сохраняется во внутренней истории развития знания, какой бы разрушительной ни была фальсификация (ср. прим. 27).

Другим важным следствием является различие между моим и попперовским обсуждением аргумента Дюгема-Куайна; см. [48, § 18, 19; 54, с. 131–133; 58, с. 112, 238–239, 243; 34, с. 184–189].

*экспериментально обнаруженной аномалии не могут одним ударом уничтожить исследовательскую программу.* «Мудрым» можно быть только задним числом <sup>41</sup>.

В предлагаемом нами кодексе научной честности скромность и сдержанность играют большую роль, чем в других кодексах. Всегда следует *помнить о том*, что, даже если ваш оппонент сильно отстал, он еще может догнать вас. Никакие преимущества одной из сторон нельзя рассматривать как абсолютно решающие. Не существует никакой гарантии триумфа той или иной программы. Не существует также и никакой гарантии ее крушения. Таким образом, упорство, как и скромность, обладает большим «рациональным» смыслом. *Однако успехи конкурирующих сторон должны фиксироваться<sup>42</sup> и всегда делаться достоянием общественности.*

(Здесь мы должны хотя бы упомянуть основную эпистемологическую проблему методологии научно-исследовательских программ. Подобно методологическому фальсификационизму Поппера, она представляет собой весьма радикальный вариант конвенционализма. И аналогично фальсификационизму Поппера, она нуждается в постулировании некоторого внеметодологического индуктивного принципа — для того, чтобы связать (хотя бы как-нибудь) научную игру в прагматическое принятие и отбрасывание высказываний и теорий с правдоподобием<sup>43</sup>. Только такой «индуктивный принцип» может превратить науку из простой игры — в эпистемологически рациональную деятельность, а множество свободных скептических

<sup>41</sup> Для фальсификациониста эта идея омерзительна: см., например, работу Агасси [1, с. 48].

<sup>42</sup> Фейерабенд теперь, по-видимому, отрицает, что это вообще возможно; см. его работы [17; 18; 19].

<sup>43</sup> Термин «правдоподобие» я использую здесь в попперовском специальном смысле как обозначающий разность между истинным содержанием и ложным содержанием некоторой теории (ср. его работу [58, гл. 10]),



игр, разыгрываемых для интеллектуальной забавы, в нечто более серьезное — в подверженное ошибкам отважное приближение к истинной картине мира<sup>44</sup>.)

Подобно любой другой методологической концепции, методология научно-исследовательских программ выдвигает свою историографическую исследовательскую программу. Историк, руководствующийся этой программой, будет отыскивать в истории конкурирующие исследовательские программы, прогрессивные и регрессивные сдвиги проблем. Там, где историк дюгемовского толка видит революцию единственно в простоте теории (как, например, в случае революции Коперника), он будет находить длительный процесс вытеснения прогрессивной программой программы регрессирующей. Там, где фальсификационист видит решающий негативный эксперимент, он будет «предсказывать», что ничего подобного не было, что за спиной любого якобы решающего эксперимента, за каждым видимым столкновением между теорией и экспериментом стоит скрытая война на истощение между двумя исследовательскими программами. И только позднее — в фальсификационистской реконструкции — исход этой войны может быть связан с проведением некоторого «решающего эксперимента».

Подобно любой другой теории научной рациональности, методология исследовательских программ должна быть дополнена эмпирической внешней историей. Никакая теория рациональности никогда не сможет дать ответ на вопросы о том, почему определенные научные школы в генетике отличаются друг от друга или вследствие каких причин зарубежная экономическая помощь стала весьма непопулярной в англосаксонских странах в 60-х годах нашего столетия. Более того, для объяснения различной скорости развития разных исследовательских программ мы можем быть вынуждены обратиться к внешней исто-

<sup>44</sup> Более развернутое обсуждение этой проблемы см. в начале раздела 2 [58, гл. 10].

рии. Рациональная реконструкция науки (в том смысле, в котором я употребляю этот термин) не может быть исчерпывающей в силу того, что люди не являются *полностью* рациональными существами, и даже тогда, когда они действуют рационально, они могут 5 иметь ложные теории относительно собственных рациональных действий<sup>45</sup>. Методология исследовательских программ проводит весьма отличную демаркационную линию между внутренней и внешней историей по сравнению с той, которую принимают 10 другие теории рациональности. К примеру, то, что для фальсификациониста выступает как феномен (к его прискорбию, слишком часто встречающийся) иррациональной приверженности ученых к «опровергнутой», или противоречивой теории, который он, 15 конечно, относит к *внешней* истории, на основе моей методологии вполне можно объяснить, не прибегая к внешней истории, — как рациональную защиту многообещающей исследовательской программы. Далее, успешные предсказания новых фактов, представляющие собой серьезные свидетельства в пользу некоторой исследовательской программы и являющиеся 20 поэтому существенными частями внутренней истории, не важны ни для индуктивиста, ни для фальсификациониста<sup>46</sup>. Для индуктивиста и фальсификациониста фактически не имеет значения, предшествовало 25 открытие фактов теории или последовало за ее созданием: решающим для них является лишь их логическое отношение. «Иррациональное» влияние такого стечения обстоятельств, благодаря которому теория 30 *предвосхитила* открытие определенного факта, не имеет, по их мнению, значения для внутренней истории. Такие предвосхищения представляют собой «не доказательство, а (лишь) пропаганду»<sup>47</sup>. Вспомним

<sup>45</sup> Ср. также разделы 1А, В, С, Е; раздел 2В.

<sup>46</sup> Читатель должен помнить о том, что в этой статье я обсуждаю только наивный фальсификационизм; см. прим. 19.

<sup>47</sup> Это комментарий Куна по поводу успешного предсказания Галилеем фаз Венеры [24, с. 224]. Кун, так же как до него



неудовлетворенность Планка по поводу предложенной им в 1900 году формулы излучения, которую он рассматривал как «произвольную». Для фальсификациониста эта формула была смелой, фальсифицируемой гипотезой, а недоверие, которое испытывал к ней Планк, являлось нерациональным настроением, объяснимым только на основе психологии. Однако, с моей точки зрения, недовольство Планка можно объяснить в рамках внутренней истории: оно выражало рациональное осуждение теории *ad hoc*<sup>48</sup>. Можно упомянуть и еще один пример: для фальсификационизма неопровержимая «метафизика» имеет лишь внешнее интеллектуальное влияние; согласно же моему подходу, она представляет собой существенную часть рациональной реконструкции науки.

Большинство историков до сих пор стремятся рассматривать решение некоторых важных проблем истории науки как монополию экстерналистов. Одной из них является проблема весьма частых *одновременных научных открытий*<sup>49</sup>. То, что считается «открытием», и в частности великим открытием, зависит от принятой методологии. Для индуктивиста наиболее важными открытиями являются открытия фактов, и, действительно, такие открытия часто совершаются одновременно несколькими учеными. Для фальсификациониста *великое* открытие состоит скорее в открытии некоторой теории, нежели в открытии факта. Как только теория открыта (или, скорее, изобретена), она становится общественным достоянием, и

---

Милль и Кейнс, не может понять, почему исторический порядок появления теории и фактов имеет значение, и он не может оценить важность того обстоятельства, что коперниканцы предсказали фазы Венеры, в то время как последователи Тихо Браге лишь объясняли их посредством модификации задним числом. И так как Кун не придает значения этому факту, он даже не заботится о том, чтобы упомянуть его.

<sup>48</sup> См. прим. 36.

<sup>49</sup> Интересное критическое обсуждение этой проблемы см. в работе Поляни [46, с. 4, 78].



нет ничего удивительного в том, что несколько людей одновременно будут проверять ее и одновременно сделают (второстепенные) фактуальные открытия. Таким образом, ставшая известной теория выступает как призыв к созданию независимо проверяемых 5 объяснений более высокого уровня. Например, если уже известны эллипсы Кеплера и элементарная динамика Галилея, то одновременное «открытие» закона обратной квадратичной зависимости не вызовет большого удивления: поскольку проблемная ситуация 10 известна, одновременные решения можно объяснить исходя из *чисто внутренних* оснований<sup>50</sup>. Однако открытие новой проблемы нельзя объяснить столь же легко. Если историю науки понимают как историю конкурирующих исследовательских программ, то 15 большинство одновременных открытий — теоретических или фактуальных — объясняются тем, что исследовательские программы являются общим достоянием и в различных уголках мира многие люди работают по этим программам, не подозревая о существовании 20 друг друга. Однако действительно *новые, главные, революционные* открытия редко происходят одновременно. Некоторые якобы одновременные открытия новых программ лишь кажутся одновременными благодаря ложной ретроспекции: в действительности это *разные* открытия, только позднее совмещенные в одно<sup>51</sup>. 25

Излюбленной областью экстерналистов была родственная проблема — о том, почему *спорам о приоритете* придавали столь большое значение и тратили на 30 них так много энергии. Индуктивист, наивный фальсификационист или конвенционалист могли объяснить это только *внешними обстоятельствами*, но в свете методологии исследовательских программ некоторые споры о приоритете являются существенными пробле- 35

<sup>50</sup> См. [59; 43].

<sup>51</sup> Это было убедительно показано Элканой для случая так называемого «одновременного открытия» закона сохранения энергии; см. его работу [12].



мами *внутренней* истории, так как в этой методологии наиболее важным для рациональной оценки становится то, какая из конкурирующих программ была первой в предсказании нового факта, а какая была согласована с этим теперь уже известным фактом лишь позднее. Некоторые, споры о приоритете можно объяснить интеллектуальным интересом, а не просто тщеславием и честолюбием. Тогда обнаруживается важность того обстоятельства, что теория Тихо Браге, например, лишь *post hoc* преуспела в объяснении наблюдаемых фаз Венеры и расстояния до нее, а впервые это было точно предсказано коперниканцами<sup>52</sup>, или что картезианцы умели объяснить все то, что предсказывали ньютонианцы. но только *post hoc*. Оптическая же теория ньютонианцев объясняла *post hoc* многие феномены, которые были предвосхищены и впервые наблюдались последователями Гюйгенса<sup>53</sup>.

<sup>52</sup> См. также примечание 47.

<sup>53</sup> Как сказал мне А. Масгрейв, для ветви функционализма, представленной Мертоном, споры о приоритете образуют на первый взгляд нарушение функциональности и поэтому являются аномалией, для которой Мертон пытался дать общее социально-психологическое объяснение (см. [40; 41; 42]). Согласно Мертону, «научное знание не становится богаче или беднее от того, как распределяются средства: лишь социальные учреждения науки и отдельные ее представители могли бы страдать от повторяющихся ошибок в распределении средств» [40, с. 648]. Но Мертон заходит слишком далеко: во многих важных случаях (например, в некоторых эпизодах борьбы Галилея за приоритет) на карту ставилось нечто большее, чем интересы отдельных институтов: проблема заключалась в том, чтобы определить, была ли коперниканская исследовательская программа прогрессивной или нет. (Конечно, не все споры о приоритете имеют научное значение. Например, спор между Адамсом и Леверье о том, кто первый открыл Нептун, не имел такого значения: кто бы его ни открыл, это открытие усиливало одну и ту же (ньютоновскую) программу. В таких случаях внешнее объяснение Мертона вполне может быть верным).

Все эти примеры показывают, каким образом многие проблемы, которые для других историографии были *внешними*, методология научно-исследовательских программ превращает в проблемы *внутренней* истории. Но иногда граница сдвигается в противоположном направлении. Например, может существовать эксперимент, который сразу же — при отсутствии лучшей теории — был признан негативным решающим экспериментом. Для фальсификациониста такое признание является частью внутренней истории, для меня же оно не рационально и его следует объяснить на основе внешней истории.

(*Пояснение.* Методология исследовательских программ была подвергнута критике Фейерабендом и Куном. Согласно Куну, «[Лакатос] должен уточнить критерии, которые можно использовать в *определенный период*, для того чтобы отличить прогрессивную исследовательскую программу от регрессивной. В противном случае *его рассуждения ничего не дают нам*»<sup>54</sup>. В действительности же я даю такие критерии. Но Кун думает, по-видимому, что «(мои) стандарты имеют практическое применение только в том случае, если они соединены с определенным *временным интервалом* (то, что кажется регрессивным сдвигом проблемы, может быть началом весьма длительного периода прогресса)»<sup>55</sup>. Поскольку я не уточняю таких временных интервалов, Фейерабенд делает вывод, что мои стандарты представляют собой не более чем «*красивые слова*»<sup>56</sup>. Аналогичные замечания были сделаны Масгрейвом в письме, содержащем серьезную конструктивную критику раннего наброска данной статьи. В этом письме он требует, например, чтобы я уточнил, в какой момент догматическая приверженность некоторой программе должна быть объяснена «внешними», а не «внутренними» обстоятельствами.

<sup>54</sup> См. [27, с. 239]; подчеркнуто мной.

<sup>55</sup> См. [17, с. 215].

<sup>56</sup> Там же.



Я попытаюсь объяснить, почему подобные возражения бьют мимо цели. Можно рационально придерживаться регрессирующей программы до тех пор, пока ее не обгонит конкурирующая программа и *даже после* 5 этого. Однако то, чего нельзя делать, — это способствовать ее слабой публичной гласности. Фейерабенд и Кун соединяют *методологическую* оценку некоторой программы с жесткой *эвристической* рекомендацией относительно того, что нужно делать<sup>57</sup>. Это 10 означает совершенно рационально играть в рискованную игру; иррациональный же момент состоит в том, что обманываются в отношении степени этого риска.

Это не означает очень большой свободы выбора, как может показаться тем, кто придерживается регрессирующей программы, так как подобная свобода 15 возможна для них главным образом лишь в частной жизни. Редакторы научных журналов станут отказываться публиковать их статьи, которые, в общем, будут содержать либо широковещательные переформулировки их позиции, либо изложение контрпримеров 20 (или даже конкурирующих программ) посредством лингвистических ухищрений *ad hoc*. Организации, субсидирующие науку, будут отказывать им в финансировании<sup>58</sup>.

<sup>57</sup> Ср. примечание 2.

<sup>58</sup> Я *не утверждаю*, конечно, что такие решения обязательно будут бесспорными. В подобных случаях следует опираться на здравый смысл. Здравый смысл (то есть суждение о частных случаях, которое подчиняется не некоторым жестким правилам, а лишь общим принципам, задающим определенные границы для мышления) играет некоторую роль во всех разновидностях «немеханических» методологий. Конвенционалист — последователь Дюгема нуждается в здравом смысле для того, чтобы решить, когда теоретическая структура стала слишком громоздкой и ее нужно заменить другой «более простой» структурой. Фальсификационист — последователь Поппера нуждается в здравом смысле для того, чтобы решить, при каких условиях необходимо «принять» некоторое базисное утверждение или на какую посылку направлен *modus tollens*



Эти рассуждения дают ответ также на возражение Масгрейва путем разделения приверженности регрессирующей программе на рациональную и иррациональную (или на честную и нечестную). Они проливают также новый свет на различие между 5 внутренней и внешней историей. Они показывают, что одной внутренней истории достаточно для изображения истории науки в абстрактном виде, включая и регрессивные сдвиги проблем. Внешняя же история объясняет, почему некоторые люди имеют ложные 10 мнения относительно научного прогресса и каким образом эти ложные мнения могут влиять на их научную деятельность.)

### *Е. Внутренняя и внешняя история*

Мы кратко рассмотрели четыре теории рациональности научного прогресса, или логики научного 15 исследования. Было показано, каким образом каж-

(ср. мою работу [34, с. 106]). Но ни Дюгем, ни Поппер не дают «здравому смыслу» полной свободы действий, а предоставляют ему исполнение лишь вполне определенных функций. Последователь Дюгема привлекает здравый смысл для того, чтобы договориться о сравнительной простоте; последователь Поппера привлекает его для поисков и установления базисных утверждений, которые он сталкивает с принятыми теориями. Я использую здравый смысл для того, чтобы согласовать оценки прогрессирующей и регрессирующей исследовательских программ. Однако могут, например, существовать противоположные точки зрения относительно того, выражает ли некоторое принятое базисное утверждение новый факт или нет (ср. мою работу [34, с. 136]). Хотя важно прийти к соглашению относительно таких решений, должна все же сохраняться возможность апелляции. В этих апелляциях неточный здравый смысл ставится под вопрос, уточняется и подвергается критике. (Из критики интерпретации некоторого закона эта критика может превратиться даже в критику самого этого закона.)

дая из них предлагает определенную теоретическую структуру для рациональной реконструкции истории науки.

- 5 Так, внутренняя история для *индуктивизма* состоит из признанных открытий несомненных фактов и так называемых индуктивных обобщений. Внутренняя история для *конвенционализма* складывается из фактуальных открытий, создания классифицирующих систем и их замены более простыми системами<sup>99</sup>.
- 10 Внутренняя история для *фальсификационизма* характеризуется обилием смелых предположений, теоретических улучшений, имеющих *всегда* большее содержание, чем их предшественники, и, прежде всего, — наличием триумфальных «негативных решающих экс-
- 15 периментов». И наконец, *методология исследователейских программ* говорит о длительном теоретическом и эмпирическом соперничестве главных исследовательских программ, прогрессивных и регрессивных сдвигах проблем и о постепенно выявляющейся побе-
- 20 де одной программы над другой.

- Каждая рациональная реконструкция создает некоторую характерную для нее модель рационального роста научного знания. Однако все эти нормативные реконструкции должны дополняться эмпирическими
- 25 теориями внешней истории для того, чтобы объяснить оставшиеся нерациональные факторы. Подлинная история науки всегда богаче ее рациональных реконструкций. *Однако рациональная реконструкция, или внутренняя история, является первичной, а внешняя история — лишь вторичной, так как наиболее важные проблемы внешней истории определяются внутренней историей.* Внешняя история либо дает нерациональное объяснение темпов локализации, выделения и т. п. исторических событий, *интерпретированных* на основе внутренней истории, либо — если
- 30 зафиксированная история значительно отличается от

<sup>99</sup> Большинство конвенционалистов сохраняет также промежуточный индуктивный уровень «законов», находящихся между фактами и теориями; см. прим. 15.

своей рациональной реконструкции — она дает эмпирическое объяснение этого отличия. Однако рациональный аспект роста науки целиком объясняется некоторой логикой научного исследования.

Какую бы проблему ни хотел решить историк науки, он прежде всего должен реконструировать интересующий его участок роста объективного научного знания, то есть важную для него часть «внутренней истории». Как было показано ранее, решение вопроса о том, что составляет для него внутреннюю историю, зависит от его философских установок — неважно, осознает он этот факт или нет. Большинство теорий роста знания являются теориями роста безличностного знания. Является ли некоторый эксперимент решающим или нет, обладает ли гипотеза высокой степенью вероятности в свете имеющихся свидетельств или нет, выступает ли сдвиг проблемы прогрессивным или не является таковым — все это ни в малейшей степени не зависит от мнения ученых, от личностных факторов или от авторитета. Для любой внутренней истории субъективные факторы не представляют интереса. «Историк-интерналист», анализирующий, например, программу Проута, должен зафиксировать ее жесткое ядро (то, что атомные веса чистых химических элементов являются целыми числами) и ее позитивную эвристику (закрывающуюся в том, чтобы ниспровергнуть и заменить ошибочные теории того времени, используемые при измерениях атомных весов). Исторически эта программа была осуществлена<sup>60</sup>.

<sup>60</sup> Утверждение «Программа Проута была осуществлена» выглядит как фактуальное суждение. Однако «фактуальных» суждений не существует; это выражение перешло в обычный язык исключительно из языка догматического эмпиризма. *Научные «фактуальные» суждения* теоретически нагружены, ибо опираются на те или иные «теории наблюдения». *Историко-графические «фактуальные» суждения* также теоретически нагружены: они опираются на соответствующие методологические теории. Решение об истинностном значении «факту-



«Историк-интерналист» не будет понапрасну тратить время на обсуждение *мнения* Проута о том, что если бы «экспериментальная техника» *его времени* применялась «аккуратно» и экспериментальные результаты интерпретировались правильно, то аномалии *тотчас* бы оказались лишь простыми иллюзиями. «Историк-интерналист» будет рассматривать этот исторический факт как факт «второго мира», являющийся только искажением своего аналога в «третьем мире»<sup>61</sup>. Почему возникают такие искажения — это не его дело, в примечаниях он может передать на рассмотрение экстерналиста проблему выяснения того, почему некоторые ученые имеют «ложные мнения» о том, что они делают<sup>62</sup>.

Таким образом, в построении внутренней истории историк науки в высшей степени разборчив: он будет пренебрегать всем, что является иррациональным в свете его теории рациональности. Однако этот нормативный отбор еще не дает полной рациональной реконструкции. Так, например, сам Проут никог-

ального» суждения «Программа Проута была осуществлена» опирается на две методологические теории. Во-первых, на теорию, утверждающую, что единицей научной оценки является исследовательская программа; и, во-вторых, на некоторую *специфическую* теорию, дающую возможность судить о том, была ли «в действительности» осуществлена некоторая программа. Проводя эти рассуждения, попперианец, исследующий внутреннюю историю, не проявляет никакого интереса к *личностям* или к их мнениям относительно собственной деятельности.

<sup>61</sup> «Первый мир» — это мир материи, «второй» — мир чувств, мнений, индивидуального сознания, «третий» — мир объективного знания, выраженного в суждениях. Это древняя и жизненно важная трихотомия; ее ведущим современным защитником является Поппер. (См. [60; 61; 43; 44].)

<sup>62</sup> Конечно, то, что в данном контексте причисляется к «ложным мнениям» (или «ложному сознанию»), зависит от теории рациональности, которой руководствуется критика. Заметим, однако, что никакая теория рациональности не может успешно руководить «истинным сознанием».



да не формулировал «проутианскую программу»: проутианская программа не есть программа Проута. *Не только «внутренний» успех или «внутреннее» поражение некоторой программы, но часто даже ее содержание можно установить только ретроспективно.* Внутренняя история представляет собой не только выбор методологически интерпретированных фактов, иногда она дает их *радикально улучшенный вариант.* Это можно проиллюстрировать на примере программы Бора. В 1913 году Бор не мог даже думать о возможности существования спина электрона. То, чем он располагал в тот период, было более чем достаточно и без спина. Тем не менее, историк, ретроспективно описывающий боровскую программу, мог бы включить в нее спин электрона, так как это понятие естественно включается в первоначальный набросок его программы. Бор мог сослаться на него в 1913 году. Почему он не сделал этого — интересная проблема, достойная специального исследования<sup>63</sup>. (Такого рода проблемы могут быть решены либо внутренне — посредством указания на рациональные основания в росте объективного, вне-личностного знания, либо внешне — указанием на психологические причины в развитии личных убеждений самого Бора.)

Один из способов фиксации расхождений между реальной историей и ее рациональной реконструкцией состоит в том, чтобы изложить внутреннюю историю в *основном тексте*, а в *примечаниях* указать, как «неправильно вела себя» реальная история в свете ее рациональной реконструкции<sup>64</sup>. Многие историки,

<sup>63</sup> Если бы публикация программы Бора была задержана на несколько лет, дальнейшие его рассуждения могли бы привести к проблеме спина даже без предварительного установления аномального эффекта Зеемана. Действительно, Комптон затронул эту проблему в контексте боровской программы в своей работе [10].

<sup>64</sup> Этот способ изложения я впервые использовал в работе [29]; я снова применил его в детальном анализе программ Про-



- конечно, с отвращением отнесутся ко всякой *идее* рациональной реконструкции истории науки. Они будут цитировать лорда Болингброка: «История есть философия, обучающая посредством примеров».
- 5 Они будут говорить, что, прежде чем философствовать, «нужно собрать как можно больше примеров»<sup>65</sup>. Однако такая индуктивистская теория историографии — утопия<sup>66</sup>. *История без некоторых теорети-*

ута и Бора в работе [34, с. 138, 140, 146]. Эта попытка была подвергнута критике некоторыми историками на конференции, состоявшейся в Миннеаполисе в 1969 году. Макмаллин, например, утверждал, что такое изложение может пролить свет на *методологию*, но не на действительную *историю*: текст говорит читателю о том, что должно было бы произойти, а примечания — о том, что действительно произошло (см. [38]). Критика моего изложения Куном развивалась, в сущности, в том же направлении: он считает, что это было специфически *философским* изложением: «*Историк* не включил бы в *свой рассказ* фактуального сообщения, которое, как ему известно, является ложным. Если бы он сделал это, то был бы настолько незащищен против критики, что, по-видимому, не смог бы написать примечания, привлекающего к себе внимание». (См. [27, с. 256].)

<sup>65</sup> См. [73].

<sup>66</sup> Может быть, следует более четко подчеркнуть различие, существующее между *индуктивистской историографией* науки, согласно которой *наука* развивается через открытие несомненных фактов (в природе) и благодаря (возможно) индуктивным обобщениям, и *индуктивистской теорией историографии науки*, согласно которой *историография науки* развивается через открытие несомненных фактов (в истории науки) и благодаря (возможно) индуктивным обобщениям. «Смелые предположения», «решающие негативные эксперименты» и даже «прогрессирующие и регрессирующие исследовательские программы» некоторыми историографами-индуктивистами могут рассматриваться как «несомненные исторические факты». Одна из слабостей работы Агасси [1] состоит в том, что он забыл подчеркнуть это различие между научным и историографическим индуктивизмом.

ческих «установок» невозможна<sup>67</sup>. Одни историки ищут открытий несомненных фактов, индуктивных обобщений, другие — смелых теорий и решающих негативных экспериментов, третьи — значительных теоретических упрощений или прогрессивных и регрессивных сдвигов проблем, при этом все они имеют *некоторые* теоретические установки. Конечно, эти установки могут быть скрыты за эклектическим переходом от теории к теории или за теоретической путаницей; но ни эклектизм, ни путаница не означают отказа от теоретических воззрений. Прекрасным ключом к скрытой методологии историка часто является то, какие именно проблемы он рассматривает в качестве внешних: при этом один будет спрашивать, почему «несомненный факт» или «смелая теория» были открыты именно там и тогда, где и когда это произошло, другого интересует, почему «регрессивный сдвиг проблемы» мог иметь широкую и шумную популярность в течение чрезвычайно длительного периода времени или почему «прогрессивный сдвиг проблемы» был «неразумно» оставлен без внимания<sup>68</sup>.

В последнее время объемистые работы были посвящены вопросу о том, является ли современная наука чисто европейским явлением, и если да, то почему это так. Однако такие исследования обречены на блуждание в потемках до тех пор, пока понятие «наука» не получит ясного определения в рамках некоторой нормативной философии науки. Одна из наиболее интересных проблем внешней истории состоит в том, чтобы уточнить психологические и, конечно, социальные условия, необходимые (но, конечно, всегда недостаточные) для научного прогресса, однако в самой формулировке этой «внешней» проблемы должна при-

<sup>67</sup> См. [54, § 31].

<sup>68</sup> Из этого тезиса следует, что работа тех «экстерналистов» (большей частью «социологов науки»), которые претендуют на создание социальной истории той или иной научной дисциплины, не овладев самой этой дисциплиной и ее внутренней историей, не стоит ломаного гроша (см. также [44]).



- нимать участие *некоторая* методологическая теория, *некоторое* определение науки. История науки есть история событий, выбранных и интерпретированных некоторым нормативным образом<sup>69</sup>. И если это так, то
- 5 проблема оценки конкурирующих логик научного исследования и, следовательно, конкурирующих реконструкций истории — проблема, на которую до сего времени не обращали внимания, — приобретает пер-
- 10 востепенное значение. К рассмотрению этой проблемы я теперь и перейду.

---

<sup>69</sup> К сожалению, в большинстве языков существует только одно слово для обозначения истории 1 (множества исторических событий), и истории 2 (множества исторических суждений). Любая история 2 представляет собой теорию и реконструкцию истории 1 и имеет оценочный характер.

## 2. Критическое сравнение методологических концепций: реальная история как пробный камень ее рациональных реконструкций

Теории рациональности в науке могут быть разделены на две основные группы:

(1) *Джастификационистские методологические концепции*, которые устанавливают чрезвычайно высокие эпистемологические стандарты: для классического джастификационизма суждение является «научным» только в том случае, если оно *доказано*, для нео-джастификационизма — если это суждение до такой степени вероятно (в смысле исчисления вероятностей) или *подтверждено* (в смысле третьего замечания Поппера о подтверждении\*), что может считаться доказанным<sup>70</sup>. Некоторые философы науки

---

\* Поппер в § 5 гл. 10 книги «Conjectures and Refutations. The Growth of scientific Knowledge» (New York, 1963) [русский перевод: *Поппер К.* Предположения и опровержения. Рост научного знания», М., 2004] сформулировал требования, которые должны выполняться всякой новой научной теорией для того, чтобы ее можно было считать очередным шагом на пути прогресса научного познания. Первое — требование простоты; новая теория должна исходить из некоторой простой идеи, объединяющей области, ранее не связанные между собой; второе — требование независимой проверяемости: новая теория должна предсказывать ранее неизвестные факты, наличие или отсутствие которых можно установить и, таким образом, проверить теорию: третье — требование подтверждаемости: теория должна выдержать некоторые из новых проверок и благодаря этому получить подтверждение. — *Прим. перев.*

<sup>70</sup> Иначе говоря, гипотеза  $b$  является научной, если только существует такое число  $q$ , что  $p(b, e) = q$ , где  $c$  — имеющееся

отказались от идеи доказательства научных теорий или от приписывания им такой степени вероятности, которая совпадает с доказуемостью, но тем не менее они остались догматическими эмпириками: кем бы они ни были — индуктивистами, пробабилистами\*, конвенционалистами или фальсификационистами, — все они продолжают настаивать на доказуемости «фактуальных» суждений. В настоящее время все эти различные формы джастификационизма рассыпались под ударами эпистемологической и логической критики.

(2) *Прагматистско-конвенционалистские методологические концепции* — единственная альтернатива джастификационизму. Их венцом является некоторый глобальный принцип индукции. Конвенционалистские методологические концепции отказываются от правил «принятия» и «отбрасывания» фактуальных и теоретических суждений, сохраняя в то же время правила относительно доказательства и опровержения, истинности и ложности научных

эмпирическое свидетельство, а  $p(b, e) = q$  может быть доказано. Если  $p(b, e) = q$  считается доказанным, то неважно, является ли  $p$  карнаповской функцией подтверждения или попперовской функцией подтверждения. (Третье замечание Поппера о подтверждении представляет собой, конечно, лишь курьезный промах и идет вразрез с его философией; см. мою работу [33, с. 411–417]).

Пробабилизм никогда не создал программы историографической, реконструкции; он никогда не мог выйти победителем в борьбе за решение тех проблем, которые сам породил. В качестве эпистемологической программы он был регрессирующим в течение длительного времени, в качестве же историографической программы он никогда так и не был выдвинут.

\* «Пробабилистами» Лакатос называет тех методологов, которые стремятся использовать аппарат вероятностной логики и математической теории вероятностей в методологических исследованиях, в частности, для определения степени вероятности (или подтверждения) научных утверждений. — *Прим. перев.*

утверждений. В результате мы получаем *различные системы правил научной игры*. Индуктивистская игра состоит в отборе «приемлемых» (не доказанных) данных и в выведении из них «приемлемых» (не доказанных) индуктивных обобщений. Конвенционалистская игра состоит в отборе «приемлемых» данных и в упорядочивании их посредством наиболее простой классифицирующей системы (или в изобретении наиболее простых классифицирующих систем и в наполнении их приемлемыми данными). Поппер сформулировал еще одну игру в качестве «научной»<sup>71</sup>. Даже те методологические концепции, которые эпистемологически и логически были дискредитированы, в этих ослабленных — прагматистско-конвенционалистских — вариантах могут продолжать функционировать в качестве руководящих принципов рациональной реконструкции истории. Однако эти *научные игры* не имеют никакого эпистемологического значения *до тех пор, пока* мы не подчиним их некоторому метафизическому (или, если вам так больше нравится, «индуктивному»\*) принципу, утверждающему, что заданная определенной методологией игра дает нам наилучшие шансы приблизиться к истине. Только такой принцип превращает чистые соглашения относительно игры в подверженные ошибкам предположения, и без подобного принципа научная игра ничем не отличается от любой другой игры<sup>72</sup>.

<sup>71</sup> См. [34, § 11, 85]. См. также комментарий в моей работе [35, прим. 13].

Методология исследовательских программ сначала также определяется как некоторая игра.

\* Здесь под «индуктивным принципом» Лакатос имеет в виду некоторый философский (метафизический) принцип, согласно которому научная система описывает мир, лежащий вне ее, и может давать более или менее адекватное описание этого мира. — *Прим. перев.*

<sup>72</sup> Все эти проблемы я рассматривал в моей работе [32, с. 390] и более обстоятельно в работе [35].



5           Весьма трудно критиковать конвенционалистские методологические концепции, подобные теориям Дюгема или Поппера. Это происходит, прежде всего, потому, что мы не имеем очевидного способа критики как самой научной игры, так и метафизического принципа индукции. Для преодоления этой трудности я собираюсь предложить новую теорию оценки таких методологических концепций, которые — по крайней мере на первой стадии, до введения
 10 индуктивного принципа, — являются конвенционалистскими. Я попытаюсь показать, что методологические концепции можно анализировать, не обращаясь непосредственно к какой-либо эпистемологической (или даже логической) теории и не используя при
 15 этом непосредственно никакого логико-эпистемологического способа критики. Основная идея моего подхода состоит в том, что *всякая методологическая концепция функционирует в качестве историографической (или метаисторической) теории (или исследовательской программы) и может быть подвергнута критике посредством критического рассмотрения той рациональной исторической реконструкции, которую она предлагает.*

25           Я попытаюсь диалектически развить этот историографический метод критики. Начну с частного случая: сначала я «опровергну» фальсификационизм, «применив» фальсификационизм (на нормативном историографическом метауровне) к нему самому. Затем я применю фальсификационизм также к индуктивизму и конвенционализму и покажу, что все
 30 эти методологические концепции в конечном итоге «фальсифицируемы» с помощью этой пирроновой военной машины. И наконец, я «применю» — на этот раз уже не фальсификационизм, а методологию научно-исследовательских программ (опять-таки на
 35 нормативно-историографическом уровне) к индуктивизму, конвенционализму, фальсификационизму и к самой методологии научно-исследовательских программ и покажу, что на основании этого метакритерия все названные методологические концепции
 40





можно конструктивно критиковать и сравнивать друг с другом. Таким образом, предлагаемый мною нормативно-историографический вариант методологии научно-исследовательских программ дает нам общую теорию сравнения конкурирующих логик научного исследования, где (в смысле, который нам еще предстоит установить) история *может рассматриваться как «пробный камень» ее рациональных реконструкций.*

*А. Фальсификационизм как метакритерий: история «фальсифицирует» фальсификационизм (и любую другую методологическую концепцию)*

В своем чисто «методологическом» смысле оценки в науке представляют собой, как уже было сказано, определенные *соглашения* и всегда могут быть выражены в конечном итоге в виде определения науки<sup>73</sup>. Как же критиковать такое определение? Если определение интерпретировать номиналистически<sup>74</sup>, оно является лишь сокращением, терминологическим соглашением, тавтологией. А как можно критиковать тавтологию? Поппер утверждал, что его определение науки «плодотворно» потому, что «с его помощью можно очень многое прояснить и объяснить». Он цитировал в этой связи Менгера: «Определения являются догмами; только выведенные из них заключения способны дать нам какое-либо новое понимание»<sup>75</sup>. Однако каким образом определение может иметь объяснительную силу или давать новое, понимание?

<sup>73</sup> См. [48, § 4 и 11]. Попперовским определением науки является, конечно, его знаменитый «критерий демаркации».

<sup>74</sup> Превосходное рассмотрение различия в теории определений между номинализмом и реализмом (или «эссенциализмом», как предпочитает называть его Поппер) дано в [50, т. II, гл. 11], [58, с. 20].

<sup>75</sup> См. [48, § 11].

Ответ Поппера таков: «Только из следствий моего определения эмпирической науки и методологических решений, зависящих от этого определения, ученый способен увидеть, в какой степени это определение соответствует его интуитивным представлениям о цели его собственных стремлений»<sup>76</sup>.

Этот ответ вытекает из более общего положения Поппера о том, что соглашения могут быть подвергнуты критике посредством рассмотрения их «пригодности» для некоторой цели: «В вопросе о пригодности любого соглашения мнения могут расходиться, и разумное обсуждение этих вопросов возможно только между сторонами, имеющими некоторую общую цель. Выбор этой цели выходит за пределы разумной аргументации»<sup>77</sup>. Действительно, Поппер никогда не выдвигал теорию рациональной критики непротиворечивых соглашений. Он не только не пытался ответить, но даже и не ставил вопроса: «*При каких условиях мы можем отказаться от нашего критерия демаркации?*»<sup>78</sup>.

На этот вопрос, однако, можно ответить. Свой ответ я дам в два этапа: сначала я предложу наивный

<sup>76</sup> Там же.

<sup>77</sup> См [48, § 4]. Однако в своей «Логике научного исследования» (1935) Поппер нигде не уточняет *цель* научной игры, которая могла бы выйти за пределы того, что заложено в ее правилах. Тезис о том, что *целью* науки является *истина*, появляется в его сочинениях только с 1957 года. В своей «Логике научного исследования» он говорит лишь о том, что поиск истины может быть психологическим *мотивом* ученого. Более подробное рассмотрение этого вопроса см. в моей работе [35].

<sup>78</sup> Это упущение выглядит еще более серьезным ввиду того, что Поппер сам указал сферу применимости своего критерия. Например, в работе [58] он рассматривает «догматизм», истолковывающий аномалии в качестве «шумового фона», как «до некоторой степени неизбежное явление» (с. 49). Но уже на следующей странице он отождествляет этот «догматизм» с «псевдонаукой». Не оказывается ли тогда псевдонаука «до некоторой степени неизбежным явлением»? См. также мою работу [29, с. 177].

ответ, а затем — более тонкий. Начну с напоминания о том, как Поппер, согласно его собственному описанию<sup>78a</sup>, пришел к своему критерию. Подобно лучшим ученым своего времени, он полагал, что теория Ньютона, хотя она и оказалась опровергнутой, была удивительным научным достижением, что теория Эйнштейна является более совершенной теорией, а астрология, фрейдизм и марксизм псевдонаучны. Стоящая перед ним проблема состояла в нахождении такого определения науки, из которого бы вытекали эти «базисные суждения» относительно отдельных теорий, и он предложил свое решение этой проблемы. Рассмотрим утверждение, что *некоторая теория рациональности — или критерий демаркации — должна быть отброшена, если она несовместима с «базисными» оценочными суждениями, принятыми научной элитой.* Действительно, это метаметодологическое правило (мета-фальсификационизм), по-видимому, соответствует методологическому правилу Поппера (фальсификационизму), согласно которому научная теория должна быть отброшена, если она несовместима с («эмпирическим») базисным утверждением, единодушно принятым научным сообществом. Вся методология Поппера опирается на убеждение, что существуют (относительно) единичные утверждения, в оценке истинностного значения которых ученые могут достигнуть единодушного согласия, без такого согласия настал бы новый Вавилон, а «взметнувшееся ввысь здание науки обратилось бы в руины»<sup>79</sup>. Однако даже если бы и существовало согласие ученых в решении вопроса о «базисных» утверждениях, то не обратилось бы, тем не менее, в руины взметнувшееся ввысь здание науки и в том случае, когда отсутствует соглашение о том, как оценивать научные достижения относительно этого «эмпирического базиса»? Нет сомнений в том, что это произошло бы. Отметим, однако, что, хотя до сих пор

<sup>78a</sup> См [52, с. 33–37].

<sup>79</sup> См. [48, § 29].



почти не было согласия относительно *универсального* критерия научности теорий, в течение двух последних столетий существовало значительное единство в оценке единичных научных достижений. И поэтому, хотя не существовало *общего* согласия относительно теории рациональности в науке, имелось большое единство в оценке того, был ли отдельный частный ход в научной игре подлинно научным или уводящим в сторону, разыграна ли отдельная игровая комбинация корректно или нет. Поэтому общее определение науки должно квалифицировать как «научные» те игровые комбинации, которые признаны наилучшими научным сообществом; если же оно не делает этого, то его следует отвергнуть<sup>80</sup>.

<sup>80</sup> Из сказанного, конечно, не следует, будто мы *верим* в то, что «базисные суждения» ученых всегда являются рациональными; наше утверждение означает лишь то, что мы *принимаем* «базисные суждения» с целью критики универсальных определений науки. (Если бы мы могли добавить, что такого *универсального* определения не было и никогда не будет найдено, то это привело бы нас к выдвинутой Поляни концепции замкнутой автократии науки, не ограниченной никакими законами.)

Предложенный мною метакритерий можно рассматривать как «квазиэмпирическое» применение к самому себе попперовского фальсификационизма. Эту «квазиэмпиричность» я ранее ввел в контекст философии математики. Мы можем абстрагироваться от того, *что именно* передается по логическим каналам дедуктивной системы — будет ли это нечто несомненное или ошибочное, истинное или ложное, вероятное или невероятное, желательное или нежелательное с моральной или научной точек зрения. Но именно способ передачи определяет, является ли данная система негативистской, «квазиэмпирической», подчиняющейся *modus tollens*, или она джастификационистская, «квазиевклидова», подчиняющаяся *modus ponens*. (См. мою работу [31].) Этот «квазиэмпирический» подход можно применить к нормативному знанию *любого* рода: Уоткинс уже использовал его в этике в работах [70, 71]. Что же касается меня, то в настоящее время я предпочитаю применять иной подход — см. прим. 122.

Таким образом, мы можем в предварительном плане высказать следующее утверждение: *если критерий демаркации несовместим с «базисными» оценками научной элиты, он должен быть отброшен.*

Если теперь мы применим этот квазиэмпирический метакритерий (от которого позднее я собираюсь отказаться), то критерий демаркации Поппера (то есть попперовские правила научной игры) должен быть отброшен<sup>81</sup>.

Основное правило Поппера состоит в том, что ученый должен заранее уточнить, при каких экспериментальных условиях он откажется от своих даже наиболее фундаментальных допущений. Критикуя психоанализ, например, он пишет: *«Критерии опровержения должны быть, установлены заблаговременно: следует условиться о том, какие наблюдаемые ситуации — если они наблюдаются на самом деле — означают, что теория опровергнута. Однако какого рода клинические реакции способны с удовлетворительной для психоаналитика точки зрения опровергнуть не только его отдельный диагноз, но и сам психоанализ? И пытались ли психоаналитики когда-нибудь обсудить и сформулировать такие критерии?»*<sup>82</sup> Что касается психоанализа, то Поппер был, безусловно, прав: ответ на его вопрос никогда не был дан. С точки зрения фундаментального попперовского требования научной строгости фрейдисты оказались в тупике, так как

<sup>81</sup> Следует заметить, что этот метакритерий не является психологическим или «натуралистическим» в попперовском понимании. (См. его работу [48, § 10].) Кроме того, вопрос об определении «научной элиты» не представляет собой лишь эмпирического вопроса.

<sup>82</sup> См. [58, с. 38] (курсив мой). Приведенное утверждение, конечно, эквивалентно знаменитому «критерию демаркации» Поппера между (внутренней, рационально реконструируемой) наукой и ненаукой (или «метафизикой»). Последняя может (внешним образом) «оказывать влияние» на развитие науки, и ее следует заклеить как псевдонауку только в том случае, если она сама себя объявляет наукой.



отказались уточнить те экспериментальные условия, при которых они отвергли бы свои базисные допущения. Для Поппера это было признаком их интеллектуальной нечестности. Ну а если мы зададим вопрос Поппера последователю Ньютона: «Какого рода наблюдение опровергло бы удовлетворительным для ньютонианца образом не только отдельное ньютоновское объяснение, но и саму ньютоновскую динамику и теорию гравитации? И обсуждались ли когда-нибудь ньютонианцами такие критерии?» Увы, последователи Ньютона едва ли смогли бы дать положительный ответ на этот вопрос<sup>83</sup>. Таким образом, если психоаналитики были уличены в нечестности, согласно попперовским требованиям, то тогда равным образом следует обвинить в этом же и ньютонианцев. Однако, несмотря на такого рода «догматизм», присущий ньютоновской науке, ее высоко оценивали величайшие ученые и сам Поппер. Поэтому ньютоновский «догматизм» представляет собой «фальсификацию» определения науки Поппером: он не поддается рациональной реконструкции методами Поппера.

Конечно, учитывая эту ситуацию, Поппер мог бы отказаться от своего знаменитого критерия и требовать фальсифицируемости — и отбрасывания после фальсификации — только для систем теорий, включающих соответствующие граничные условия и различного рода вспомогательные теории и теории наблюдения<sup>84</sup>. Эта модификация разумна, так как позволяет наделенному воображением ученому спасти свою любимую теорию с помощью подходящих изменений в каком-нибудь пустующем дальнем уголке своего теоретического лабиринта. Но даже ослабленное правило Поппера изобличает — в самых выдающихся ученых — иррациональных догматиков, ибо в больших исследовательских программах всегда существуют известные аномалии: обычно ученый откладывает их в сторону и следует позитивной эв-

<sup>83</sup> См. мою работу [34, с. 100–101].

<sup>84</sup> См., например, его работу [48, § 18].

ристике своей программы<sup>85</sup>. В общем и целом внимание ученого приковано, скорее, к позитивной эвристике, чем к смущающим его аномалиям, и он надеется, что по мере развития его программы «непокорные примеры» будут постепенно превращаться в под- 5  
тверждающие случаи. Согласно Попперу, выдающиеся ученые в таких случаях используют запрещенные приемы, уловки *ad hoc*: вместо того чтобы аномальный перигелий Меркурия рассматривать как фальсификацию ньютоновской теории Солнечной системы 10  
и поэтому как основание для того, чтобы отвергнуть ее, большинство физиков откладывают рассмотрение этого проблематичного примера на будущие времена или предлагают те или иные *ad hoc* решения этой проблемы. Такая методологическая склонность 15  
трактовать как простые *аномалии* то, что Поппер считал бы драматическими контрпримерами, вообще свойственна выдающимся ученым. Действительно, некоторые исследовательские программы, ныне высоко ценимые научным сообществом, развивались в 20  
океане аномалий<sup>86</sup>. То обстоятельство, что в самом своем выборе проблем величайшие ученые «некритически» игнорируют аномалии (и что они изолируют эти аномалии с помощью уловок *ad hoc*), представляет собой — по крайней мере, согласно нашему метакри- 25  
терию — дальнейшую фальсификацию методологии Поппера, которая не в состоянии рационально интерпретировать некоторые весьма важные модели роста науки.

Более того, для Поппера работа в рамках *противоречивой системы* непременно должна рассматриваться как иррациональная: «внутренне противоречивая система должна быть отвергнута... (поскольку она) не является информативной... В ней нельзя выделить ни одного утверждения... так как все они выводимы в 30  
такой системе»<sup>87</sup>. Однако некоторые величайшие на-

<sup>85</sup> См мою работу [34, с. 135].

<sup>86</sup> См. там же, с. 138 и далее.

<sup>87</sup> См. [48, § 24].



учно-исследовательские программы прогрессировали на противоречивой основе<sup>88</sup>. В таких случаях наилучшим правилом для ученого часто оказывалось: «Иди вперед, а уверенность придет потом». Эта антипопперовская методология обеспечивала передышку и для исчисления бесконечно малых, и для наивной теории множеств в то время, когда они были измучены логическими парадоксами.

Действительно, если бы научная игра велась согласно кодексу научной честности Поппера, то статья Бора 1913 года никогда не была бы опубликована, поскольку она была противоречивым образом привита к теории Максвелла, а дельта-функцию Дирака замалчивали бы до Шварца. Все эти примеры исследований, опирающихся на противоречивую основу, образуют еще один аспект «фальсификаций» фальсификационистской методологии<sup>89</sup>.

Итак, определенные «базисные» оценки научной элиты «фальсифицируют» попперовское определение науки и научной этики. Тогда возникает вопрос, в какой степени при этих условиях фальсификационизм может служить руководством для историков науки. Ответ прост: в весьма незначительной степени. Поппер — ведущий фальсификационист — никогда не построил никакой истории науки; возможно, это произошло потому, что он достаточно чутко прислушивался к суждениям выдающихся ученых и поэтому не мог извращать историю в духе фальсификационизма. Можно вспомнить, что, хотя в своих

<sup>88</sup> См. мою работу [34, с. 140].

<sup>89</sup> В целом Поппер упрямо переоценивает непосредственную разрушительную силу чисто негативной критики: «Раз ошибка или противоречие точно указаны, не должно быть никаких словесных уверток: факты следует признавать» [55, с. 394]. И Поппер добавляет: «Фреге не пытался уклоняться и маневрировать, когда признал справедливой критику Рассела». Но в том-то и дело, что Фреге пытался это делать. (См. послесловие Фреге ко второму изданию его работы «Основания арифметики»).



автобиографических заметках он упоминает ньютоновскую науку как образец научности, то есть фальсифицируемости, в своей классической работе «Логика научного исследования» (1935) он нигде не обсуждает возможности фальсификации теории Ньютона. 5  
 В целом «Логика научного исследования» носит сугубо абстрактный и в высшей степени неисторичный характер<sup>90</sup>. В тех случаях, когда Поппер все же отваживается сделать замечание о фальсифицируемости тех или иных широко известных научных теорий, он 10  
 либо совершает некоторый логический промах<sup>91</sup>, либо искажает историю для того, чтобы привести ее в соответствие со своей теорией рациональности. Если методология, используемая историком науки, приводит его к плохой рациональной реконструкции, 15  
 он может либо так прочесть историю, что она совпадет с его рациональной реконструкцией, либо прийти к выводу, что история науки в высшей степени иррациональна. Почтение Поппера к большой науке заставило его избрать первый путь, в то время как 20  
 непочтительный Фейерабенд пошел по второму<sup>92</sup>. Таким образом, в своих исторических репликах Поппер склонен превращать аномалии в «решающие эксперименты» и преувеличивать их непосредственное воздействие на развитие науки. Если смотреть через 25

<sup>90</sup> Любопытно мнение Куна, который указывает, что «постоянный интерес к историческим проблемам и готовность заниматься оригинальным историческим исследованием отличают людей, воспитанных этим человеком (Поппером), от членов любой другой современной школы в философии науки» [27, с. 236]. Некоторый намек на возможное объяснение этого явного противоречия см. в примечании 129.

<sup>91</sup> Он утверждает, например, что вечный двигатель «опроверг бы» (по его терминологии) первый закон термодинамики [48, § 15]. Но каким образом, по Попперу, можно интерпретировать утверждение «*К* есть вечный двигатель» как «базисное», то есть как пространственно-временное единичное утверждение?

<sup>92</sup> Я имею в виду его работы [17, 19].



его очки, то кажется, будто крупные ученые охотно принимают опровержения и именно в этом кроется главный источник возникающих перед ними проблем. Так, например, в одном месте Поппер утверждает, что эксперимент Майкельсона–Морли решительно ниспроверг классическую теорию эфира; в другом месте он преувеличивает роль этого эксперимента в появлении теории относительности Эйнштейна<sup>93</sup>. Нужно воистину надеть все упрощающие очки наивного фальсификациониста, для того чтобы увидеть вместе с Поппером, что классические эксперименты Лавуазье опровергли (или «стремились опровергнуть») теорию флогистона, что теория Бора–Крамерса–Слэтера разлетелась в пух и прах от одного дуновения

<sup>93</sup> См. [48, § 30; 50, т. 2, с. 220–221]. Поппер подчеркивает, что проблема для Эйнштейна состояла в том, чтобы объяснить эксперименты, «опровергающие» классическую физику, и что Эйнштейн «не ... собирался критиковать наши понятия пространства и времени». Однако Эйнштейн занимался именно этим. Воспринятое им от Маха критическое отношение к нашим традиционным понятиям пространства и времени, и в частности его операционалистская критика понятия одновременности, играли важную роль в мышлении Эйнштейна.

Значение эксперимента Майкельсона–Морли я довольно подробно обсудил в работе [34].

Конечно, компетентность Поппера в физике никогда не позволяла ему до такой степени исказить историю теории относительности, как это сделал Беверидж, который хотел склонить экономистов принять эмпирический подход, приводя для этого в качестве примера работы Эйнштейна. Согласно фальсификационистской реконструкции Бевериджа, Эйнштейн в своих работах по гравитации исходил из фактов, опровергающих теорию Ньютона, то есть из данных о движении планеты Меркурий и необъясненных отклонений Луны [7]. На деле же эйнштейновская работа по гравитации выросла из некоторого «творческого сдвига» в позитивной эвристике программы его специальной теории относительности, а вовсе не из размышлений по поводу аномального поведения перигелия Меркурия или необъясненной девиации Луны.

исследований Комптона или что принцип четности был «отброшен» благодаря «контрпримеру»<sup>94</sup>.

Обратим внимание читателя еще на одно обстоятельство. Если бы Поппер попытался рационально (в соответствии с предложенными *им* методами) реконструировать предварительное принятие учеными тех или иных теорий, то он был бы вынужден игнорировать тот исторический факт, что большинство важнейших научных теорий появилось на свет, будучи уже опровергнутыми (в смысле Поппера), и что при этом многие научные законы — несмотря на существование хорошо известных контрпримеров — не отбрасывались, а получали дальнейшее объяснение. Следуя своей методологической концепции, Поппер, таким образом, стремится закрыть глаза на все аномалии, которые известны ученым до появления такой одной аномалии, которую Поппер впоследствии возведет в ранг «решающего контрсвидетельства». Он ошибочно считает, например, что «ни галилеева, ни кеплерова теории до Ньютона не опровергались»<sup>95</sup>. Это существенный момент. Поппер утверждает

<sup>94</sup> См. [58, с. 220, 239, 242–243; 59, с. 965]. Очевидно, что Поппер не справился с проблемой объяснения того, почему «контрпримеры» (то есть аномалии) не признавались сразу же учеными как основание для отказа от соответствующих теорий. Он указывает, например, что в случае нарушения четности «имелось много наблюдений, то есть фотографии треков частиц, из которых мы могли бы сразу же получить результат (отказ от принципа четности), однако эти наблюдения либо игнорировались, либо интерпретировались неверно» [59, с. 965]. Такое — внешнее — объяснение, данное Поппером, состоит, стало быть, в том, что ученые еще не научились быть достаточно критичными и революционными. Однако не лучшим ли является другое — внутреннее — объяснение, согласно которому аномалии *должны* были игнорироваться до тех пор, пока не была предложена некоторая прогрессивная альтернативная теория, превратившая контрпримеры в подтверждающие примеры?

<sup>95</sup> См. [58, с. 246].



дает, что главной моделью научного прогресса является ситуация, в которой решающий эксперимент оставляет *неопровергнутой* одну теорию, опровергая в то же время конкурирующую с ней теорию. Вместе с тем хорошо известно, что в большинстве случаев (если не во всех), когда мы имеем дело с двумя конкурирующими теориями, обе они одновременно поражены аномалиями. В такой ситуации Поппер поддается искушению упростить фактическое положение дел до такой степени, чтобы можно было применять его методологическую концепцию<sup>96</sup>.

Таким образом, мы можем сформулировать наш вывод: фальсификационистская историография «фальсифицирована» нами. Если же мы применим тот же

<sup>96</sup> Как я уже упоминал, один из попперниев — Агасси — написал книгу по историографии науки [1]. В ней есть несколько острых критических разделов, бичующих индуктивистскую историографию, но заканчивается она тем, что индуктивистскую мифологию предлагается заменить мифологией фальсификационистской. *Только те* факты имеют для Агасси научное значение (являются фактами внутренней истории), которые могут быть выражены в суждениях, противоречащих некоторой существующей теории; открытие только таких фактов заслуживает почетного титула «фактуального открытия»; фактуальные суждения, которые *следуют* из известных теорий, а не *противоречат* им, несущественны; то же самое относится к фактуальным суждениям, независимым от теорий. Если же некоторые ценные фактуальные открытия известны в истории науки как подтверждающие ту или иную теорию или как случайные открытия, то при их *тщательном* исследовании, как смело предсказывает Агасси, они окажутся опровергающими примерами — в подтверждение этого он анализирует пять примеров [1, с. 60–74]. Увы, при *более тщательном* исследовании оказывается, что Агасси дал ошибочное понимание всех пяти примеров, которые он привел в качестве подтверждения своей историографической теории. На самом деле все пять примеров «фальсифицируют» (в нашем нормативном метафальсификационистском смысле) его историографическую концепцию.

самый метафальсификационистский метод к индуктивистской и конвенционалистской историографиям, то мы также «фальсифицируем» и их.

Лучшее логико-эпистемологическое опровержение индуктивизма принадлежит, конечно, Попперу. 5 Однако даже если мы допустим, что с философской точки зрения (то есть эпистемологически и логически) индуктивизм был безупречен, то в этом случае его фальсифицирует историографическая критика Дюгема. Дюгем рассмотрел наиболее известные «успешные 10 примеры» индуктивистской историографии: закон гравитации Ньютона и электромагнитную теорию Ампера. Они считались примерами триумфального применения индуктивного метода. Но Дюгем, а вслед за ним Поппер и Агасси, показали, что это не 15 так. Их анализ иллюстрирует, каким образом индуктивист, не считаясь ни с чем, вынужден исказить подлинную историю, если он хочет показать, что рост реальной науки является рациональным<sup>97</sup>. Следовательно, если рациональность науки понимается 20 индуктивистски, то реальная наука не рациональна; если же она рациональна, она не индуктивна<sup>98</sup>.

Конвенционализм, который — в отличие от индуктивизма — не представляет собой легкой добычи для логической или эпистемологической критики<sup>99</sup>, 25 может, как и индуктивизм, быть фальсифицирован историографически. Легко можно показать, что замена громоздких структур более простыми отнюдь не является ключом к пониманию научных революций.

Коперниканская революция, по общему признанию, считалась *парадигмой (образцом) конвенционалистской историографии*, и многие до сих пор 30 придерживаются этого мнения. Поляни, например,

<sup>97</sup> См. [11; 51; 1].

<sup>98</sup> Конечно, индуктивист может безрассудно утверждать, что подлинная наука еще не начиналась, и историю существующей науки излагать как историю предубеждений, предрасудков и ложных верований.

<sup>99</sup> См. [48, § 19].



- утверждает, что «более простая картина», нарисованная Коперником, была «удивительно красива» и «(справедливо) обладала большой убеждающей силой»<sup>100</sup>. Однако современное изучение первоисточников, предпринятое, в частности, Куном<sup>101</sup>, развеяло этот миф и представило ясное историографическое опровержение конвенционалистского истолкования коперниканской революции. Сейчас все согласны с тем, что система Коперника была «по меньшей мере столь же сложна, как и система Птолемея»<sup>102</sup>. И если дело обстоит действительно так и если признание системы Коперника было все-таки рациональным, то обусловлено это отнюдь не высокой степенью ее объективной простоты<sup>103</sup>.
- 15 Таким образом, индуктивизм, фальсификационизм и конвенционализм в качестве рациональных реконструкций истории науки можно фальсифицировать с помощью предложенного мною метода историографической критики<sup>104</sup>. Историографическая
- 20 фальсификация индуктивизма, как мы видели, была начата уже Дюгемом и продолжена Поппером и Агас-

<sup>100</sup> См. [46, с. 70].

<sup>101</sup> См. [24]; см. также [62].

<sup>102</sup> См. [9, с. 61]. Бернал в работе [5] говорит, что «основания, [на которые опирался Коперник в своем] революционном перевороте, были, в сущности, философскими и эстетическими» (то есть научными, согласно конвенционализму); однако в последующих изданиях этой книги он изменил свое мнение и утверждал: «Основания Коперника носили скорее мистический, чем научный характер».

<sup>103</sup> Более подробно об этом см. в моей работе [36].

<sup>104</sup> Конечно, можно легко придумать и другие способы критики методологических концепций. Мы можем, например, стандарты каждой методологии (а не только фальсификационизма) применить к ней самой. Для большинства методологических концепций результат такой операции будет в равной степени разрушительным: индуктивизм нельзя обосновать индуктивно, простота окажется безнадежно сложной (относительно последнего утверждения см. конец прим. 106).

си. Историографическую критику (наивного) фальсификационизма предприняли Поляни, Кун, Фейерабенд и Холтон<sup>105</sup>. Наиболее серьезную историографическую критику конвенционализма можно найти в уже цитированном шедевре Куна о коперниканской революции<sup>106</sup>. Итогом всей этой критики является доказательство того, что все названные рациональные реконструкции истории втискивают историю науки в прокрустово ложе своей узкой морали и создают в результате этого фантастические истории науки, опирающиеся на мифические «индуктивные основания», «общезначимые индуктивные обобщения», «решающие эксперименты», «великие революционные упрощения» и т. п. Однако критики фальсификационизма и конвенционализма из фальсификации этих методологий сделали совершенно иные выводы, нежели те, к которым пришли Дюгем, Поппер и Агасси в результате своей фальсификации индуктивизма. Поляни (и, по-видимому, Холтон) пришли к выводу, что, хотя в *отдельных случаях* можно дать рациональную оценку тем или иным научным достижениям, *общая* теория рациональности в науке невозмож-

<sup>105</sup> См. [47; 25; 23; 17; 18]. Я мог бы добавить также [29; 33; 34].

<sup>106</sup> См. [24]. Отметим, что резкая историографическая критика может легко подтолкнуть некоторых рационалистов к иррациональной защите любимых ими теорий рациональности. Так, историографическая критика, которой Кун подверг концепцию простоты на примере коперниканской революции, настолько потрясла конвенционалистского историка науки Р. Холла, что он опубликовал полемическую статью, в которой рассмотрел и переинтерпретировал те аспекты теории Коперника, которые и сам Кун упоминает как претендующие на большую простоту, однако при этом Холл игнорировал другие, более веские аргументы Куна (см. [21]). Нет сомнения в том, что для *любой* пары теорий T1 и T2 простота всегда может быть определена таким образом, что T1 будет проще, чем T2.

Более подробное обсуждение конвенционалистской историографии см. в моей работе [36].



на<sup>107</sup>. Они считают, что историографически можно «фальсифицировать» любую методологию, *всякую* рациональную реконструкцию: наука рациональна, но ее рациональность невозможно, подвести под общие законы какой-либо методологической концепции<sup>108</sup>. Со своей стороны Фейерабенд утверждает, что не только не может быть общей, теории рациональности в науке, но и вообще не существует такого явления, как научная рациональность<sup>109</sup>. Таким образом, Поляни пришел к консервативному авторитаризму, в то время как Фейерабенд — к скептическому анархизму. В свою очередь Кун склонился к весьма оригинальной концепции иррациональной смены рациональных авторитетов<sup>110</sup>.

<sup>107</sup> Таким образом, Поляни выступил как консервативный рационалист относительно науки и «иррационалист» относительно философии науки. Однако этот мета-«иррационализм» является, конечно, вполне уважаемой формой рационализма: утверждать, что понятие «научно признано» нельзя определить, а можно лишь передать по каналам «личностного знания», не значит стать на сторону открытого иррационализма, а значит только быть явно консервативным. Точка зрения Поляни в философии естествознания тесно связана с ультраконсервативной философией политических наук Оукшотта (прекрасную критику работ последнего см. в [68]).

<sup>108</sup> Конечно, ни один из этих критиков не осознавал точного логического характера метаметодологического фальсификационизма, как он объяснен в этом разделе нашей статьи, и никто из них не применил его вполне последовательно. Одни из таких критиков пишет: «На этой стадии нам еще не удалось построить общей теории критики даже для научных теорий, не говоря уже о теории критики теории рациональности: поэтому, если мы хотим фальсифицировать методологический фальсификационизм, мы должны сначала создать теорию того, как это можно сделать» [34, с. 114].

<sup>109</sup> Критическую технику, развитую в этой статье, я использовал против эпистемологического анархизма Фейерабенда в своей работе [36].

<sup>110</sup> Позицию Куна подвергли критике многие — см. [65; 66; 64] и особенно критические комментарии Поппера, Уоткин-



Хотя, как явствует из этого раздела настоящей статьи, я весьма высокого мнения о критике существующих («интерналистских») методологических теорий — критике, данной Поляни, Фейерабендом и Куном, — я пришел к совершенно отличному по сравнению с ними выводу. Я решил искать лучшую методологию, которая способна дать более удачную *рациональную* реконструкцию науки.

Фейерабенд и Кун сразу же попытались «фальсифицировать» предложенную мной улучшенную методологию<sup>111</sup>. Вскоре я осознал, что мою — как и любую другую — методологию также *можно* «фальсифицировать» (по крайней мере, в том смысле, о котором шла речь в данном разделе статьи) по той простой причине, что никакая совокупность человеческих суждений не является полностью рациональной и поэтому рациональная реконструкция никогда не может совпасть с реальной историей<sup>112</sup>.

са, Тулмина, Фейерабенда и Лакатоса и ответ Куна в работе [38]. Однако ни один из названных критиков не применил к работе Куна систематическую *историографическую* критику. Для понимания позиции Куна следует также учесть его «Дополнение» ко второму изданию «Структуры научных революций» (1970) [25] и рецензию Масгрейва на это издание [15].

<sup>111</sup> См. [17; 18; 19; 27].

<sup>112</sup> При осуществлении такой фальсификации можно, например, сослаться на непосредственное реальное воздействие по крайней мере *некоторых* «великих» негативных решающих экспериментов, подобно тому, как это было при фальсификации принципа четности. Или можно указать на большое значение по крайней мере *некоторых* периодов длительной и скучной работы методом проб и ошибок, которые иногда предшествовали провозглашению важных исследовательских программ и которые с точки зрения моей методологии в лучшем случае относятся к «незрелой науке» (см. мою работу [34, с. 175]; см. также ссылку Л. П. Уильямса на историю спектроскопии в период между 1870 и 1900 годами в его работе [73]). Таким образом, суждения научной элиты иногда расходятся также и с моими универсальными правилами.



Это открытие заставило меня предложить новый *конструктивный* критерий, посредством которого могут оцениваться методологические концепции в качестве рациональных реконструкций истории науки.

*В. Методология историографических исследовательских программ.*

*Реальная история  
в различной степени  
подтверждает свои рациональные  
реконструкции*

5 Изложение своей концепции я хочу осуществить в два этапа. Сначала я немного исправлю обсуждавшийся ранее фальсификационистский историографический метакритерий, а затем полностью заменю его лучшим критерием.

10 Прежде всего, необходимо внести небольшое исправление. Если некоторое универсальное правило вступает в столкновение с отдельным «нормативным базисным суждением», следует предоставить научному сообществу время для того, чтобы обдумать  
15 это столкновение: оно может отказаться от своего частного суждения и согласиться с общим правилом. «Второпорядковые» (историографические) фальсификации не должны быть более поспешными, чем «первопорядковые» (научные) фальсификации<sup>113</sup>.

20 Далее, раз уж мы отказались от наивного фальсификационизма в отношении *метода*, то почему мы сохраняем его в отношении *метаметода*? Мы можем легко заменить его методологией научно-исследовательских программ второго порядка, или, если угодно,  
25 методологией историографических исследовательских программ.

<sup>113</sup> Существует определенная аналогия между сказанным и встречающимся иногда несогласием теоретика с результатом того или иного эксперимента — см. мою работу [34, с. 127–131].

Считая, что теория рациональности должна организовать базисные оценочные суждения в универсальную единую структуру, мы не должны отвергать такую структуру только потому, что она страдает некоторыми аномалиями или иными несовершенствами. Мы обязаны далее требовать, чтобы хорошая теория рациональности предвосхищала новые базисные оценочные суждения, неожиданные в свете предшествовавших ей теорий, и чтобы она приводила к пересмотру принятых ранее базисных оценочных суждений<sup>114</sup>. В соответствии с этим мы будем отвергать некоторую теорию рациональности только во имя другой, лучшей теории, которая представляет — в этом «квазэмпирическом» смысле — *прогрессивный сдвиг* в последовательной смене исследовательских программ рациональных реконструкций. Таким образом, этот новый, ослабленный метакритерий позволяет нам сравнить конкурирующие логики исследования и зафиксировать рост «метанаучного» — методологического — знания.

Согласно этому критерию, теория научной рациональности Поппера не обязательно должна быть отброшена только потому, что она «фальсифицирована» некоторыми существующими «базисными суждениями» ведущих ученых. Более того, в соответствии с нашим новым критерием, попперовский критерий демаркации представляет собой очевидный прогресс по сравнению с его джастификационистскими предшественниками, и в частности по сравнению с индуктивизмом. В противоположность этим предшественникам он возвратил научный статус таким теориям, как опровергнутая теория флогистона, опрокинув тем самым

<sup>114</sup> Этот последний критерий аналогичен исключительной «глубине» некоторых теорий, которые приходят в противоречие с некоторыми базисными утверждениями, принятыми в определенное время, и в конечном итоге побеждают в этом столкновении. Пример Поппера (см. [53]) относится к несовместимости законов Кеплера с ньютоновской теорией, которая предназначалась для их объяснения.



оценочное суждение, которое перевело эту теорию из истории науки в историю иррациональных верований<sup>115</sup>. Он успешно реабилитировал также теорию Бора–Крамерса–Слэтера<sup>116</sup>. С точки зрения большинства джастификационистских теорий рациональности история науки представляется в лучшем случае как история донаучной подготовки *будущей* истории науки<sup>117</sup>. Методология Поппера позволяет историку считать рациональной большую часть реальных базисных оценочных суждений в истории науки: именно в *этом* нормативно-историческом смысле теория Поппера является прогрессивной. С точки зрения лучших рациональных реконструкций науки всегда можно реконструировать большую часть подлинно большой науки как рациональную<sup>118</sup>.

Надеюсь, мою модификацию попперовской логики исследования, согласно установленному мной критерию, можно рассматривать как дальнейший шаг вперед, так как она, по-видимому, дает единое понимание известных, но ранее изолированных базисных оценочных суждений. Кроме того, она приводит к новым и неожиданным — по крайней мере, для джастификациониста или наивного фальсификациониста — базисным оценочным суждениям. Например, согласно теории Поппера, сохранение и дальнейшая разработка гравитационной теории Ньютона были иррациональны после открытия аномального перигелия Меркурия; также, согласно Попперу, иррацио-

<sup>115</sup> Конечно, конвенционализм в значительной степени имел представление об исторической роли таких теорий еще до возникновения попперовского варианта фальсификационизма.

<sup>116</sup> Ван дер Варден считал теорию Бора–Крамерса–Слэтера плохой; Поппер показал, что это неверно. См. [67, с. 13; 58, с. 242]; критическое обсуждение см. в моей работе [34, с. 168, 169].

<sup>117</sup> Типичным примером является отношение некоторых современных логиков к истории математики; см. мою работу [29, с. 3].

<sup>118</sup> Эту формулировку предложил мне мой друг М. Сэйкель.

нальным было бы развитие старой квантовой теории Бора, опирающейся на противоречивое основание. С моей же точки зрения, все эти явления совершенно рациональны: некоторые арьергардные бои в защиту потерпевших поражение программ вполне рациональны даже после так называемых «решающих экспериментов». Таким образом, моя методология приводит к отказу от тех историографических суждений, которые служили основой для удаления этих научных арьергардных боев из истории науки, истолкованной как индуктивистски, так и фальсификационистски<sup>119</sup>.

Действительно, эта методология уверенно предсказывает, что там, где фальсификационизм видит мгновенное крушение теории вследствие простого столкновения ее с некоторым фактом, историк обнаружит сложную, изнурительную борьбу, начавшуюся задолго до признанного «решающего эксперимента» и продолжающуюся даже после него; там же, где фальсификационизм видит непротиворечивые и неопровергнутые теории, она предсказывает существование целого роя признанных аномалий в исследовательских программах, развивающихся, возможно, на противоречивой основе<sup>120</sup>. Там, где ключ к победе некоторой теории над предшественницами конвенционализм видит в ее интуитивной простоте, моя методология предсказывает: со временем обнаружится, что победа была обусловлена эмпирическим вырождением старой и эмпирическим прогрессом новой программы<sup>121</sup>. Я предвижу, что там, где Кун и Фейерабенд видят иррациональный переход, историк сможет показать, что этот переход был рациональным. Таким образом,

<sup>119</sup> См. мою работу [34, раздел 3(с)].

<sup>120</sup> См мою работу [34, с. 138–173].

<sup>121</sup> Сам Дюгем приводит только один четкий пример: победа волновой оптики над оптикой Ньютона [11, гл. 6, § 10; гл. 4, § 4]. Однако там, где Дюгем опирается на интуитивный «здоровый смысл», я опираюсь на анализ конкурирующих сдвигов проблем (см. мою работу [37]).



методология исследовательских программ предска-  
 зывает (или, если угодно, «констатирует») новые ис-  
 торические факты, которые выглядят неожиданными  
 в свете существующих (внутренних и внешних) ме-  
 5 тодологических концепций, и я надеюсь, что эти  
 предсказания будут подтверждены историческими  
 исследованиями. Если это случится, то методология  
 научно-исследовательских программ сама окажется  
 прогрессивным сдвигом проблемы. *Таким образом,*  
 10 *прогресс теории рациональности в науке состоит в*  
*открытии новых исторических фактов и во все бо-*  
*лее расширяющейся рациональной реконструкции*  
*истории науки, пронизанной оценочными характе-*  
*ристиками<sup>122</sup>. Другими словами, теория рациональ-*  
 15 *ности в науке прогрессирует, если в ней появляется*  
*«прогрессивная» историографическая исследова-*  
*тельская программа. Нет необходимости говорить о*  
*том, что такая историографическая исследова-*  
*тельская программа не может и не должна объяснить всю*  
 20 *историю науки как рациональную: даже кидające-*  
*ся ученые совершают ложные шаги и ошибаются в*  
*своих суждениях. Поэтому рациональные реконст-*  
*рукции погружены в океан аномалий. В конце концов,*  
*эти аномалии придется объяснить либо с помощью*  
 25 *лучшей рациональной реконструкции, либо с помо-*  
*щью некоторой «внешней» эмпирической теории.*

<sup>122</sup> В метатеорию методологических концепций можно ввес-  
 ти понятие «степени корректности», которое было бы ана-  
 логично понятию эмпирического содержания, предложенному  
 Поппером. Эмпирические «базисные утверждения» Поппера  
 следовало бы тогда заменить квазиэмпирическими «норматив-  
 ными базисными утверждениями» (подобными, например, ут-  
 верждению «Формула излучения Планка произвольна»).

Здесь я хотел бы упомянуть о том, что методологию ис-  
 следовательских программ можно применить не только к ис-  
 торическому знанию, опирающемуся на определенные нормы,  
 но и к любому нормативному знанию, включая даже этику и  
 эстетику. Это вытеснит «квазиэмпирический» подход наивно-  
 го фальсификационизма, упомянутый в прим. 80.

Излагаемый подход никоим образом не защищает кавалерийских наскоков на «базисные нормативные суждения» ученых. Интерналист, именно как интерналист, может справедливо игнорировать «аномалии» и передавать их объяснение внешней истории до тех пор, пока его интерналистская историографическая исследовательская программа *прогрессирует* или пока дополняющая ее эмпирическая экстерналистская историографическая программа *прогрессивно* справляется с ними. Но если в свете рациональной реконструкции истории науки в ней становится заметным рост иррациональности, не находящий прогрессивную экстерналистского объяснения (такого, например, как объяснение упадка науки в силу политических или религиозных притеснений, антинаучной идеологической атмосферы, возвышения новой паразитической группы псевдоученых, наделенных властью в научных учреждениях, и т. д.), то историографические новшества, рост числа историографических теорий становятся необходимыми. Подобно тому, как научный прогресс возможен даже в том случае, если не удастся отделаться от научных аномалий, точно так же прогресс в рациональной историографии возможен даже при наличии историографических аномалий. Историка-рационалиста не должно смущать тот факт, что реальная история гораздо шире его внутренней истории и иногда даже отличается от нее и что он вынужден передавать объяснение таких аномалий внешней истории. Однако эта нефальсифицируемость внутренней истории защищает ее только от негативной, но не от конструктивной критики, так же как нефальсифицируемость научно-исследовательской программы защищает ее лишь от негативной критики, но не от конструктивной.

Внутреннюю историю можно критиковать лишь тогда, когда явно выявляется обычно скрытая методология историка науки и показывается, насколько хорошо она функционирует в качестве историографической исследовательской программы. Историографическая критика часто добивается успеха в разгроме



модного экстернализма. «Впечатляющее», «всеохватывающее», «далеко идущее» внешнее объяснение обычно оказывается признаком слабой методологической основы и, наоборот, отличительной чертой относительно слабой внутренней истории (на основе которой большая часть реальной истории будет либо необъяснима, либо аномальна) является то, что она слишком многое оставляет для объяснения с помощью внешней истории. Когда же появляется более удачная теория рациональности, внутренняя история может расширить свои владения и освоить земли, принадлежавшие ранее внешней истории. Однако это соперничество не является столь явным, как в случае состязания двух конкурирующих научно-исследовательских программ. Экстерналистские историографические программы, дополняющие внутреннюю историю, опирающуюся на наивную методологию (независимо от того, осознают или не осознают этот факт), должны либо быстро выродиться, либо топтаться на месте — все это в силу простой причины, что они пытаются дать психологические или социологические «объяснения» фантазиям, созданным самой методологией, а не рационально интерпретированным историческим фактам. Если экстерналистское истолкование использует — сознательно или бессознательно — некоторую наивную методологию (которая так легко проникает в ее «описательный» язык), оно превращается в выдумку, которая при всей своей схоластической изощренности не выдерживает историографической проверки.

Агасси уже указал на то, что скудость индуктивистски истолкованной истории науки открыла путь некоторым крайним спекулятивным рассуждениям<sup>123</sup>. В свою очередь его фальсификационистская историография широко распахивает двери перед теми концепциями «социологии знания», которые пытаются

<sup>123</sup> См. прим. 9. (Термин «крайние спекулятивные рассуждения» заимствован, конечно, из индуктивистской методологии. Я бы заменил его термином «регрессирующая программа».)



объяснить последующее (может быть, безуспешное) развитие некоторой теории, «фальсифицированной» «решающим экспериментом», как проявление иррационального, безнравственного, реакционного сопротивления, которое оказывают революционным новшествам признанные авторитеты<sup>124</sup>. Однако в свете методологии научно-исследовательских программ такие арьергардные стычки вполне объяснимы *внутренне*: там, где некоторые экстерналисты видят борьбу за власть, корыстные личные столкновения, историк-рационалист часто обнаружит рациональную дискуссию<sup>125</sup>.

Интересный пример того, как плохая теория рациональности может обеднять реальную историю, представляет собой истолкование регрессивных сдвигов научных проблем историографами-позитивистами<sup>126</sup>.

<sup>124</sup> Тот факт, что даже регрессирующие экстерналистские теории смогли получить некоторое признание, до некоторой степени обусловлен слабостью их интерналистских соперниц. Утопическая викторианская мораль либо создает ложные, лицемерные буржуазные нормы поведения, либо присоединяется к мнению о всеобщей испорченности человеческого рода; утопические научные стандарты либо дают ложное, лицемерное понимание научного достижения, *либо* льют воду на мельницу тех, кто считает научные теории не более чем простой верой, поддерживаемой капиталовложениями в науку. Этим объясняется тот «революционный» дух, которым преисполнены некоторые абсурдные идеи современной социологии знания: отдельные сторонники этих идей претендуют на то, чтобы сорвать маску мнимой рациональности с науки, хотя они способны самое большее на то, чтобы паразитировать на слабостях устаревших теорий научной рациональности.

<sup>125</sup> См. [8] и дискуссию между Форменом и Эвальдом [20, 13].

<sup>126</sup> Я называю «*историографическим позитивизмом*» точку зрения, согласно которой историю целиком можно написать как внешнюю историю. Для историографов-позитивистов история представляет собой чисто эмпирическую дисциплину. Они отрицают существование объективных норм, отличных от



Рассмотрим теперь такую ситуацию. Вообразим, что, несмотря на существование объективно прогрессирующих астрономических исследовательских программ, все астрономы внезапно оказались охвачены ощущением «кризиса» в понимании Куна, и затем, подчиняясь непреодолимому гештальтпереключению, обратились к астрологии. Я бы рассматривал эту катастрофу как досадную проблему, нуждающуюся в некотором эмпирическом экстерналистском объяснении. Последователь Куна отнесся бы к этому не так. Все, что он видит, — это «кризис», сопровождающийся массовым изменением взглядов в научном сообществе: обычная революция, в которой нет ничего проблематичного и необъяснимого<sup>127</sup>. Куновские психологические эпифеномены «кризиса» и «обращения» ученых могут сопровождать как объективно прогрессивные, так и объективно регрессивные научные изменения — как революции, так и контрреволюции. Однако этот факт не объясняется теорией

простых мнений о нормах. (Конечно, у них сохраняется вера в нормы, которые определяют выбор и формулировку возникающих у них исторических проблем.) Это типично гегельянская позиция. Она является особым случаем *нормативного позитивизма* — теории, выдвинутой в качестве критерия права. (Критику гегелевского этического позитивизма см. в работах [50, т. 1, с. 71–72, т. 2, с. 305–306; 57].) Реакционный гегельянский обскурантизм отбрасывает ценности назад, в мир фактов, двигаясь, таким образом, в направлении, противоположном кантианской философии, которая их разъединяет.

<sup>127</sup> Кун, по-видимому, колеблется между двумя мнениями относительно объективного научного прогресса. Я не сомневаюсь в том, что, будучи настоящим ученым, преданным науке, он лично питает отвращение к релятивизму. Однако его *теорию* можно интерпретировать либо как отрицающую научный прогресс и признающую только научное изменение, либо как признающую научный прогресс, но «прогресс», заметный только благодаря движению реальной истории. Действительно, согласно своему критерию, он должен был бы описать упомянутую в тексте катастрофу как собственно «революцию».

Куна. Такие историографические аномалии не могут быть даже сформулированы (не говоря уже о том, чтобы быть прогрессивно усвоенными) в его историографической исследовательской программе, в которой нет способа различить, скажем, «кризис» и «регрессивный сдвиг проблемы». Но аномалии подобного рода можно даже предсказывать с помощью экстерналистской историографической теории, опирающейся на методологию научно-исследовательских программ, которая смогла бы уточнить те социальные условия, при которых регрессирующие исследовательские программы могут добиваться социально-психологической победы.

*С. Против априористского  
и антитеоретического подходов  
к методологии науки*

Наконец, давайте сопоставим ту теорию рациональности, которую мы здесь рассматривали, со строго априористским (или, более точно, «евклидовым») и с антитеоретическими подходами к методологии науки<sup>128</sup>.

«Евклидовы» методологии устанавливают априорные общие правила научной оценки. В наши дни этот подход наиболее ярко представлен Поппером. С точки зрения Поппера, должна существовать кон-

<sup>128</sup> Термин «евклидовым» (или, скорее, «квазиевклидовый») означает, что научная система начинается не с единичных, а с универсальных утверждений высшего уровня («аксиом»). В своих работах [31; 28] я высказал предположение, что различие между «квазиевклидовым» и «квазиэмпирическим» более плодотворно, чем различие между «априорным» и «апостериорным».

Некоторые «априористы» являются, конечно, эмпириками. Эмпирики же вполне могут быть априористами (или, скорее, «евклидианцами») на обсуждаемом здесь метауровне.



ституционная власть *неизменного общепринятого закона* (выраженного в его критерии демаркации) для того, чтобы отличить хорошую науку от плохой.

Однако некоторые выдающиеся философы под-  
 5. нимают на смех саму идею общепринятого закона и  
 возможность какой-либо обоснованной демаркации.  
 Согласно Оукшотту и Поляни, не должно и не мож-  
 10. ет быть никакого писаного закона: существуют  
 лишь отдельные прецеденты. Поэтому они утверж-  
 дают, что даже если бы мы ошибочно все-таки при-  
 няли некоторый сформулированный закон, он, тем  
 не менее, потребовал бы авторитетных интерпретато-  
 15. ров. Я думаю, что точка зрения Оукшотта и Поляни  
 содержит значительную долю правды. Прежде все-  
 го, мы (вместе с Поппером) вынуждены признать, что  
 все «законы», предлагаемые философами-априори-  
 20. стами, до сих пор оказывались ошибочными с точки  
 зрения выдающихся ученых. До сего времени имен-  
 но те научные стандарты, которыми научная элита  
 25. «инстинктивно» руководствовалась в *частных* слу-  
 чаях, составляли главное — хотя и не единственное —  
 мерило *универсальных* законов, предлагаемых фило-  
 софами. Если это так, то прогресс в области методо-  
 логии — по крайней мере, в отношении большинства  
 30. современных наук — все еще плетется в хвосте обы-  
 денной научной мудрости. Не будет ли в таком слу-  
 чае слишком дерзкой попытка навязать большинству  
 современных наук некоторую *априорную* философию  
 науки? Не будет ли неоправданной дерзостью требова-  
 35. ние начать заново все дело науки, если, скажем, наука  
 Ньютона или Эйнштейна окажется нарушительницей  
 априорных правил научной игры, установленных  
 Ф. Бэконом, Р. Карнапом или К. Поппером?

Я думаю, будет. Поэтому методология историо-  
 40. графических исследовательских программ подразуме-  
 вает плюралистическую систему авторитетов отчасти  
 потому, что мудрость научного суда и отдельные  
 прецеденты не выражаются, да и не могут быть точно  
 выражены общими законами, сформулированными  
 45. и зафиксированными философом, а отчасти пото-

му, что в некоторых случаях закон, установленный и зафиксированный философом, может оказаться случайно верным, в то время как суждения ученых несостоятельными. Я расхожусь, следовательно, и с теми философами науки, которые считают само собой разумеющимся, что общие научные стандарты неизменны и разум может распознать их априори<sup>129</sup>, и с теми, кто полагает, будто свет разума озаряет лишь частные случаи. Методология историографических исследовательских программ указывает пути, на которых специалист по философии науки может учиться у историка науки, и наоборот.

Но эти пути не всегда равнозначны. Подход с точки зрения общего закона, зафиксированного философом, может стать гораздо более важным в тех случаях, когда некоторая научная традиция приходит в упадок<sup>130</sup> или возникает новая, но плохая традиция<sup>131</sup>. В этих случаях сформулированные законы могут подрывать авторитет искаженных частных прецедентов и замедлить или даже повернуть вспять процесс упадка традиции<sup>132</sup>. Когда какая-либо научная школа вы-

<sup>129</sup> Некоторые могут сказать, что Поппера нельзя отнести к этой категории, ибо он определял «науку» таким образом, что она включала опровергнутую ньютоновскую теорию и не включала непровергнутые астрологию и фрейдизм.

<sup>130</sup> По-видимому, это имеет место в современной физике элементарных частиц или (согласно мнению некоторых философов и физиков) в копенгагенской школе квантовой физики.

<sup>131</sup> Это имеет место в главенствующих школах современной социологии, психологии и социальной психологии.

<sup>132</sup> Это, конечно, объясняет, почему хорошая методология, «извлеченная» из развитых, зрелых наук, может играть важную роль в неразвитых и фактически еще не устоявшихся дисциплинах. Хотя необходимо согласиться с академической автономией Поляни для различных областей теоретической физики, ее нельзя терпеть, скажем, в области компьютеризированной социальной астрологии, планирования науки или социальных идеалов. (Авторитетное изучение социального идеала см. в работе [63].)





- рождается в псевдонауку, имеет смысл вызвать дискуссию по проблемам методологии в надежде на то, что активные ученые почерпнут из нее больше, чем философы (так же, как, если обычный язык вырождается, скажем, в газетные штампы, может иметь смысл обратиться к правилам грамматики)<sup>133</sup>.

<sup>133</sup> Конечно, критическое обсуждение научных стандартов, приводящее, может быть, даже к их улучшению, невозможно без выражения их в общих терминах, подобно тому, как если требуется проанализировать некоторый язык, то необходимо четко сформулировать его грамматику. Ни консерватор Поляни, ни консерватор Оукшотт, по-видимому, не поняли (или не захотели понять) *критической* функции языка. Поппер же это понимал. (См., в частности, [58, с. 135].)

## Заключение

В данной статье я предложил «исторический» метод оценки конкурирующих методологических концепций. Мои аргументы, прежде всего, были адресованы специалистам по философии науки, и цель их состояла в том, чтобы показать, как последние могут и должны учиться у истории науки. Однако из тех же самых аргументов следует, что историк науки в свою очередь должен обратить серьезное внимание на философию науки и решить, какую методологию он положит в основу создаваемой им внутренней истории науки. Надеюсь, что я высказал несколько веских аргументов в пользу следующих положений. Во-первых, каждая методология науки определяет специфическое (и четкое) разделение между (первичной) внутренней и (вторичной) внешней историями науки, и, во-вторых, как историк науки, так и специалист по философии науки в своих выводах должны максимально использовать критическое взаимодействие внутренних и внешних исторических факторов.

В заключение позвольте мне напомнить читателю мою любимую и теперь уже избитую шутку относительно того, что реальная история науки часто представляет собой карикатуру ее рациональной реконструкции, рациональные реконструкции часто являются карикатурой реальной истории, а некоторые изложения истории науки являются карикатурами и на ее реальную историю, и на ее рациональные реконструкции<sup>134</sup>. Думаю, эта статья позволяет мне добавить: «*Quod erat demonstrandum*».

---

<sup>134</sup> См., например, мои работы [28, с. 157; 32, с. 387].

# Литература

1. *Agassi J.* Towards an Historiography of Science. The Hague 1963.
2. *Agassi J.* Scientific Problems and their Roots in Metaphysics // M. Bunge (ed.). The Critical Approach to Science and Philosophy. New York, 1964, p. 189–211.
3. *Agassi J.* Sensationalism // Mind, 1966, v. 75, p. 1–24.
4. *Agassi J.* Popper on Learning from Experience // N. Rescher (ed.). Studies in The Philosophy of Science. 1969, p. 162–171.
5. *Bernal J. D.* Science in History. 1-st Edition. London, 1954.
6. *Bernal J. D.* Science in History. 3-rd Edition. London. 1965.
7. *Beveridge W.* The Place of the Social Sciences in Human Knowledge // Politica, 1937, v. 2, p. 459–479.
8. *Cantor G.A.* Further Appraisal of the Young-Brougham Controversy // Studies in the History and Philosophy of Science, 1971.
9. *Cohen I. B.* The Birth of a New Physics, 1960.
10. *Compton A. H.* The Size and Shape of the Electron // Physical Review, 1919, v. 14, p. 20–43.
11. *Dubem P.* La theorie physique, son objet et sa structure. Paris, Chevalier et Rivière, 1905 [Русский перевод: Дюгем П. Физическая теория. Ее цель и строение. СПб., 1910].
12. *Elkana Y.* The Conversation of Energy: a Case of Simultaneous Discovery? // Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 1971, v. 24, p. 31–60.
13. *Ewald P.* The Myth of Myths // Archive for the History of Exact Science, 1969, v. 6, p. 72–81.
14. *Feyerabend P. K.* Realism and Instrumentalism: Comments on the Logic of Factual Support // M. Bunge (ed.). The Critical Approach to Science and Philosophy. New York, 1964, p. 280–308.
15. *Feyerabend P. K.* Reply to Criticism // R. S. Cohen and M. Wart of sky (eds.). Boston Studies in the Philosophy of Science. New York, v. II, 1965, p. 223–261.
16. *Feyerabend P. K.* A Note on Two «Problems» of Induction // British Journal for the Philosophy of Science, 1969, v. 19, p. 251–253.



17. *Feysrabend P. K.* Consolations for The Specialist // I. Lakatos and A. Musgrave (eds.). Criticism and the Growth of Knowledge, Cambridge, 1970, p. 197–230.
18. *Feysrabend P. K.* Against Method // H. Feigl and G. Maxwell (eds.). Minnesota Studies in the Philosophy of Science, v. 4 Minneapolis, 1970.
19. *Feysrabend P. K.* Against Method. 1971. (Расширенный вариант предыдущей статьи) [русск. перев.: *Фейерабенд П.* Против методологического принуждения // *Фейерабенд П.* Избранные труды по методологии науки. М., 1986. С. 125–466].
20. *Forman P.* The Discovery of the Diffraction of X-Rays by Crystals: A Critique of the Critique of the Myths // Archive for History of Exact Sciences, 1969, v. 6, p. 38–71.
21. *Hall R.J.* Kuhn and the Copernican Revolution // British Journal for the Philosophy of Science, 1970, v. 21, p. 196–197.
22. *Hempel C. G.* Review of Popper (1935) // Deutsche Literaturzeitung, 1937, p. 309–314.
23. *Holton G.* Einstein, Michelson, and the «Crucial» Experiment / Isis, 1969, v. 6, p. 133–197. [русск. перев.: *Холтон Дж.* Эйнштейн, Майкельсон и «критический» эксперимент // *Холтон Дж.* Тематический анализ науки. М., 1981].
24. *Kuhn T.* The Copernican Revolution. Cambridge, 1957.
25. *Kuhn T.* The Structure of Scientific Revolutions. Chicago, 1962 [русский перевод: *Кун Т.* Структура научных революций. Изд. 2. М, «Прогресс», 1977].
26. *Kuhn T.* Science The History of Science // D. L. Sills (ed.). International Encyclopedia of the Social Sciences, 1968, v. 14, p. 71–83.
27. *Kuhn T.* Reflection on my Critics // I. Lakatos and A. Musgrave (eds.). Criticism and the Growth of Knowledge Cambridge, 1970, p. 237–278.
28. *Lakatos I.* Infinite Regress and the Foundations of Mathematics // Aristotelian Society, Supplementary Volume 36, 1962, p. 155–184.
29. *Lakatos I.* Proofs and Refutations // The British Journal for the Philosophy of Science», 1963–1964, v. 14, p. 1–25, 120–139, 221–243, 296–342 [русск. перев.: *Лакатос И.* Доказательства и опровержения. М., 1967].
30. *Lakatos I.* Popkin on Scepticism // W. Yourgrau and A. D. Bieck (eds.). Logic, Physics and History, 1970, p. 220–223.



31. *Lakatos I.* A Renaissance of Empiricism in the Recent Philosophy of Mathematics // I. Lakatos (ed.). Problems in the Philosophy of Mathematics, 1967, p. 199–202.
32. *Lakatos I.* Changes in the Problem of Inductive Logic // I. Lakatos (ed.). The Problem of Inductive Logic. Amsterdam, 1968, p. 315–417.
33. *Lakatos I.* Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes // Proceedings of the Aristotelian Society, 1968, v. 69, p. 149–186.
34. *Lakatos I.* Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes // I. Lakatos and A. Musgrave (eds.). Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge, 1970.
35. *Lakatos I.* Popper on Demarcation and Induction // P. A. Schilpp (ed.). The Philosophy of Sir Karl Popper, 1971.
36. *Lakatos I.* A Note on the Historiography of the Copernican Revolution, 1971.
37. *Lakatos I.* The Changing Logic of Scientific Discovery, London, 1973.
38. *Lakatos I., Musgrave A.* (eds.). Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge, 1970.
39. *McMullin E.* The History and Philosophy of Science a Taxonomy // H. Feigl and G. Maxwell (eds.). Minnesota Studies in the Philosophy of Science, v. 5, Minneapolis, 1970, p. 12–67.
40. *Merton R.* Priorities in Scientific Discovery // American Sociological Review, 1957, v. 22, p. 635–659.
41. *Merton R.* Resistance to the Systematic Study of Multiple Discoveries in Science // European Journal of Sociology, 1963, v. 4, p. 237–282.
42. *Merton R.* Behavior Patterns of Scientists // American Scholar, 1969, v. 38, p. 197–225.
43. *Musgrave A.* Impersonal Knowledge: A Criticism of Subjectivism. Ph. D. thesis, University of London, 1969.
44. *Musgrave A.* The Objectivism of Popper's Epistemology // P. A. Schilpp (ed.). The Philosophy of Sir Karl Popper, 1971.
45. *Musgrave A.* Kuhn's Second Thoughts // The British Journal for the Philosophy of Science, 1971, v. 22, p. 287–297.
46. *Polanyi M.* The Logic of Liberty, 1951.
47. *Polanyi M.* Personal Knowledge, Towards a Post-Critical Philosophy. Chicago, 1958.
48. *Popper K. R.* Logik der Forschung. Wien, 1935.
49. *Popper K. R.* What is Dialectic? // Mind, 1940, v. 49, p. 403–426.

50. *Popper K. R. The Open Society and Its Enemies. V. 1–2, London, 1945* [русск. перев.: *Поппер К. Открытое общество и его враги. Т. 1–2, М., 1992*].
51. *Popper K. R. Naturgesetze und theoretische Systeme // S. Moser (ed.). Gesetz und Wirklichkeit, 1948, p. 65–84.*
52. *Popper K. R. Three Views Concerning Human Knowledge // H. D. Lewis (ed.). Contemporary British Philosophy, 1957, p. 355–388.*
53. *Popper K. R. The Aim of Science // Ratio, 1957, v. 1, p. 24–35.*
54. *Popper K. R. The Poverty of Historicism. London, 1957* [русск. перев.: *Поппер К. Нищета историцизма. М., 1993*].
55. *Popper K. R. The Logic of Scientific Discovery. London, 1959* [русск. перев.: *Поппер К. Логика научного открытия // Поппер К. Логика и рост научного знания. М., 1983*].
56. *Popper K. R. Philosophy and Physics // Atti dei XII Congresso Internazionale di Filosofia, v. 2, 1960, p. 363–374.*
57. *Popper K. R. Facts, Standards, and Truth: A Further Criticism of Relativism. — Добавление к 4-му изданию работы «The Open Society and Its Enemies», 1961.*
58. *Popper K. R. Conjectures and Refutations. The Growth of scientific Knowledge. London, 1963* [русск. перев.: *Поппер К. Предположения и опровержения. Рост научного знания. М., 2004*].
59. *Popper K. R. Science: Problems, Aims, Responsibilities // Federation Proceedings, 1963, v. 22, p. 961–972.*
60. *Popper K. R. Epistemology Without a Knowing Subject // B. Rootselaar and J. Staal (eds.). Proceedings of the Third International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science. Amsterdam, 1968, p. 333–373.*
61. *Popper K. R. On the Theory of the Objective Mind // Proceedings of the XIV International Congress of Philosophy, v. 1, 1968, p. 25–33.*
62. *Price D. J. Contra Copernicus: A Critical Re-estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus and Kepler // M. Clagett (ed.). Critical Problems in the History of Science. 1959, p. 197–218.*
63. *Priestley J. B. The Image Men, 1968.*
64. *Scheffler I. Science and Subjectivity. New York, 1967.*
65. *Shapere D. The Structure of Scientific Revolutions // Philosophical Review, 1964, v. LXXIII, p. 383–394.*
66. *Shapere D. Meaning and Scientific Change // R. G. Colodny (ed.). Mind and Cosmos. Pittsburgh, 1967, p. 41–85.*



67. *Van der Waerden B.* Sources of Quantum Mechanics, 1967.
68. *Watkins J. W. N.* Political Tradition and Political Theory: an Examination of Professor Oakeshott's Political Philosophy // Philosophical Quarterly, 1952, v. 2, p. 323–337.
69. *Watkins J. W. N.* Influential and Confirmable Metaphysics / Mind, 1958, v. 67, p. 344–365.
70. *Watkins J. W. N.* Negative Utilitarianism // Aristotelian Society, Supplementary Volume 37, 1963, p. 95–114.
71. *Watkins J. W. N.* Decision and Belief // R. Hughes (ed.). Decision Making, 1967, p. 9–26.
72. *Watkins J. W. N.* Against Normal Science // I. Lakatos and A. Musgrave (eds.). Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge, 1970, p. 25–38.
73. *Williams L. P.* Normal Science and its Dangers // I. Lakatos and A. Musgrave (eds.). Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge, 1970, p. 49–50.

ФАЛЬСИФИКАЦИЯ  
И МЕТОДОЛОГИЯ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ  
ПРОГРАММ

Перевод с англ. по изд.:  
Lakatos I.  
Falsification and the Methodology  
of Scientific Research Programmes /  
Criticism and the growth of Knowledge. Ed. by  
I. Lakatos and A. Musgrave. Cambr. Univ. Press. 1970.  
P. 91–195.

# 1. Наука: разум или вера?

На протяжении столетий знанием считалось то, что доказательно обосновано (proven) — силой интеллекта или показаниями чувств. Мудрость и непорочность ума требовали воздержания от высказываний, не имеющих доказательного обоснования; зазор между отвлеченными рассуждениями и несомненным знанием, хотя бы только мыслимый, следовало свести к нулю. Но способны ли интеллект или чувства доказательно обосновывать знание? Скептики сомневались в этом еще две с лишним тысячи лет назад. Однако скепсис был вынужден отступить перед славой ньютоновской физики. Эйнштейн опять все перевернул вверх дном, и теперь лишь немногие философы или ученые все еще верят, что научное знание является доказательно обоснованным или, по крайней мере, может быть таковым. Столь же немногие осознают, что вместе с этой верой падает и классическая шкала интеллектуальных ценностей, ее надо чем-то заменить — ведь нельзя же довольствоваться вместе с некоторыми логическими эмпирицистами разжиженным идеалом доказательно обоснованной истины, низведенным до «вероятной истины»<sup>1</sup>, или «истиной как соглашением» (изменчивым соглашением, добавим мы), достаточной для некоторых «социологов знания»<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Наиболее значительным приверженцем идеала «вероятной истины» в наше время является Р. Карнап. Критический анализ этой концепции и ее исторических предпосылок см. в моей работе [93].

<sup>2</sup> Основными сторонниками идеала «истины как соглашения» являются М. Поляни и Т. Кун. Критический анализ см.:

- Первоначальный замысел К. Поппера возник как результат продумывания следствий, вытекавших из крушения самой подкрепленной\* научной теории всех времен: механики и теории тяготения И. Ньютона.
- 5 К. Поппер пришел к выводу, что доблесть ума заключается не в том, чтобы быть осторожным и избегать ошибок, а в том, чтобы бескомпромиссно устранять их. Быть смелым, выдвигая гипотезы, и беспощадным, опровергая их, — вот девиз Поппера. Честь ин-
- 10 теллекта защищается не в окопах доказательств или «верификаций», окружающих чью-либо позицию, но точным определением условий, при которых эта позиция признается непригодной для обороны. Марксисты и фрейдисты, отказываясь определять

[134], [135] и [98]. [Здесь и далее, когда речь идет о социологии знания (точнее, социологии научного знания), И. Лакатос не слишком заботится о точности своих характеристик. Конечно, ни Т. Куна, ни М. Поляни нельзя без натяжки причислить к этому направлению в социологии, примыкающему по своему предмету к философии и методологии науки, но все же не подменяющему собой последних. Другое дело, что концепция развития науки Т. Куна или рассуждения о «неявном», «личностном» знании М. Поляни выглядят чрезмерно нагруженными социологическими понятиями, что в глазах Лакатоса было несовместно с идеалом «доказательной обоснованности» (сконструированным из принципов эмпиризма и логической корректности). Однако «истина как соглашение» вовсе не является идеалом для социологии знания! Это «рабочее понятие», используемое в специфическом проблемном контексте, когда решается вопрос: каковы социологические характеристики ситуаций, в которых группа (в частности, научное сообщество) приходит к соглашению относительно того, что считать «доказательно обоснованным» или «истинным» в корпусе знания. — *Прим. перев.*].

\* Следуя традиции, установившейся после переводов на русский язык работ К. Поппера, я так перевожу термин corroborated; «подкрепленная» теория — это теория, выдержавшая ряд строгих проверок, доказавшая свою устойчивость (см. *Поппер К.* [161, русск. перев., с. 192]). — *Прим. перев.*



эти условия, тем самым расписываются в своей научной недобросовестности. *Вера* — свойственная человеку по природе и потому прощительная слабость, ее нужно держать под контролем критики; но *предвзятость* (commitment), считает Поппер, есть 5 тягчайшее преступление интеллекта.

Иначе рассуждает Т. Кун. Как и Поппер, он отказывается видеть в росте научного знания кумуляцию вечных истин<sup>3</sup>. Он также извлек важнейший урок из того, как эйнштейновская физика свергла с престола 10 физику Ньютона. И для него главная проблема — «научная революция». Но если, согласно Попперу, наука — это процесс «перманентной революции», а ее движущей силой является рациональная критика, то, по Куну, революция есть исключительное событие, 15 в определенном смысле выходящее за рамки науки; в периоды «нормальной науки» критика превращается в нечто вроде анафематствования. Поэтому, полагает Кун, прогресс, возможный только в «нормальной науке», наступает тогда, когда от критики переходят к 20 предвзятости. Требование отбрасывать, элиминировать «опровергнутую» теорию он называет «наивным фальсификационизмом». Только в сравнительно ред-

<sup>3</sup> С первых страниц своей книги [89] Т. Кун выступает против «кумулятивной» концепции роста науки. Но своим антикумулятивизмом он обязан, прежде всего, А. Койре, а не К. Попперу. Койре показал, что позитивизм — плохая методология для историков науки, историческое развитие физики нельзя понять вне контекста, создаваемого чередованием «метафизических» исследовательских программ. Поэтому изменения научного знания связаны с масштабными катаклизмами метафизических революций. Т. Кун принял эту эстафету у Барта и Койре, его книга получила столь широкую известность, в частности, благодаря его меткой и неотразимой критике в адрес джастификационистской историографии, что стало сенсацией в кругу рядовых ученых и историков науки, до которых эстафета идей Барта, Койре (или Поппера) еще не дошла. Однако, к сожалению, идеи Куна не свободны от авторитаристских и иррационалистских обертонів.



кие периоды «кризисов» позволительно критиковать господствующую теорию и предлагать новую.

Взгляды Т. Куна уже подвергались критике, и я не буду здесь их обсуждать. Замечу только, что благие намерения Куна — рационально объяснить рост научного знания, отталкиваясь от ошибок джастификационизма и фальсификационизма — заводят его на зыбкую почву иррационализма.

С точки зрения Поппера, изменение научного знания рационально или, по крайней мере, может быть рационально реконструировано. Этим должна заниматься *логика открытия*. С точки зрения Куна, изменение научного знания — от одной «парадигмы» к другой — мистическое преобразование, у которого нет и не может быть рациональных правил. Это предмет *психологии* (возможно, *социальной психологии*) открытия. Изменение научного знания подобно перемене религиозной веры.

Столкновение взглядов Поппера и Куна — не просто спор о частных деталях эпистемологии. Он затрагивает главные интеллектуальные ценности, его выводы относятся не только к теоретической физике, но и к менее развитым в теоретическом отношении социальным наукам и даже к моральной и политической философии. И то сказать, если даже в естествознании признание теории зависит от количественного перевеса ее сторонников, силы их веры и голосовых связок — что же остается социальным наукам? итак, истина зиждется на силе. Надо признать, что каковы бы ни были намерения Куна, его позиция напоминает политические лозунги идеологов «студенческой революции» или кредо религиозных фанатиков.

Моя мысль состоит в том, что попперовская логика научного открытия сочетает в себе две различные концепции. Т. Кун увидел только одну из них — «наивный фальсификационизм» (лучше сказать «наивный методологический фальсификационизм»); его критика этой концепции справедлива и ее можно даже усилить. Но он не разглядел более тонкую концепцию рациональности, в основании которой уже

не лежит «наивный фальсификационизм». Я попытаюсь точнее обозначить эту более сильную сторону попперовской методологии, что, надеюсь, позволит ей выйти из-под обстрела куновской критики, и рассматривать научные революции как рационально реконструируемый прогресс знания, а не как обращение в новую веру. 5



## 2. Фаллибилизм против фальсификационизма

*а) Догматический (натуралистический)  
фальсификационизм. Эмпирический базис.*

Существо разногласий станет яснее, если мы восстановим проблемную ситуацию, как она возникла в философии науки после краха «джастификационизма».

*«Джастификационисты» полагают, будто научное знание состоит из доказательно обоснованных высказываний. Признавая, что чисто логическая дедукция позволяет только выводить одни высказывания из других (переносить истинность), но не обосновывать (устанавливать) истинность, они по-разному решают вопрос о природе тех высказываний, истинность которых устанавливается и обосновывается внелогическим образом. Классические интеллектуалисты (в более узком смысле — «рационалисты») допускают весьма различные, но в равной мере надежные типы «внелогического» обоснования — откровение, интеллектуальную интуицию, опыт. Любые научные высказывания могут быть выведены логически из подобных оснований. Классические эмпирицисты считают такими основаниями только сравнительно небольшое множество «фактуальных высказываний», выражающих «твердо установленные факты». Значения истинности таких высказываний устанавливаются опытным путем, и все они образуют эмпирический базис науки. Если требовать, чтобы в основаниях науки не было ничего, кроме узкого эмпирического базиса, то для доказательного обоснования научных теорий нужны более эффективные логические средства, чем дедуктивная логика, которой ограничиваются интеллектуалисты, например, «индуктивная логика».*

Все джастификационисты, будь то интеллектуалисты или эмпирицисты, согласны в том, что единичного высказывания, выражающего твердо установленный факт, достаточно для *опровержения* универсальной теории<sup>4</sup>, но лишь немногие осмеливаются утверждать, 5 что конечной конъюнкции фактуальных высказываний достаточно для «индуктивного» *доказательного обоснования* универсальной теории<sup>5</sup>.

Джастификационизм, считающий знанием лишь то, что доказательно обосновано, был господствующей традицией рационального мышления на протяжении столетий. Скептицизм не есть отрицание джастификационизма; скептики только полагают, что нет (или не может быть) доказательно обоснованного знания и *поэтому* нет знания вообще. Они 15 видят в «знании» только разновидность веры, свойственной всем одушевленным существам. Тем самым скептицизм, остающийся джастификационистским, дискредитирует знание, открывая дверь иррационализму, мистике, суевериям. 20

Поэтому понятны исключительные усилия, принимаемые классическими рационалистами, чтобы спасти синтетические априорные принципы интеллектуализма, и классическими эмпирицистами, спасающими определенность эмпирического базиса и 25 значимость индуктивного вывода. Они верны кодексу *научной чести, требующему воздерживаться от*

<sup>4</sup> Джастификационисты не раз подчеркивали эту асимметрию между единичными фактуальными высказываниями и универсальными теориями См., например, рассуждения Р. Попкина о Б. Паскале [152, с. 14]. <...> Пробабиллисты же полагают, что теории могут быть не менее прочно установленными, чем фактуальные высказывания.

<sup>5</sup> На самом деле кое-кто из этих немногих, вслед за Миллем, отказавшись от явно неразрешимой проблемы индуктивного доказательства (выведения универсального из частных высказываний), перешли к другой проблеме, неразрешимость которой гораздо менее очевидна, — выведения одних частных фактуальных высказываний из других.



необоснованных высказываний. Но и те, и другие терпят поражение: кантианцы — от удара, нанесенного неевклидовой геометрией и неньютоновской физикой, эмпирицисты — от логической невозможности 5 положить в основание знания чисто эмпирический базис (еще кантианцы заметили, что никакое научное высказывание не может быть вполне обосновано фактами) и индуктивную логику (никакая логика не может увеличить содержание знания, гарантируя 10 вместе с тем его безошибочность). Отсюда следовало, что *все теории в равной степени не могут иметь доказательного обоснования.*

Философы неохотно признавали это по очевидным причинам: классические джастификационисты 15 боялись вывода, что если теоретическая наука не имеет доказательного обоснования, то она есть не что иное как софистика и иллюзия, если не бессовестное надувательство. Философское значение *пробабиллизма* (или «нео-джастификационизма») состояло в попытке избежать такого вывода. 20

Пробабиллизм возник благодаря усилиям группы кембриджских философов, полагавших, что хотя научные теории равно необоснованны, они все же обладают разными степенями вероятности (в том смысле, какой придан этому термину исчислением 25 вероятностей) по отношению к имеющемуся эмпирическому подтверждению<sup>6</sup>. С этой точки зрения, *кодекс научной чести не так суров, как кажется: он требует только высокой вероятности научных теорий или хотя бы того, чтобы в каждом конкретном случае были указаны эмпирические подтверждения 30 данной теории и определена вероятность этой теории по отношению к этим подтверждениям.*

Конечно, замена доказательной обоснованности 35 вероятностью была серьезным отступничеством джа-

<sup>6</sup> Основоположники пробабиллизма были интеллектуалистами, поздние усилия Карнапа построить эмпирицистский вариант пробабиллизма не увенчались успехом. См. [93, с. 367, 361, прим. 2].

стификационистского мышления. Но и оно оказалось недостаточным. Вскоре было показано, главным образом благодаря настойчивым усилиям Поппера, что при весьма общих условиях все теории имеют нулевую вероятность, независимо от количества подтверж- 5 дений; *все теории не только равно необоснованны, но и равно невероятны*<sup>7</sup>.

Многие философы все еще полагают, будто бы, потерпев неудачу в попытках найти хотя бы пробабилистское решение проблемы индукции, мы тем самым 10 вынуждены «отвергнуть все то, что наукой и здравым смыслом рассматривалось как знание»<sup>8</sup>. На этом фоне особенно видна незаурядная роль фальсификационизма, решившегося на радикальное изменение способов оценки научных теорий и, шире, канонов 15 интеллектуальной честности. Фальсификационизм тоже стал, так сказать, новым и значительным отступничеством рационализма. Но это было отступлением от утопических идеалов последнего, оно обнажило путаность и лицемерность многочисленных попыток 20 отстоять эти утопические идеалы и, следовательно, сыграло прогрессивную роль.

Остановимся вначале на наиболее характерном виде фальсификационизма: догматическом (или «натуралистическом») фальсификационизме. Согласно 25 этой концепции, *все* без исключения научные теории опровержимы, однако существует некий непроверяемый эмпирический базис. Это — строгий эмпирицизм, но без индуктивизма; непроверяемость эмпирического базиса не переносится на теории. *Поэтому догматический фальсификационизм можно считать 30 более слабым вариантом джастификационизма.*

*Очень важно подчеркнуть, что само по себе признание (подкрепленного) контрпримера решающим 35 свидетельством против данной теории еще не определяет методолога как догматического фальсифи-*

<sup>7</sup> Более подробно см. [93, с. 353 и далее].

<sup>8</sup> [176, с. 683]. О джастификационизме Б. Рассела см.: [91, с. 167].



*кациониста*. С этим согласится любой кантианец или индуктивист.

Но и тот, и другой, почтительно склоняя голову перед отрицательным результатом решающего эксперимента, в то же время озабочены прежде всего тем, как получше укрепить пока еще не опровергнутую теорию, отсидеться в ее окопах под критическим обстрелом со стороны другой теории. Например, кантианцы верили в то, что евклидова геометрия и механика Ньютона неприступны; индуктивисты верили, что вероятность этих теорий равна 1. Но догматический фальсификационист прежде всего верит эмпирическому контрпримеру, считая его *единственным* арбитром, выносящим приговор теории.

Поэтому догматического фальсификациониста отличает то, что для него все теории в равной степени гипотетичны. Наука не может *доказательно обосновать* ни одной теории. Но, не будучи способной *доказательно обосновывать*, наука может *опровергать*: «с полной логической определенностью отречься от того, что обнаружило свою ложность»<sup>9</sup>, а это означает, что допускается существование фундаментального эмпирического базиса — множества фактуальных высказываний, каждое из которых может служить опровержением какой-либо теории. Фальсификационисты предлагают новый — надо сказать, довольно умеренный — кодекс научной чести: они склонны считать «научными» не только те высказывания, которые доказательно обоснованы фактами, но и те, которые всего лишь опровержимы, то есть противоречат некоторым фактуальным высказываниям, другими словами, «научные» высказывания должны иметь непустое множество потенциальных фальсификаторов<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> [118, с. 144].

<sup>10</sup> Отсюда ясно, почему демаркация между доказуемыми фактуальными и недоказуемыми теоретическими высказываниями имеет такое важное значение для догматического фальсификациониста.



Таким образом, *научная честность требует постоянно стремиться к такому эксперименту, чтобы в случае противоречия между его результатом и проверяемой теорией, последняя была отброшена*<sup>11</sup>. Фальсификационист требует, чтобы опровергнутое 5 высказывание безоговорочно отвергалось без всяких уверток. С нефальсифицируемыми высказываниями, если это не тавтологии, догматический фальсификационист расправляется без проволочек: зачисляет их 10 в «метафизические» и лишает их права гражданства в науке.

Догматические фальсификационисты четко различают теоретика и экспериментатора: теоретик предполагает, экспериментатор — во имя Природы — располагает. Как сказал Вейль: «Раз и навсегда 15 я хочу выразить безграничное восхищение работой экспериментатора, который старается вырвать интерпретируемые факты у неподатливой природы и который хорошо знает, как предъявить нашим теориям решительное “нет” или тихое “да”»<sup>12</sup>. Очень ясно 20 выразился Брейсуэйт о догматическом фальсификационизме. Он так формулирует вопрос, касающийся объективности научного знания: «В какой степени признанная научными экспертами дедуктивная система может считаться свободным творением человеческого 25 ума, и до какой — объективным отображением фактов природы?». И отвечает:

«Способ выдвижения научной гипотезы и то, как ею пользуются для выражения общих суждений — это человеческое изобретение; у Природы мы получаем 30 только наблюдаемые факты, которыми опровергаются или не опровергаются научные гипотезы...

<sup>11</sup> «Должны быть заранее установлены критерии опровержения: следует договориться относительно того, какие наблюдаемые ситуации, если они будут действительно наблюдаться, означают, что теория опровергнута» [163, р. 38; русск. перев., с. 247].

<sup>12</sup> Цит. по [161]. К. Поппер замечает: «Я полностью согласен» [русск. перев., с. 229].



Наука полагается на Природу в том, являются ли какие-то высказывания, относящиеся к низшему уровню научных умозаключений, ложными. Такая проверка совершается при помощи дедуктивной системы научных гипотез, в построении которой мы обладаем достаточно большой свободой. Человек предлагает систему гипотез; Природа располагает их истинностью или ложностью. Сначала человек придумывает научную систему, а затем проверяет, согласуется ли она с наблюдаемым фактом»<sup>13</sup>.

*По логике догматического фальсификационизма, рост науки — это раз за разом повторяющееся опрокидывание теорий, наталкивающихся на твердо установленные факты.* Например, согласно этой концепции, вихревая теория тяготения Декарта была опровергнута — и отброшена — тем фактом, что планеты движутся по эллиптическим орбитам, а не по картезианским кругам; теория Ньютона успешно объяснила известные в ее время факты, как те, что объяснялись теорией Декарта, так и те, что служили опровержением последней. Точно так же, если следовать рассуждениям фальсификационистов, теория Ньютона, в свою очередь, была опровергнута — доказана ее ложность — фактом аномальности перигелия Меркурия, а теория Эйнштейна справилась с объяснением и этого факта. Все это означает следующее: наука занимается тем, что выдвигает смелые предположения, которые никогда не бывают ни доказательно обоснованы, ни даже признаны вероятными, зато некоторые из них впоследствии устраняются твердо установленными, решительными опровержениями, а на их место приходят еще более смелые, новые и по-

<sup>13</sup> [27, с. 367–368]. О «невозможности корректирования» наблюдаемых фактов см. [26]. Если в приведенном выше отрывке Брейсуэйт дает убедительный ответ на вопрос о научной объективности, то в другом месте он замечает, что «за исключением далеко идущих обобщений наблюдаемых фактов полное опровержение не более возможно, чем полное доказательное обоснование» [27, с. 19].

камест неопровергнутые — по крайней мере, на первых порах — гипотезы.

Однако догматический фальсификационизм уязвим. Он зиждется на двух ложных посылках и на слишком узком критерии демаркации между научным 5 и ненаучным знанием.

*Первая посылка* — это утверждение о существовании естественной, *вытекающей из свойств человеческой психики*, разграничительной линии между теоретическими или умозрительными высказываниями, с одной стороны, и фактуальными (базисными) предложениями наблюдения, с другой. (Вслед за Поппером, я назову это *натуралистической* концепцией наблюдения). 10

*Вторая посылка* — утверждение о том, что высказывание, которое в соответствии с психологическим критерием фактуальности может быть отнесено к эмпирическому базису (к предложениям наблюдения), считается истинным; о нем говорят, что оно *доказательно обосновано* фактами. (Я назову это 20 учением о доказательном обосновании путем наблюдения [эксперимента])<sup>14</sup>.

Эти две посылки предохраняют от смертельной для догматического фальсификационизма возможности опровержения эмпирического базиса, ложность которого могла бы переноситься дедуктивными 25 процедурами на проверяемую теорию.

<sup>14</sup> Об этих посылках и их критику см. [161, гл 4 и 10; русск. пер., с. 54–60, 75–78]. Вот почему я, вслед за Поппером называю этот вариант фальсификационизма «натуралистическим». «Базисные высказывания» в смысле Поппера не следует смешивать с базисными высказываниями, о которых идет речь в указанных главах. Важно отметить, что эти две посылки принимают и многие джастификационисты, вовсе не являющиеся фальсификационистами к экспериментальным доказательствам они могут добавить «интуитивные» (вслед за Кантом) или «индуктивные» (вслед за Миллем). Наш фальсификационист допускает только экспериментальные доказательства.



К этим посылкам добавляется *критерий демаркации*: «научными» считаются только те теории, которые исключают некоторые доступные наблюдению состояния дел в исследуемой предметной области и потому могут быть опровергнуты фактами. *Иначе говоря, теория «научна», если у нее есть эмпирический базис*<sup>15</sup>.

Однако обе посылки ложны. Психология опровергает первую, логика — вторую, и, наконец, методологические рассуждения говорят против критерия демаркации. Рассмотрим все это поочередно.

1) Даже беглый обзор нескольких характерных примеров показывает несостоятельность *первой посылки*. Галилей утверждал, что он мог «наблюдать» горы на Луне и пятна на Солнце, и что эти «наблюдения» опровергли прославленную в веках теорию, согласно которой небесные тела должны быть непорочно чистыми сферами. Но его «наблюдения» не соответствуют критериям, по которым «наблюдаемым» считается только то, что видят невооруженным глазом. Возможности галилеевских наблюдений зависели от возможностей его телескопа, а следовательно, и от оптической теории, на основании которой этот телескоп был изготовлен, что вызывало сомнения у многих современников Галилея.

Аристотелевской *теории* противостояли не галилеевские *наблюдения*, чистые, без теоретической примеси, а «наблюдения», проведенные Галилеем на основе принятой им оптической теории. Именно эти «наблюдения» и противоречили «наблюдениям» Аристотеля, основанным на теории небесных тел Стагирита<sup>16</sup>.

Здесь перед нами *prima facie* [на первый взгляд (*лат.*) — *Перев.*] примерно равные в своей непосле-

<sup>15</sup> Эмпирический базис теории — это множество ее потенциальных фальсификаторов, то есть множество тех предложений наблюдения, которые могут опровергнуть эту теорию.

<sup>16</sup> Между прочим, Галилей также показал, что, если бы луна была идеально чистой сферой, то она была бы невидимой: это следовало из его оптики. См. [64].

довательности теории. Кое-кто из эмпирицистов мог бы согласиться с этим и признать, что «наблюдения» Галилея не были настоящими наблюдениями; но все же они верят в то, что можно провести «естественную демаркацию» между предложениями, продиктованными пассивному и не имеющему собственного содержания уму чувствами — только так, якобы, об- 5  
 разуетя настоящее «непосредственное знание», и теми предложениями, которые сформированы теоретически-нагруженными, «нечистыми» ощущениями. 10  
 Дело в том, что *все* разновидности джастификационистских теорий познания, считающие источником (единственным или данным) знания чувства, оказываются в тесной зависимости от *психологии наблюдения*. Именно психология определяет, что такое «правильное», «нормальное», «здоровое», «неискаженное», «точное» или «научно значимое» состояние чувств — или даже состояние души как таковой, — при котором возможно истинное наблюдение. Например, Аристотель и стоики под правильным сознанием понимали 20  
 сознание человека, здорового с медицинской точки зрения. Современные мыслители признают, что правильное сознание есть нечто большее, чем просто «здоровый дух». У Декарта — это сознание, закаленное в горниле скептического сомнения, выжигающего все, кроме *cogito*, чтобы затем возродить из него 25  
 его, способное с помощью Бога познавать истину. Для всех школ современного джастификационизма характерна особая *психотерапия*, посредством которой они намерены приуготовлять сознание к восприя- 30  
 тию блаженства доказанной истины через мистическое соприкосновение. Так, для классических эмпирицистов правильное сознание есть *tabula rasa*, лишенная всякого первичного содержания, свободная от любых теоретических предрассудков. Но ошеломляющий для классического эмпиризма вывод, следующий 35  
 из работ Канта и Поппера, а также психологов, испытавших влияние этих мыслителей, заключается в том, что подобная эмпирицистская психотерапия не может быть успешной; Причина в том, что нет и не 40



может быть ощущений, не нагруженных ожиданиями, и следовательно, *нет никакой естественной (то есть психологической) демаркации между предложениями наблюдения и теоретическими предложениями*<sup>17</sup>.

- 5 2) Но даже если бы такая естественная демаркация существовала, *вторая посылка* догматического фальсификационизма была бы ниспровергнута логикой. Дело в том, что значения истинности предложений «наблюдения» не могут быть однозначно определены: *никакое фактуальное предложение не может быть*  
 10 *доказательно обосновано экспериментом*. Можно только выводить одни предложения из других, но нельзя их вывести из фактов; попытаться доказывать предложения, ссылаясь на показания чувств, все равно, что доказывать свою правоту, «стуча кулаком по  
 15 столу»<sup>18</sup>. Это элементарная логическая истина, но даже сегодня она усвоена совсем немногими<sup>19</sup>.

- 20 Если фактуальные предложения недоказуемы, то они могут быть ошибочными. Но если они могут быть ошибочными, то конфликт между теориями и фактуальными предложениями не обязательно означает

<sup>17</sup> На самом деле большинство психологов, отвергнувших джастификационистский сенсуализм, сделали это под влиянием философов прагматистов вроде У. Джемса, который отрицал объективность знания. И все же влияние Канта — через О. Кюльпе и Ф. Brentano — и Поппера — через Э. Брунсвика и Д. Кэмпбелла — определило водораздел в современной психологии; и если даже в психологии был повержен психологизм, то это благодаря возросшему пониманию идеи объективности, центральной в философии Канта и Поппера.

<sup>18</sup> См. [161, гл. 29, русск. перев., с. 140].

<sup>19</sup> По видимому, первым философом, подчеркнувшим это, был Фриз в 1837 г. (см. [161, гл. 29, прим. 3, русск. перев., с. 140]). Конечно, это частный случай более общего тезиса о том, что логические характеристики, такие как вероятность или непротиворечивость, относятся к высказываниям. Так, например, высказывание «природа непротиворечива» ложно (или, если угодно, бессмысленно), ибо природа не есть высказывание (или конъюнкция высказываний).

«фальсификацию», это может быть просто несогласованность. Быть может, воображение играет более важную роль при формулировании теорий, чем «фактуальных предложений»<sup>20</sup>, но ошибочными могут быть и те, и другие. Следовательно, *мы не можем не только 5 доказательно обосновывать теории, но и опровергнуть их*<sup>21</sup>. Никакой демаркации между рыхлыми, недоказуемыми «теориями» и жесткими, доказательно обоснованными предложениями «эмпирического базиса» не существует: *все научные предложения яв- 10 ляются теоретическими и, увы, погрешимыми*<sup>22</sup>.

3) Наконец, если бы даже существовала естественная демаркация между предложениями наблюдения и теориями, а истинностное значение первых могло бы быть однозначно установлено, догматический фальсификационизм все же был бы бессилён устранить наиболее значимые теории, обычно называемые научными. Ведь если даже эксперименты *могли бы 15 доказательно обосновывать свои результаты,*

<sup>20</sup> Между прочим, даже это сомнительно.

<sup>21</sup> Как говорит Поппер, «фактически окончательного опровержения теории вообще нельзя провести», а те, кто ожидают какого-то непогрешимого опровержения, чтобы только затем элиминировать теорию, должны ждать вечно и никогда не смогут «извлечь из опыта какую-либо пользу» [161, гл. 9, русск. перев., с. 74].

<sup>22</sup> Кант и его английский последователь Уэвелл понимали, что все научные высказывания, как априорные, так и апостериорные, в равной степени теоретичны, но они оба полагали, что такие высказывания равно доказуемы. Кантианцы ясно понимали, что научные высказывания являются теоретическими в том смысле, что они не пишутся ощущениями на *tabula rasa* пустого сознания, и не выводятся дедуктивно или индуктивно из таких же высказываний. Фактуальное высказывание — только частный случай теоретического высказывания. В этом Поппер солидарен с Кантом против эмпирицистского варианта догматизма. Но Поппер сделал следующий шаг — по его мнению, высказывания науки не только теоретичны, они все также погрешимы и предположительны.



их опровергающая способность была бы до смешного ничтожной: *наиболее признанные научные теории характеризуются как раз тем, что не запрещают никаких наблюдаемых состояний.*

5 Чтобы убедиться в этом, рассмотрим одну поучительную историю, прежде чем перейти к общим выводам.

10 Это история о том, как неправильно вели себя планеты. Некий физик до-эйнштейновской эпохи, пользуясь ньютоновской механикой и законом всемирного тяготения ( $N$ ) при некоторых данных условиях ( $I$ ), вычисляет траекторию только что открытой малой планеты  $P$ . Но планета не желает двигаться по вычисленному пути, ее траектория отклоняется. Что делает  
15 наш физик? Может быть, он заключает, что, поскольку такое отклонение не предусмотрено теорией Ньютона, а с упрямым фактом ничего поделаться нельзя, то, стало быть, теория  $N$  опровергнута? Ничуть не бывало.

20 Вместо этого наш физик выдвигает предположение, что должна существовать пока еще неизвестная планета  $P'$ , тяготение которой возмущает траекторию  $P$ . Он садится за расчеты, вычисляет массу, орбиту и прочие характеристики гипотетической планеты, а затем просит астронома-наблюдателя проверить его  
25 гипотезу.

Но планета  $P'$  слишком мала, ее не удастся разглядеть даже в самые мощные из существующих телескопов. Тогда астроном-наблюдатель требует построить более мощный телескоп, без которого успешное на-  
30 блюдение невозможно<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Если гипотетическая планета столь мала, что недоступна даже самым большим из возможных оптических телескопов, он мог бы испробовать какой-нибудь совершенно новый прибор (вроде радиотелескопа), который мог бы позволить «наблюдать» ее, то есть Природу о ней, даже пусть только косвенно. (Новая «наблюдательная» теория может сама и не быть четко сформулированной или удостоенной строгой проверки, но это озаботило бы его не более, чем Галилея заботили подобные ситуации).



Через три года новый телескоп готов. Если бы ранее не известная планета Р' была бы открыта, ученые на весь мир раструбили бы о новом триумфе ньютоновской теории. Но ничего подобного не произошло.

Что же наш физик? Отверг ли он ньютоновскую теорию вместе со своей гипотезой о причине отклонения планеты от вычисленной траектории? Отнюдь! Вместо этого он уверяет, что планета Р' скрыта от нас облаком космической пыли. Он вычисляет координаты и параметры этого облака и просит денег на постройку искусственного спутника Земли, наблюдениями с которого можно было бы проверить его вычисления. Предположим, что установленные на спутнике приборы (возможно, самые новейшие, основанные на еще мало проверенной теории) зарегистрировали бы существование гипотетического облака. Разумеется, это было бы величайшим достижением ньютоновской науки. Но облако не найдено.

Отбросил ли теперь наш ученый теорию Ньютона вместе со своими гипотезами о планете-возмутительнице и облаке, превращающем ее в планету-невидимку? Ничего подобного.

Теперь он уверяет, что существует некое магнитное поле в этом районе вселенной, из-за которого приборы спутника не могут обнаружить пылевое облако. И вот построен новый спутник с другими приборами. Если бы теперь магнитное поле было обнаружено, ньютоновцы праздновали бы головокружительную победу. И снова — увы!

Может быть, теперь уже можно считать ньютоновскую теорию опровергнутой? Как бы не так. Тотчас выдвигается новая еще более остроумная гипотеза, объясняющая очередную неудачу, либо...

Либо вся эта история погребается в пыльных томах периодики и уже больше никем не вспоминается<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> По крайней мере до тех пор, пока некая новая исследовательская программа вытеснит ньютоновскую программу и сможет объяснить это столь упрямое явление. В таком случае это явление будет извлечено из забвения и провозглашено «ре-



Эта история ясно показывает, что даже самые респектабельные научные теории вроде ньютоновской динамики и теории гравитации могут терпеть неудачу, запрещая какие-либо наблюдаемые положения вещей<sup>25</sup>.

- 5 В самом деле, *научные теории исключают какие-либо события в определенных (ограниченных в пространстве и времени) уголках Вселенной ( «сингулярные» события) только при условии, что эти события не зависят от каких-либо неучтенных*
- 10 *(быть может, скрытых в отдаленных и неизвестных пространственно-временных закоулках Вселенной) факторов.* Но это значит, что такие теории никогда не могут противоречить отдельному «базисному»

шающим экспериментом». [«Решающим экспериментом» принято называть такой эксперимент, результаты которого позволяют разрешить конфликт между одной из двух конкурирующих гипотез, выдвигаемых для решения определенной научной проблемы. Например, «решающим» называют эксперимент Фуко, измеряющий скорость света в атмосфере и в водной среде. Обнаружение того, что скорость света в атмосфере больше, чем в воде, разрешает спор между корпускулярной и волновой теорией света в пользу последней. Однако такое «решение» не может считаться окончательным, поскольку «найти подтверждение теории» совсем не то же самое, что «доказательно обосновать теорию». Силу логического доказательства результат «решающего эксперимента» имел бы только в том случае, если бы было принято следующее утверждение: «Только одна из двух соперничающих теорий является истинной». Но как раз истинность теории — это то, что всегда ставится под сомнение в науке. Поэтому «решающий эксперимент», сам по себе ничего не решает, а только «склоняет» экспериментатора к выбору той или иной стратегии дальнейшего исследования. — *Прим. перев.*].

<sup>25</sup> Поппер спрашивает «Какого же рода клинические реакции могли бы в глазах психоаналитика опровергнуть не только отдельный его диагноз, но и психоанализ в целом?» [162, с. 38, русск. перев., с. 247]. А какое наблюдение могло бы опровергнуть в глазах ньютонианца не только какое-нибудь частное объяснение, но саму теорию Ньютона?

предложению; они могли бы противоречить только полной конъюнкции всех базисных предложений, описывающих данное сингулярное событие в пространственно временных параметрах, и некоторого универсального предложения о несуществовании, то есть такого предложения, в котором утверждалось бы, что никакая неизвестная причина, где бы она ни располагалась во Вселенной, не имеет никакого отношения к данному событию. Но догматический фальсификационист вряд ли станет утверждать, что подобные универсальные предложения о несуществовании могли бы относиться к эмпирическому базису, то есть могли бы проверяться наблюдением и приобретать таким образом доказательную обоснованность.

Можно по-другому сказать, что в структуру научных теорий входит, как правило, ограничение *ceteris paribus* [при прочих равных условиях (*лат.*) — *Перфев.*]<sup>26</sup>; в таких случаях теория может быть опровергнута только вместе с этим ограничением. Но если взять теорию без этого ограничения, она уже не может быть опровергнута, так как, заменяя *ceteris paribus*, можно получить уже иную теорию и, следовательно, никакие проверки не могут считаться решающими.

А это значит, что «безжалостная» стратегия опровержения, которой следует догматический фальсификационизм, в этих случаях проваливается, даже если бы мы допустили существование абсолютно непоколебимого эмпирического базиса, как пусковой площадки для разрушительных залпов *modus tollens*, ведь цель, по которой велся бы огонь, оказывается совершенно неуязвимой<sup>27</sup>. И когда такими целями оказыва-

<sup>26</sup> Это ограничение *ceteris paribus*, как правило, не должно рассматриваться как отдельная посылка.

<sup>27</sup> Кстати, мы могли бы убедить догматического фальсификациониста в том, что его критерий демаркации был очень наивным заблуждением. Отказавшись от него, но сохранив свои основные посылки, он должен был бы изгнать теории из науки и рассматривать рост научного знания как накопление доказательно обоснованных базисных предложений. Это дей-



ются наиболее значительные, «зрелые» теории, знаменующие собой целые этапы в истории науки, они prima facie приобретают репутацию «неопровержимых». Но более того, по критериям догматического фальсификационизма под эту категорию подпадают и все вероятностные (probabilistic) теории, ибо никакая конечная подборка фактов не может опровергнуть универсальную вероятностную теорию,<sup>28</sup> такие теории, как и теории с ограничением ceteris paribus, не имеют эмпирического базиса. Но тогда догматический фальсификационист, в соответствии со своими правилами, должен отнести даже самые значительные научные теории к метафизике, где нет места рациональной дискуссии — если исходить из критериев рациональности, сводящихся к доказательствам и опровержениям, — поскольку метафизические теории не являются ни доказуемыми, ни опровержимыми. Таким образом, критерий демаркации догматического фальсификациониста оказывается в высшей степени антитеоретическим.

20 (Кроме того, можно было бы легко показать, что ограничение ceteris paribus является не исключением, а правилом в науке. В конце концов, наука — не сувенирная лавка, где выставляются напоказ всяческие местные или привозные диковинки. Возьмем  
25 высказывание «Все жители Брайтона умерли от саркомы легких в период между 1950 и 1960 гг.». Оно не содержит в себе ничего логически невозможного и даже может быть истинным. Но поскольку в нем утверждается нечто имеющее лишь микроскопическую  
30 вероятность, то оно могло бы заинтересовать какого-нибудь чудака, коллекционирующего курьезы, или иметь ценность черного юмора, но никак не научную ценность. Можно сказать, что высказывание является научным, если только оно выражает какую-либо  
35 причинную зависимость; но вряд ли можно предпо-

ствительно было бы последней фазой классического эмпиризма после того, как испарилась надежда доказывать или, по крайней мере, опровергать теории фактами.

<sup>28</sup> См. [161, разд. 8].

ложить, что причиной смерти от саркомы легких является жительство в Брайтоне.

Точно так же следовало бы считать чистейшим курьезом высказывание «Все лебеди белые», даже если бы оно было истинным, при таком его понимании, когда «лебединость» полагалась бы *причиной* «белизны». Тогда наблюдение черного лебедя не могло бы опровергнуть это высказывание, поскольку оно указывало бы только на то, что помимо «лебединости» существуют и другие причины, из-за которых данный лебедь почернел. Поэтому высказывание «Все лебеди белые» — либо курьез и легко опровержимо, либо научное высказывание с ограничением *ceteris paribus*, а потому — неопровержимое. Так мы приходим к выводу, что *чем упорнее теория сопротивляется эмпирическим фактам, тем больше оснований считать ее «научной»*. «Неопровержимость» превращается в отличительную черту науки)<sup>29</sup>.

Итак: классические джастификационисты допускают только доказательно обоснованные теории; нео-классические джастификационисты допускают вероятностно-обоснованные (*probable*) теории; догматические фальсификационисты приходят к тому, что никакие теории ни в коем случае не могут считаться допустимыми. А ведь они начинали с того, что теории допустимы, если опровержимы, то есть противоречат конечному числу наблюдений. Но если бы даже такие теории существовали, с логической точки зрения, они были бы слишком близкие к эмпирическому базису.

Например, с позиции догматического фальсификациониста, теория «Все планеты движутся по эллиптическим орбитам» может быть опровергнута пятью наблюдениями, следовательно, она является научной. Теория «Все планеты движутся по круговым орбитам» может быть опровергнута четырьмя наблюдениями, поэтому догматический фальсификационист будет считать ее еще более научной. И уж самой на-

<sup>29</sup> Ниже, в III разделе будут приведены еще более убедительные примеры.



учной будет теория «Все лебеди белые», опровержимая одним единственным наблюдением. Но при этом ему придется отрицать научность всех вероятностно обоснованных теорий, включая теории Ньютона, Максвелла, Эйнштейна — поскольку никакое конечное число наблюдений не может их опровергнуть.

Если принять критерий демаркации догматического фальсификационизма, а также ту идею, что «фактуальные высказывания» доказательно обосновываются фактами, то придется признать, что самые значительные, если не все, теории, когда-либо принятые в науке, являются метафизическими, что большая часть, если не все, из того, что считалось научным прогрессом, на самом деле было псевдопрогрессом, что почти все, если не все, сделанное в науке является иррациональным. Если же мы, приняв этот критерий, вместе с нашим догматическим фальсификационизмом все же признаем, что научные высказывания не могут доказательно обосновываться фактами, то нам угрожает полный скептицизм вся наука превращается в несомненно иррациональную метафизику и должна быть отброшена. Тогда научные теории не только равно недоказуемы и невероятны, но также и равно неопровержимы. Если признать еще и то, что не только теоретические, но *любые* высказывания в науке погрешимы, то это значит, что приходит конец *всем* разновидностям догматического джастификационизма как теории научной рациональности.

б) *Методологический фальсификационизм.*  
*«Эмпирический базис»*

Крушение догматического фальсификационизма под напором фаллибилистских аргументов заставляет вернуться к его предпосылкам. Если *все* научные предложения суть не что иное как опровержимые теории, их можно подвергать критике только за их логическую непоследовательность. Тогда в каком смысле

(если вообще можно найти такой смысл) наука является эмпирической? Если научные теории не могут считаться ни доказуемыми, ни вероятностно обоснованными, ни опровержимыми, то выходит, что скептики, в конечном счете, правы — наука есть не что 5 иное, как напыщенная спекуляция и нет никакого прогресса научного знания. Можем ли мы еще как-нибудь противостоять скептицизму? *Можем ли мы спасти научный критицизм от фаллибилизма\**? Возможна ли

\* Термин «фаллибилизм» (калька английского fallibilism) был, по-видимому, введен в философию науки Ч. Пирсом, который так называл тезис о принципиальной «погрешимости», т. е. подверженности ошибкам и заблуждениям человеческого знания. Не является исключением и научное знание, однако, в отличие от иных, форм познания, наука, утверждал Ч. Пирс, обладает способностью «самокоррекции»; это значит, что свои заблуждения наука преодолевает, опираясь на выработанные ею же методы и критерии. Поэтому методология науки выступает теоретической основой теории познания. Приближение к истине в науке возможно только через непрерывное исправление ошибок, улучшение результатов, выдвижение все более совершенных гипотез. Фаллибилизм является, согласно Пирсу, оправданием индукции как метода научного исследования. К. Поппер, развивая свою концепцию методологического фальсификационизма, столкнулся с проблемой: допустимо ли распространение фаллибилизма не только на корпус научного знания и методов науки, но и на методологию науки? Если фальсификационизм есть научная доктрина, он погрешим и может быть «исправлен». Если принципы фальсификации непогрешимы, то они суть метафизические догмы, которым нечего делать в структуре «научной философии». Попытки У. Бартли и других «пан-критицистов» распространить действие фальсификации на сферу принципов рациональной критики не привели к убедительным результатам, ибо остались неясными критерии, согласно которым можно было бы считать «опровергнутыми» такие принципы. В то же время И. Лакатос, исправляющий недостатки «догматического» и «методологического» фальсификационизма, действует в духе первоначального фаллибилизма Ч. Пирса. — *Прим. перев.*



фаллибилистская теория научного прогресса? Ведь если даже научная критика погрешима, то на каком основании можно было бы признать падение научной теории?

5 Наиболее интригующий ответ дает *методологический фальсификационизм*. Поскольку это разновидность *конвенционализма*, нам придется вначале рассмотреть, что такое конвенционализм.

Имеется важное различие между «пассивной» и  
10 «активной» теориями познания. «Пассивисты» полагают, что истинное знание — это тот след, который оставляет Природа на совершенно инертном сознании; *активность* духа обнаруживается только в искажениях и отклонениях от истины. Самой влиятельной школой пассивистов является классический  
15 эмпирицизм. Приверженцы «активной» теории познания считают, что Книга Природы не может быть прочитана без духовной активности, наши ожидания или теории — это то, с помощью чего мы истолковываем ее письмо<sup>30</sup>. Консервативные «активисты» полагают, что базисные ожидания врождены, благодаря им окружающий нас мир становится «нашим миром», в котором мы отбываем пожизненное заключение. Идея о том, что мы живем и умираем, не  
25 покидая тюрьмы своих «концептуальных каркасов», восходит к Канту; кантианцы-пессимисты полагают, что из-за этого затворничества реальный мир навсегда остается непознаваемым для нас, а кантианцы-оптимисты уверены в том, что Бог вложил в нас  
30 такой «концептуальный каркас», который в точности соответствует этому миру<sup>31</sup>. *Революционные*

<sup>30</sup> Это разделение и соответствующая терминология заимствована у Поппера; см. [161, гл. 19; русск. пер., с. 105–107]; [157, гл. 23, прим. 3 к гл. 25; русск. пер., т. 2, с. 247, 433].

<sup>31</sup> Какой ни возьми вариант консервативного активизма, он не может объяснить, почему теория тяготения Ньютона должна быть неуязвимой для критики, кантианцы ограничивались объяснением прочности геометрии Евклида и механики Ньютона. Что же касается ньютоновской гравитационной теории



*активисты*» верят, что концептуальные каркасы могут развиваться и даже заменяться новыми, *лучшими*; мы сами строим наши «тюрьмы», но сами же и перестраиваем их<sup>32</sup>.

Путь от консервативного к революционному активизму, на который ступил Уэвелл, был затем продолжен Пуанкаре, Мильо и Леруа. Уэвелл считал, что развитие теорий идет путем проб и ошибок, когда разыгрываются «прелюдии к индуктивным эпохам». Затем, когда наступают «индуктивные эпохи», лучшие из теорий получают доказательное обоснование — главным образом за счет априорных соображений, называемых им «прогрессивной интуицией». Затем наступают «последствия индуктивных эпох»; наращивание разработок вспомогательных теорий<sup>33</sup>. Пуанкаре, Мильо и Леруа питали недоверие к идее *доказательства* через «прогрессивную интуицию» и предпочитали объяснять непрерывные успехи ньютоновской механики *методологическим решением* ученых. Это значит, что, находясь под впечатлением длительного периода эмпирических успехов этой теории, ученые могут *решить*, что опровергать эту теорию вообще непозволительно. В соответствии с этим решением, ученые стараются ликвидировать явные аномалии (либо не пытаются сделать это) с помощью вспомо-

и его оптики (или других областей науки), то они занимали неясную и временами индуктивистскую позицию.

<sup>32</sup> Я не отношу Гегеля к «революционным активистам» Он и его последователи рассматривали изменение концептуальных каркасов как предопределенный, неизбежный процесс, в котором индивидуальное творчество или рациональная критика не играют существенной роли. По этой «диалектике» получается, что те, кто устремляются вперед, поступают так же неверно, как и те, кто плетется позади. Умно поступает не тот, кто строит лучшую «тюрьму» или разрушает своей критикой старую, а тот, кто всегда идет в ногу с историей. Эта диалектика рассматривает изменение вне связи с критикой.

<sup>33</sup> См. [204], [203], [205].



гательных гипотез или иных «конвенционалистских уловок»<sup>34</sup>.

Такой консервативный конвенционализм имеет, однако, тот недостаток, что не позволяет освободиться из построенных нами же тюрем, когда первоначальный период проб и ошибок уже пройден и великие решения приняты. Проблема элиминации теорий, торжествовавших в течение длительного времени, таким образом не решается. Согласно консервативному конвенционализму, у экспериментов достает сил, чтобы ниспровергнуть молодые теории, но со старыми, прочно обосновавшимися, это уже не проходит: а это значит, что *по мере того, как растет наука, сила эмпирических доводов уменьшается*<sup>35</sup>.

Критики Пуанкаре отвергли его идею, сводящуюся к тому, что, хотя ученые сами строят свои концептуальные каркасы, приходит время, когда эти каркасы превращаются в тюрьмы, которые уже нельзя разрушить. Из этой критики выросли две соперничающие школы *революционного конвенционализма*: симпли-

<sup>34</sup> См., в частности [149], [150, русск. перев., с. 5–152], [127], [106], [107]. Быть может, одной из главных философских заслуг конвенционалистов было то, что они высветили этот факт — любая теория может быть спасена от опровержений «конвенционалистскими уловками» (Последний термин введен Поппером. См. критическое обсуждение конвенционализма Пуанкаре в [161], особенно гл. 19 и 20 [русск. перев., с. 105–112]).

<sup>35</sup> Пуанкаре вначале разработал свой конвенционализм по отношению к геометрии [149]. Затем Мильо [127] и Леруа обобщили идею Пуанкаре, распространив ее на все разветвления современной физики Пуанкаре [150] с самого начала подвергает строгой критике бергсонянца Леруа, взглядам которого он противопоставляет аргументы, защищающие эмпирический (фальсифицируемый или «индуктивный») характер всей физики, исключая геометрию и теоретическую механику Дюгем, в свою очередь, критиковал Пуанкаре по его мнению, и ньютоновская механика могла быть опровергнута.

цизм Дюгема и методологический фальсификационизм Поппера<sup>36</sup>.

Как конвенционалист, Дюгем считает, что никакая физическая теория не может рухнуть от одной только тяжести «опровержений», но все же она обрушивается от «непрерывных ремонтных работ и множества подпорок», когда «подточенные червями колонны» больше не могут удерживать «покосившиеся своды»;<sup>37</sup> тогда теория утрачивает свою первоначальную простоту и должна быть заменена. Но если так, то фальсификация теории зависит от чьего-либо вкуса или, в лучшем случае, от научной моды; слишком многое решается тем, насколько сильна приверженность ее не критически мыслящих сторонников.

Поппер вознамерился найти более объективный и более точный критерий. Для него был неприемлем выхолощенный эмпирицизм, от которого не был свободен подход Дюгема, и он предложил методологию, позволяющую считать эксперимент решающим фактором даже в «зрелой» науке. Эта методология соединяет в себе и конвенционализм, и фальсификационизм, но, пишет он, «от (консервативных) конвенционали-

<sup>36</sup> *Loci classici* [здесь: самые характерные примеры (лат.) — *Прим. перев.*] этих концепций — [140] и [154]. Дюгем не был последовательным революционным конвенционалистом. Во многом следуя Уэвеллу, он полагал, будто концептуальные изменения суть лишь приготовления к заключительной, хотя, быть может, неблизкой, «естественной классификации». «Чем совершенней теория, — писал он, — тем в большей степени мы осознаем, что логический порядок, в который она выстраивает экспериментально установленные законы, есть отражение некоторого порядка бытия». В частности, он отказывался признать, что механика Ньютона действительно «рухнула» и называл теорию тяготения Эйнштейна проявлением «безумной и лихорадочной погони за новыми идеями, которая ввергла физику в настоящий хаос, где уже логика сама блуждает в потемках, а здравый смысл в ужасе бежит прочь». (Из предисловия ко 2-му изданию (1914) его книги [40]).

<sup>37</sup> [40, гл. VI, § 10].



стов меня отличает убеждение в том, что по соглашению мы выбираем *не универсальные, а сингулярные высказывания* (пространственно-временные)<sup>38</sup>, а от догматических фальсификационистов — убеждение в том, что истинностные значения таких высказываний не могут быть доказательно обоснованы фактами, но, в некоторых случаях, устанавливаются по соглашению<sup>39</sup>.

*Консервативный конвенционалист* (или, если угодно, методологический джастификационист) провозглашает неопровержимость некоторых (пространственно-временных) универсальных теорий, исключительных по своей объяснительной силе, простоте или красоте. Наш *революционный конвенционалист* (или «методологический фальсификационист») провозглашает неопровержимость некоторых (пространственно-временных) сингулярных предложений, замечательных тем, что, если существует «соответствующая методика», то всякий, кто обучится ей, приобретает способность *решать* вопрос о «приемлемости» данного предложения<sup>40</sup>. Последнее может быть названо «предложением наблюдения» или «базисным предложением», но лишь в кавычках<sup>41</sup>. Действительно, отбор всех таких предложений зависит от решений, в основе которых лежит не одна только психология. Каждое такое решение сопровождается еще и другим решением, связанным с выделением множества *принятых* базисных предложений.

Эти *два типа решений* соответствуют *двум посылкам* догматического фальсификационизма. Но между ними есть важное различие. Прежде всего, ме-

<sup>38</sup> [161, гл. 30; русск. перев., с. 145].

<sup>39</sup> В этом разделе я обсуждаю «наивный» вариант попперовского методологического фальсификационизма. Поэтому всюду, где в этой главе стоит термин «методологический фальсификационизм», его можно читать как «наивный методологический фальсификационизм».

<sup>40</sup> [161, гл. 27; русск. перев., с. 132].

<sup>41</sup> Там же, гл. 28 [русск. перев., с. 136–138].

тодологический фальсификационист не является джастификационистом, у него нет иллюзий относительно «экспериментальных доказательств» и он вполне осознает и возможную ошибочность своих решений, и степень риска, на который идет. 5

Методологический фальсификационист отдает себе отчет в том, что в «экспериментальную технику», которой пользуется ученый, вовлечены подверженные ошибкам теории<sup>42</sup>, «в свете которых» интерпретируются факты. И все же, «применяя» эти теории, он рассматривает их в данном контексте не как теории, подлежащие проверке, а как *непроблематичное исходное знание* (background Knowledge), «которое мы принимаем (условно, на риск) как бесспорное на время проверки данной теории»<sup>43</sup>. Он может назвать эти теории, как и предложения, истинностные значения которых определяются им в свете тех же теорий, «наблюдательными», но это только манера речи, унаследованная от натуралистического фальсификационизма<sup>44</sup>. Методологический фальсификационист *использует наиболее успешные теории как продолжения наших чувств*, и перечень теорий, которые он готов допустить к проверке других теорий, шире, чем список тех, наблюдательных в строгом смысле, теорий, какие включил бы в него догматический фальсификационист. 25

Например, представим, что открыта радиозвезда с системой спутников, вращающихся вокруг нее. Проверка теории тяготения на этой планетарной системе, безусловно, представляла бы большой интерес. Допустим, что обсерватория Джодрел Бэнк получила ряд пространственно-временных координат планет, входящих в эту систему, которые несовместимы с данной теорией. Можно рассматривать эти данные как множество потенциальных фальсификаторов. 30

<sup>42</sup> [161, гл. 30; русск. пер., с. 143], [166, с. 291–292].

<sup>43</sup> См. [163, с. 390; русск. перев., с. 360].

<sup>44</sup> Обратим внимание, что Поппер весьма тщательно берет термин «наблюдательный» в кавычки, см. [161, гл. 28; русск. пер., с. 136–137].



Конечно, эти базисные предложения не являются наблюдениями в прямом смысле, но их можно считать «наблюдениями» в кавычках. Ведь этими предложениями описываются положения планет, не доступные ни человеческому глазу, ни оптическим инструментам. Их истинностные значения зависят от определенной «экспериментальной техники». Последняя же основывается на применении хорошо подкреплённой радиооптической теории. Назвать такие предложения «наблюдательными» — не более, чем манера речи; в данном контексте это означает только то, что при проверке теории тяготения методологический фальсифициционист относится к радиооптике как к «исходному знанию», некритически. *Для этого вида методологического фальсифициционизма характерна необходимость принятия решений, которыми проверяемая теория отграничивается от непроблематичного исходного знания*<sup>45</sup>. (Все это очень похоже на то, как Галилей «наблюдал» спутники Юпитера. Как было верно замечено уже современниками Галилея, он опирался на оптическую теорию, которая, если и существовала, то во всяком случае была и менее подкреплена, и даже менее разработана, чем нынешняя радиооптика. С другой стороны, когда зрительные ощущения человека называют «наблюдениями», это означает только то, что мы «полагаемся» на сомнительную психологическую теорию человеческого зрения<sup>46</sup>).

Это говорит о том, что конвенциональный элемент, как он понимается в данном контексте, позволяет считать теорию «наблюдательной» (в методологическом смысле)<sup>47</sup>. Аналогично, конвенциональный элемент

<sup>45</sup> Такое разграничение играет какую-то роль в первом и в четвертом типах решений методологического фальсифицициониста.

<sup>46</sup> Интересное обсуждение этой темы можно найти у Фейерабенда [57].

<sup>47</sup> Можно спросить — не лучше ли было бы отказаться от терминологии натуралистического фальсифициционизма и окрестить «наблюдательные» теории «пробными теориями»?

присутствует в решении вопроса, какое значение истинности должно быть приписано базисному предложению, принятому уже после того, как мы решили, какую теорию использовать как «наблюдательную». Единичное наблюдение может быть случайным результатом простой ошибки. Чтобы уменьшить риск, методологический фальсификационист рекомендует принять меры безопасности. Простейшая из них состоит в том, чтобы повторять эксперименты (сколько раз — это дело соглашения), другая мера — «усилить» потенциальные фальсификаторы «хорошо подкрепленными фальсифицирующими гипотезами»<sup>48</sup>.

Методологический фальсификационист также принимает во внимание, что фактически такого рода соглашения приобретают институциональный характер и одобряются научным сообществом, какие фальсификаторы «принимаются», а какие нет, зависит от вердикта ученых-экспериментаторов<sup>49</sup>.

Именно так методологический фальсификационист устанавливает свой «эмпирический базис» (Кавычки ставятся специально, чтобы подчеркнуть «ироническое звучание» этого термина<sup>50</sup>). Такой «базис» вряд ли соответствует критериям джастификационизма, в нем нет ничего доказательно обоснованного — этот термин означает «сваи, забитые в болото»<sup>51</sup>.

Конечно, если теория приходит в столкновение с таким «эмпирическим базисом», она может быть названа «фальсифицированной», но «фальсификация» здесь не означает опровержения. Методологическая «фальсификация» сильно отличается от догматической фальсификации. Если теория фальсифицирована в смысле догматического фальсификациониста, это

<sup>48</sup> См. [161, гл. 22]. Многие философы как-то просмотрели важное замечание Поппера о том, что базисное предложение не может ничего опровергнуть без помощи хорошо подкрепленной фальсифицирующей гипотезы.

<sup>49</sup> См. [161, гл. 30; русск. перев., с. 145].

<sup>50</sup> См. [161, с. 387].

<sup>51</sup> [161, гл. 30, 29; русск. перев., с. 148].



значит, что она ложна; но «фальсифицированная теория» все же может быть истинной. Если мы вслед за «фальсификацией» еще и «элиминируем» теорию, то вполне можем элиминировать истинную теорию или сохранить ложную (это как раз то, что должно вызвать праведный гнев у старомодного джастификациониста).

Но тем не менее, методологический фальсификационист советует делать именно это. Он понимает, что если мы хотим примирить фаллибилизм с рациональностью (не джастификационистской), то *обязаны* найти способ элиминировать *некоторые* теории. Если это не получится, рост науки будет ни чем иным, как ростом хаоса.

Поэтому методологический фальсификационист призывает: «Чтобы заставить метод отбора посредством элиминации работать и обеспечить выживание только самых добротных теорий, надо создать для них условия суровой борьбы за жизнь»<sup>52</sup>. Раз теория фальсифицирована, она должна элиминироваться, несмотря на связанный с этим риск: «мы работаем с теориями только до тех пор, пока они не падают под проверками»<sup>53</sup>. С методологической точки зрения, элиминация должна быть окончательной: «в общем случае интерсубъективно проверяемую фальсификацию мы считаем окончательной... Подкрепляющая оценка, совершаемая в более поздний период времени..., может заменить позитивную степень подкрепления негативной, но не наоборот»<sup>54</sup>. Выбраться из ложной колеи можно лишь с помощью эксперимента, который «помогает нам сойти с дороги, которая ведет в тупик»<sup>55</sup>.

В отличие от догматического фальсификациониста, *методологический фальсификационист различа-*

<sup>52</sup> [159, с. 134; русск. перев., № 10, с. 44]. В других работах Поппер подчеркивает, что его метод не может «гарантировать выживание сильнейшим». Естественный отбор может ошибаться: сильнейшие могут гибнуть, а монстры — выживать.

<sup>53</sup> См. [155].

<sup>54</sup> [161, гл. 82; русск. перев., с. 213].

<sup>55</sup> Там же, с. 214.



ет простое отбрасывание и опровержение<sup>56</sup>. Он — фаллибилист, но его фаллибилизм не ослабляет его критический запал: подверженные ошибкам высказывания он превращает в «базис», чтобы продолжать свою твердую политику. На этом основании он пред- 5 лагает *новый критерий демаркации*: только те теории, то есть высказывания, не являющиеся «предложениями наблюдения», которые запрещают определенные «наблюдаемые» состояния объектов и поэтому могут быть «фальсифицированы» и отброшены, являются 10 «научными». Другими словами, *теория является «научной» (или «приемлемой»), если она имеет «эмпирический базис»*. В этом критерии четко видна разница между догматическим и методологическим фальсификационизмом<sup>57</sup>. 15

Методологический критерий демаркации куда более либерален, чем догматический. Методологический фальсификационизм раскрывает перед критицизмом новые горизонты: гораздо больше теорий 20 квалифицируются как «научные». Мы уже видели, что «наблюдательных» (в кавычках) теорий больше, чем наблюдательных (без кавычек), и, следовательно, «базисных» (в кавычках) предложений больше, чем базисных (без кавычек)<sup>58</sup>.

<sup>56</sup> В отличие от догматической фальсификации (опровержения), эта «фальсификация» представляет собой прагматическую, методологическую идею. Но что же она означает? Ответ Поппера, с которым я не согласен, заключается в следующем: методологическая «фальсификация» указывает на «необходимость замены фальсифицированных гипотез лучшими гипотезами» [161, с. 87; русск. перев., с. 116]. Это хорошо иллюстрирует тот процесс, который описан мной в [92], когда критическая дискуссия изменяет исходную проблему, но оставляет старую терминологию. Побочным результатом оказывается изменение значений терминов.

<sup>57</sup> Критерий демаркации догматического фальсификациониста: теория «научна», если она имеет эмпирический базис.

<sup>58</sup> Между прочим, Поппер не совсем четко фиксирует этот момент. Он пишет: «Конечно, можно интерпретировать поня-



Кроме того, вероятностные теории тоже могут теперь квалифицироваться как «научные»: хотя они не фальсифицируемы, они легко превращаются в «фальсифицируемые» посредством принятия *добавочного решения* (третьего типа). Это решение ученый может принять, уточнив некоторые правила отбрасывания, которые могут сделать статистически интерпретированное подтверждение «несовместимым» с вероятной теорией<sup>59</sup>.

- 10 Но даже эти три решения недостаточны для «фальсификации» теории, которая не может объяснить что-либо «наблюдаемое» без ограничения *ceteris paribus*. Никакого конечного числа «наблюдений» не достаточно, чтобы «фальсифицировать» такую те-  
 15 орию Однако, если это так, то можно ли разумно защищать методологию, которая претендует «интерпретировать законы природы и теории как... высказывания, которые *частично разрешимы*, то есть они — по логическим основаниям — не верифицируемы, но  
 20 асимметричным образом только фальсифицируемы...»?<sup>60</sup> Как можем мы интерпретировать теории,

тие *наблюдаемое событие* в психологическом смысле. Однако я использую это понятие в таком смысле, который позволяет заменить его на понятие «событие, характеризующееся положением и движением макроскопических физических тел» [161, гл. 28; русск. перев., с. 137]. Например, мы можем признать позитрон, проходящий через камеру Вильсона в момент  $t_0$ , наблюдаемым событием; хотя сам позитрон имеет отнюдь не макроскопическую природу.

<sup>59</sup> См. [161, гл. 68]. Действительно, методологический фальсификационизм является философской основой некоторых из наиболее интересных направлений в современной статистике. Подход Неймана — Пирсона полностью основывается на методологическом фальсификационизме. См. также [27, гл. VI]. (К сожалению, Брейсуэйт истолковывает попперовский критерий демаркации как водораздел между осмысленными и неосмысленными, а не между научными и не-научными высказываниями).

<sup>60</sup> [153, русск. перев., с. 237].

подобные теории тяготения и динамике Ньютона, в терминах «частичной разрешимости»?<sup>61</sup> Как в таких случаях, не кривя душой, пытаться «избавиться от ложных теорий — найти в теории слабые места, чтобы отвергнуть ее, если она в результате проверки оказывается фальсифицированной»?<sup>62</sup> Как мы можем включить их в сферу рациональной дискуссии?

Методологический фальсификационист решает эту проблему, принимая *новое решение (четвертого типа)*: когда мы проверяем теорию вместе с ограничением *ceteris paribus* и находим, что эта конъюнкция опровергнута, мы должны решить, считать ли это опровержение также и опровержением специфической теории.

Например, можно принять «аномалию» перигелия Меркурия как опровержение конъюнкции из трех элементов — теории Ньютона, известных граничных условий и ограничения *ceteris paribus* —  $N_3$ . Затем «сурово» проверить граничные условия<sup>63</sup> и, может быть, перевести их в ранг «непроблематичного исходного знания». Из этого будет следовать, что опровергнута иная конъюнкция, уже из двух элементов — теории Ньютона и ограничения *ceteris paribus* —  $N_2$ . Теперь надо принимать главное решение: снести и ограничение *ceteris paribus* в общий котел «непроблематического исходного знания». Это тоже можно сделать, если ограничение *ceteris paribus* хорошо подкреплено.

Что означает «суровая» проверка ограничения *ceteris paribus*? Надо предположить, что *существуют* другие факторы, воздействующие на данное событие, определить эти факторы и проверить конкретные допущения о них. Если многие из этих допущений опровергнуты, ограничение *ceteris paribus* может считаться хорошо подкрепленным.

<sup>61</sup> Там же, с. 238.

<sup>62</sup> [159, с. 133; русск. перев. № 10, с. 44].

<sup>63</sup> Обсуждение этого важного понятия попперовской методологии см. в [93, с. 397 и далее].





Но если принято решение о «приемлемости» ограничения *ceteris paribus*, то это влечет за собой очень рискованные последствия. Если это входит в «исходное знание», то предложения, описывающие перигелий Меркурия, рассматриваются уже не как эмпирический базис  $N_2$ , а как эмпирический базис самой теории Ньютона, и, следовательно, то, что было простой «аномалией», становится решающим свидетельством против  $N_1$ , ее фальсификацией. (Некое событие, описываемое предложением А, можно назвать «аномалией» по отношению к теории Т', если А — потенциальный фальсификатор конъюнкции Т и ограничения *ceteris paribus*; но то же предложение становится потенциальным фальсификатором самой теории Т, если принято решение считать ограничение *ceteris paribus* частью «непроблематического исходного знания»).

Поскольку наш суровый фальсификационист считает опровержения окончательными, он должен принять судьбоносное решение: элиминировать теорию Ньютона; дальнейшая работа в рамках этой теории объявляется нашим методологом иррациональной. Если же ученый не пойдет на столь смелое решение, он «не сможет извлечь из опыта какую-либо пользу», оставаясь при мнении, что в его задачу «входит защита столь успешно действующей системы от критики до тех пор, пока эта система не будет *окончательно опровергнута*»<sup>64</sup>. Тогда он рискует превратиться в апологета, который всегда готов заявить, что «расхождения, которые, мол, существуют между данной теорией и экспериментальными результатами, лежат на поверхности явлений и исчезнут при дальнейшем развитии нашего познания»<sup>65</sup>. Но для фальсификациониста это означало бы поступать «вразрез с той критической установкой, которая... должна характеризовать ученого»<sup>66</sup>, что недопустимо.

<sup>64</sup> [161, гл. 9; русск. перев., с. 74].

<sup>65</sup> Там же.

<sup>66</sup> Там же.

По излюбленному выражению методологического фальсификациониста, теория должна «сама лезть на рожон».

Даже в хорошо определенном контексте методологический фальсификационист оказывается в очень 5 затруднительном положении, когда должен принять решение: где же проходит граница между проблематичным и неproblemатичным знанием. Затруднение особенно драматично, когда это решение касается ограничения *ceteris paribus*, когда одно из сотен «аномальных явлений» возводится в ранг «решающего эксперимента» и объявляется, что именно в данном случае эксперимент был «управляемым»<sup>67</sup>. 10

Таким образом, с помощью этого решения четвертого типа<sup>68</sup> наш методологический фальсификационист в конечном счете получает право считать любую теорию, чья судьба похожа на теорию Ньютона, «научной»<sup>69</sup>. 15

<sup>67</sup> О проблеме «управляемого эксперимента» можно сказать только то, что это проблема такой организации экспериментальных условий, при которой сводится к минимуму риск очутиться в зависимости от такого рода решений.

<sup>68</sup> В некотором важном смысле этот тип решений относится к той же категории, что и первый тип: такие решения разделяют проблематическое и неproblemатическое знание.

<sup>69</sup> Все это ясно показывает сложность решений, с помощью которых определяется «эмпирическое содержание» теории, т. е. класс ее потенциальных фальсификаторов. «Эмпирическое содержание» зависит от нашего решения, какие из теорий считать «наблюдательными» и какие аномалии считать контрпримерами. Если сравнивать эмпирическое содержание различных теорий, чтобы определить, какая из них «более научная», то надо привлечь очень сложную и, следовательно, безнадежно произвольную систему решений, касающихся соответствующих множеств «относительно атомарных предложений» и «сферах применения» этих теорий. (О значении этих (весьма) специфических терминов см. [161, русск. пер., с. 167–172]. Но такое сравнение возможно только тогда, когда одна теория вытесняет другую; см. [161, с. 401, сноска 7].



- В самом деле, нет никаких причин, почему бы не сделать и следующий шаг в принятии решений. Что мешает решить, что некая теория, которую даже все эти четыре типа решений не могут превратить в фальсифицируемую, все же должна считаться опровергнутой, если она войдет в противоречие с другой теорией, столь же научной (на тех же, да к тому же предварительно уточненных основаниях) и столь же хорошо подкреплена?<sup>70</sup> Далее, если мы отбрасываем одну теорию из-за того, что ее потенциальные фальсификаторы кажутся истинными в свете некоторой «наблюдательной» теории, то почему бы не отбросить другую теорию из-за того, что она непосредственно входит в столкновение с тем, что может быть отнесено к проблематическому исходному знанию?

И даже в этом случае могут встретиться трудности (которые, однако, не приводят к неустранимой «несоизмеримости»). [В конце 60 гг., когда И. Лакатос работал над своей концепцией, дискуссии по проблеме «несоизмеримости» научных теорий, сменяющих (вытесняющих!) друг друга в ходе развития научного знания, были в самом разгаре. Коротко, тезис о «несоизмеримости», взятый на вооружение Т. Куном, П. Фейерабеном и другими философами и историками науки, сводится к следующему: переходы к альтернативным теориям совершаются не по логическим воображениям, поскольку «старая» и «новая» теории используют совершенно различные понятия и, следовательно, не могут противоречить одна другой. По мнению сторонников этого тезиса, данное обстоятельство говорит против всяких попыток «рациональной реконструкции» таких переходов, особенно когда речь идет о так называемых «научных революциях», то есть смене фундаментальных теорий. И. Лакатос, с одной стороны, соглашаясь с тем, что «рациональная реконструкция» не может осуществляться в соответствии с тем пониманием научной рациональности, какое было свойственно «джастификационистам» и логическим позитивистам, с другой стороны, скептически относился к семантической аргументации в пользу этого тезиса. — *Прим. перев.*]

<sup>70</sup> Это было показано Дж. Уиздомом; см. [210].

Это уже пятый тип решения, позволяющий элиминировать даже «формально метафизические» теории, то есть утверждения с кванторами «все» и «некоторые» либо чисто экзистенциальные утверждения\*, поскольку они по самой своей *логической* 5 *форме* не могут иметь (пространственно-временных) сингулярных потенциальных фальсификаторов<sup>71</sup>.

Подведем итоги. Методологический фальсификационизм предлагает интересное решение проблемы — как соединить постоянный критицизм с фаллибилизмом. Он не только предлагает философское основание для фальсификации после того, как фаллибилизм выбил почву из-под ног догматического фальсификационизма, но и значительно расширяет горизонты критицизма. Представив фальсификацию в новом 15 облике, он спасает притягательный кодекс чести догматического фальсификациониста, согласно которому научная добросовестность в том, чтобы задумать и осуществить такой эксперимент, что, если его результат противоречит теории, теория должна быть 20 отброшена.

Методологический фальсификационизм представляет собой заметный шаг вперед по сравнению с догматическим фальсификационизмом и консервативным конвенционализмом. Он рекомендует принимать 25 рискованные решения. Но риск в какой-то момент может перейти в безрассудство, и возникает вопрос, нельзя ли как-то его уменьшить?

Рассмотрим поближе, в чем здесь заключается риск. 30

В этой методологии, как ни в какой другой разновидности конвенционализма, *решения* играют действительно критическую роль. Однако решения могут

\* Утверждения о существовании некоторых объектов. — *Прим. перев.*

<sup>71</sup> Например, «для всех металлов существует некоторое вещество, переводящее их в раствор» или «существует вещество, способное превращать все металлы в золото». Обсуждение таких теорий содержится в [199] и [201].



заводить в безвыходные тупики. Методологический фальсификационист понимает это лучше других. Но он полагает, что такой ценой мы платим за возможность прогресса.

- 5 Нельзя не отдать должное отваге нашего методологического фальсификациониста. Он, видимо, чувствует себя героем, лицом к лицу столкнувшимся с двумя смертельными опасностями, хладнокровно оценившим их и избравшим меньшее зло. Одна
- 10 из этих опасностей — скептический фаллибилизм с его принципом «все проходит», с отчаянным отрицанием всех интеллектуальных стандартов, а значит, и идей научного прогресса. Ничто не может быть установлено, ничто не может быть отвергнуто, между
- 15 отдельными системами знания не может быть никакой связи. Рост наук — возрастание хаоса, строительство Вавилонской башни\*. Около двух тысяч лет ученые и научно мыслящие философы предпочитали джастификационистские иллюзии, лишь бы не
- 20 быть ввергнутыми в этот кошмар. Некоторые из них думали, что есть только *один-единственный выбор между индуктивистским джастификационизмом и иррационализмом*. В. Рассел писал: «Я не вижу никакого выхода, кроме догматического признания
- 25 индуктивного принципа или чего-то ему равного; иначе пришлось бы отбросить все или почти все, что наука или здравый смысл признают знанием»<sup>72</sup>. Но

\* Лакатос называет «скептическим фаллибилистом» П. Фейерабенда с его «анархическим анти-методологизмом». Надо сказать, что во взаимной полемике оба эти философа не скупались на ярлыки друг для друга. В данном случае Лакатос утрирует позицию своего оппонента: Фейерабенд не отрицает «все интеллектуальные стандарты», а протестует против того, чтобы какие-то из них считались мерой и критерием научного прогресса. Но и это неприемлемо для Лакатоса — защитника эмпирических критериев в методологии науки и рационального подхода к проблеме развития научного знания. — *Прим. перев.*

<sup>72</sup> [177, с. 83].



наш методологический фальсификационист гордо отвергает такой «эскапизм». Он отваживается принять удар фаллибилизма, но преодолевает скептицизм, проводя смелую и рискованную политику, а не прячась за догмы. Он вполне сознает степень риска, 5 но настаивает, что *выбор только один: между методологическим фальсификационизмом и иррационализмом*. Он предпочитает игру с небольшими шансами на победу, но говорит, что это все же лучше, чем просто сдаться без игры<sup>73</sup>.

И правда, те критики наивного фальсификационизма, которые не смогли предложить альтернативного метода критицизма, неизбежно скатывались к иррационализму. Например, Нейрат заявлял, что фальсификация и последующая элиминация гипотез 15 могут стать «препятствием прогрессу науки»<sup>74</sup>, но его путаная аргументация не имеет никакой цены, если единственной замеченной им альтернативой является хаос. Гемпель несомненно прав, подчеркивая, что «наука дает множество примеров, когда конфликт между хорошо подтвержденной теорией и ка- 20 ким-то не поддающимся объяснению результатом эксперимента прекрасно разрешается тем, что последний признается как бы не имевшим места, а не принесением в жертву теории»<sup>75</sup>, но все же он при- 25 знает, что не видит иного «фундаментального стан-

<sup>73</sup> Я уверен, что кое-кто усмотрит в методологическом фальсификационизме «экзистенциалистскую» философию науки.

<sup>74</sup> [139, с. 356].

<sup>75</sup> [74, с. 621]. Агасси [4] идет вслед за Нейратом и Гемпелем (см. особенно с. 16 и далее). Скорее забавно, что Агасси полагает, будто он в этом вопросе выступает против «всей литературы по методологии науки». В самом деле, многие ученые вполне понимали трудности, связанные с «конфронтиацией теории и фактов» [49, с. 27]. Некоторые философы, симпатизирующие фальсификационизму, подчеркивали, что «процесс отвержения научной гипотезы более сложен, чем кажется на первый взгляд» [27, с. 20]. Но только Поппер нашел конструктивное, рациональное решение.



дарта», чем тот, какой выдвинут наивным фальсификационизмом<sup>76</sup>.

Нейрат и, кажется, Гемпель отвергают фальсификационизм как «псевдорационализм»<sup>77</sup>, но что такое «настоящий рационализм»? Поппер еще в 1934 г. предупреждал, что «разрешительная» методология Нейрата (точнее было бы сказать, отсутствие методологии) превратила бы науку в не-эмпирическую и, следовательно, иррациональную:

«Нам необходимо некоторое множество правил, ограничивающих произвольность “вычеркивания” (а также и “принятия”) протокольных предложений. Нейрат не формулирует никаких правил такого типа и тем самым невольно выбрасывает за борт эмпиризм...»

Любая система может быть оправданной, если кому-либо допускается (а по Нейрату, это право предоставляется всем) просто “вычеркнуть” мешающее ему протокольное предложение»<sup>78</sup>.

Поппер соглашается с Нейратом в том, что все высказывания подвержены ошибкам, но он решительно настаивает на том, что прогресс невозможен без твердой рациональной стратегии или метода, которыми следует руководствоваться, когда одни высказывания противоречат другим<sup>79</sup>.

Но не является ли твердая стратегия методологического фальсификационизма, рассмотренная выше, *слишком твердой*? Не являются ли решения тех, кто придерживается этой стратегии, *слишком произвольными*? Кое-кто мог бы даже сказать, что ме-

<sup>76</sup> [74, с. 622]. Решительный гемпелевский «тезис эмпирической определенности» только подновляет старые аргументы Нейрата и некоторые Поппера (против Карнапа, я полагаю), но прискорбно, что он даже не упоминает своих предшественников или единомышленников.

<sup>77</sup> [139].

<sup>78</sup> [161, гл. 26, [русск. перев., с. 129].

<sup>79</sup> Нейрат, кажется, так и не понял этот простой аргумент Поппера (см. [139]).



тодологический фальсификационизм отличается от догматического только тем, что *лицемерно уверяет в своей преданности фаллибилизму!*

Критиковать теорию критики обычно трудно. Натуралистический фальсификационизм было сравнительно легко опровергнуть, так как он покоится на эмпирической психологии восприятия; можно показать, что он просто *ложен*. Но как фальсифицировать методологический фальсификационизм? Нет такого бедствия, какое могло бы опровергнуть неджастификационистскую теорию рациональности. Более того, если бы даже эпистемологическая катастрофа разразилась, как могли бы мы узнать об этом? Мы лишены возможности судить о том, увеличивается или уменьшается правдоподобие наших успешных теорий<sup>80</sup>.

Пока еще нет общей теории критицизма даже в сфере научного знания, не говоря уже о критике теорий рациональности<sup>81</sup>. Следовательно, если мы хотим фальсифицировать методологический фальсификационизм, то нам придется делать это, не имея еще теории, с помощью которой такая критика могла быть обоснована\*.

<sup>80</sup> Термин «правдоподобие» взят здесь в попперовском смысле: как разница между истинным и ложным содержанием теории. Оценка правдоподобия связана с известным риском, см. [93, с. 395 и далее].

<sup>81</sup> Данная статья может рассматриваться как попытка разработать такую общую теорию. См.: [95], [96], [97].

\* В [96] И. Лакатос утверждает, что «методологические концепции можно анализировать, не обращаясь непосредственно к какой-либо эпистемологической (или даже логической) теории и не используя при этом непосредственно никакого логико-эпистемологического способа критики. Основная идея моего подхода, — продолжает он, — состоит в том, что всякая методологическая концепция функционирует в качестве историографической (или метаисторической) теории (или исследовательской программы) и может быть подвергнута критике посредством критического рассмотре-



Если мы обратимся к истории науки, пытаясь понять, как происходили самые знаменательные фальсификации, нам придется признать, что некоторые из них были явно иррациональными либо покоились на таких принципах рациональности, которые радикально отличались от тех, какие только что обсуждались нами.

Прежде всего, к вящему сожалению фальсификациониста, придется признать, что упрямые теоретики часто и не думали подчиниться экспериментальным вердиктам и действовали так, будто последних вовсе не было. Фальсификационистский «закон и порядок» не мог бы допустить таких вольностей. Следующее затруднение связано с фальсификацией теорий, взятых вместе с ограничением *ceteris paribus*<sup>82</sup>. По фальсификационистским критериям фальсификация, как она имела место в реальной истории, может выглядеть иррациональной. По этим критериям, ученые часто необъяснимо медлительны. Например, понадобилось целых восемьдесят пять лет, чтобы от признания аномальности перигелия Меркурия перейти к признанию этого же факта как опровержения ньютоновской теории несмотря на то, что ограничение *ceteris paribus* было очень неплохо подкреплено. С

ния той рациональной исторической реконструкции, которую она предлагает» [русск. перев., с. 238]. Его позиция осталась не вполне определенной: что значит «критическое рассмотрение рациональной реконструкции истории науки»? Если это означает, что «история может рассматриваться как “пробный камень” ее рациональных реконструкций» (там же, с. 239), то перед нами «логический круг»; некоторые высказывания Лакатоса дают основания полагать, что он искал выход из этого круга с помощью категорий диалектики. — *Прим. перев.*

<sup>82</sup> Фальсификация теория зависит от высокой степени подкрепления ограничения *ceteris paribus*. Однако так бывает не всегда. Вот почему методологический фальсификационист советует доверять «научному инстинкту» [161, гл. 18, русск. перев., с. 101] или «предчувствию» [27, с. 20].

другой стороны, ученые часто кажутся слишком опрометчивыми. Например, Галилей и его последователи, принявшие коперниковскую гелиоцентрическую небесную механику вопреки множеству свидетельств против вращения Земли; или Бор и его последователи, принявшие теорию светового излучения вопреки тому, что она противоречила хорошо подкреплённой теории Максвелла.

Не так уж трудно заметить две характерные черты и догматического, и методологического фальсификационизма, вступающие в диссонанс с действительной историей науки.

1) проверка является (или должна быть) обоюдной схваткой между теорией и экспериментом; в конечном итоге, только эти противоборствующие силы остаются один на один;

2) единственным важным для ученого результатом такого противоборства является фальсификация: «настоящие открытия — это опровержения научных гипотез»<sup>83</sup>.

Однако история науки показывает нечто иное:

1') проверка — это столкновение по крайней мере трех сторон: соперничающих теорий и эксперимента;

2') некоторые из наиболее интересных экспериментов дают скорее подтверждения, чем опровержения.

Но если это действительно так, то история науки не подтверждает нашу теорию научной рациональности. Значит, мы перед выбором. Можно вообще отказать от попыток рационального объяснения успехов науки. Значение научного метода (или «логики исследования») в его функции оценки научных теорий и критерия прогресса научного знания в таком случае сводится к нулю. Можно еще, конечно, пытаться объяснять *переходы* от одних «парадигм» к другим, положив в основание социальную психо-

<sup>83</sup> Агасси [1] называет попперовскую идею науки «scientia negativa» (см. также [5]).



логию<sup>84</sup>. Это путь Поляни и Куна<sup>85</sup>. Альтернатива этому — постараться, насколько возможно, *уменьшить*

<sup>84</sup> Здесь надо вспомнить, что скептик-кунианец стоит перед тем, что я назвал бы «дилеммой ученого-скептика»: всякий ученый скептик, пытаясь объяснить изменчивость своих верований, склонен видеть в собственной психологии некую теоретичность, нечто большее, чем просто верование, — «научное» верование. Юм, опираясь на теорию обучения, в основе которой лежит отношение «стимул–реакция», пытался изобразить науку как простую систему верований, но так и не задался вопросом, не относится ли его теория обучения к самой себе. Говоря современным языком, можно было бы спросить, свидетельствует ли популярность философии Куна о том, что признана ее истинность? В таком случае она была бы отброшена. Может быть, она свидетельствует лишь о том, что эта философия привлекательна как новая мода? В таком случае она была бы «верифицирована». Но пришлось ли бы Куну по вкусу такая «верификация»?

<sup>85</sup> Фейерабенд, который сделал, наверное, больше кого-либо другого в распространении идей Поппера, теперь, кажется, примкнул к враждебному лагерю. См. его статью «Утешение для специалиста». [Частичный русск. перев. см.: *Фейерабенд П. Избр. труды по методологии науки*. М., 1986. С. 109–124. В заключительных разделах цитируемой Лакатосом статьи (не вошедших в опубликованный русский перевод) П. Фейерабенд сравнивает концепции Т. Куна, К. Поппера и самого И. Лакатоса. Полемика была острой, и Лакатос воспринял критику в свой адрес как измену своего бывшего союзника и был «не совсем не прав»; конечно, никакой измены не было просто потому, что воззрения Фейерабенда на природу рациональности всегда больше отличались от воинствующего рационализма Лакатоса, чем от стремления Т. Куна ограничить сферу притязаний рационалистической методологии «нормальной наукой». Корневые расхождения с И. Лакатосом, которого Фейерабенд «провокативно» называл своим «другом-анархистом», сам, впрочем, не очень веря в анархизм Лакатоса, он осветил в статье, помещенной в сборнике очерков видных европейских и американских философов науки в память об Имре Лакатосе (*Feyerabend P. On the Critique of Scientific reason //*

конвенциональный элемент фальсификационизма (устранить совсем его нам не удастся) и заменить наивный вариант методологического фальсификационизма, характеризуемый приведенными выше тезисами (1) и (2), новой, *уточненной* версией, которая должна дать более *приемлемое основание* фальсификации и, таким образом, спасти идею методологии, идею прогресса научного знания. Это путь Поппера, и я намерен следовать по этому пути.

*в) Утонченный фальсификационизм против наивного методологического фальсификационизма. Прогрессивный и регрессивный сдвиг проблемы*

Утонченный фальсификационизм отличается от наивного фальсификационизма как своими правилами *принятия* (или «критерием демаркации»), так и правилами *фальсификации* или элиминации. Наивный фальсификационист рассматривает любую теорию, которую можно интерпретировать как экспериментально фальсифицируемую, как «приемлемую» или «научную». Для утонченного фальсификациониста теория «приемлема» или «научна» только в том случае, если она имеет добавочное подкрепленное эмпирическое содержание по сравнению со своей предшественницей (или соперницей), то есть, если только она ведет к открытию новых фактов. Это условие можно

Essays in Memory of Imre Lakatos. Ed. by R. Cohen etc., Dordrecht, 1976). Почти в то же время (1978) с критикой «аисторизма» Лакатоса выступил К. Хюбнер. (См.: Хюбнер К. Критика научного разума. М., 1994. С. 101–107). Почти буквальное совпадение названий работ Фейерабенда и Хюбнера говорило о поиске более широкой и адаптивной теории научной рациональности, чем попперовско-лакатосовское «умещение» рациональности внутри границ «научного разума». — *Прим. перев.*]



разделить на два требования: новая теория должна иметь добавочное эмпирическое содержание («приемлемость»<sub>1</sub>); и некоторая часть этого добавочного содержания должна быть верифицирована («приемлемость»<sub>2</sub>). Первое требование должно проверяться непосредственно, путем априорного логического анализа; второе может проверяться только эмпирически, и сколько времени потребуется для этого, сказать сразу нельзя.

Наивный фальсификационист считает, что теория фальсифицируется «подкрепленным» предложением наблюдения, которое, противоречит ей (или, скорее, которое он решает считать противоречащим ей). Утонченный фальсификационист признает теорию  $T$  фальсифицированной, если и только если предложена другая теория  $T'$  со следующими характеристиками: 1)  $T'$  имеет добавочное эмпирическое содержание по сравнению с  $T$ , то есть она предсказывает факты *новые*, невероятные с точки зрения  $T$  или даже запрещаемые ею;<sup>86</sup> 2)  $T'$  объясняет предыдущий успех  $T$ , то есть все неопровергнутое содержание  $T$  (в пределах ошибки наблюдения) присутствует в  $T'$ ; 3) какая-то часть добавочного содержания  $T'$  подкреплена<sup>87</sup>.

Чтобы оценить эти определения, надо понять исходные проблемы и их следствия. Во-первых, вспомним методологическое открытие конвенционалистов, состоящее в том, что никакой экспериментальный результат не может убить теорию; любую теорию можно спасти от контрпримеров посредством некоторой вспомогательной гипотезы либо посредством соответствующей переинтерпретации ее понятий. Наивный фальсификационист решает эту проблему тем, что относит (в решающих контекстах) вспомога-

<sup>86</sup> Термин «предсказание» здесь употреблен в широком смысле, допускающем и «послесказание».

<sup>87</sup> Более подробное обсуждение этих правил принятия и отбрасывания со ссылками на работы Поппера см. в [93, с. 375–390].



ную гипотезу к непроблематическому исходному знанию, выводя ее из дедуктивного механизма проверочной ситуации, *насильно* помещая проверяемую теорию в логическую изоляцию, где она и становится удобной мишенью под обстрелом проверяющих экспериментов. Но поскольку эта процедура не является удовлетворительным способом рациональной реконструкции истории науки, мы вправе предложить иной подход.

Почему мы должны стремиться к фальсификации любой ценой? Не лучше ли наложить определенные ограничения на теоретические уловки, которыми пытаются спасти теорию от опровержений? В самом деле, кое-какие ограничения давно хорошо известны, о них идет речь в давних выпадах против объяснений *ad hoc*, против пустых и уклончивых решений, лингвистических трюков<sup>88</sup>. Мы уже видели, что Дюгем приближался к формулировке таких ограничений в терминах «простоты» и «здравого смысла»\*. Но *когда* защитный пояс теоретических уловок утрачивает «простоту» до такой степени, что данная теория должна быть отброшена?<sup>89</sup> Например, в каком смысле теория Коперника «проще», чем теория Пто-

<sup>88</sup> Например, Мольер смеялся над врачами («Мнимый больной»), которые на вопрос, почему опиум усыпляет, отвечали, что он обладает усыпляющей силой. Можно даже утверждать, что знаменитое ньютоновское высказывание «Гипотез не измышляю» было в действительности направлено против объяснений *ad hoc* — подобных его собственным объяснениям сил притяжения при помощи эфирной модели, которые должны были отвести возражения картезианцев.

\* О дюгемовском понятии «*bon sens*» и его влиянии на формирование попперовской концепции, развитием которой выступает концепция Лакатоса, подробно пишет К. Хьюбнер в упомянутой выше книге (см. с. 69–86). — *Прим. перев.*

<sup>89</sup> Между прочим, Дюгем соглашался с Бернаром, что одни только эксперименты, без учета соображений «простоты», могут решить судьбу физиологических теорий, но не физических [140, гл. VI, § 1].



лемея?<sup>90</sup> Смутное дюгемовское понятие «простоты», как верно замечают наивные фальсификационисты, приводит к слишком большой зависимости решения методолога или ученого от чьего-либо вкуса.

5 Можно ли улучшить подход Дюгема? Это сделал Поппер. Его решение — утонченный вариант методологического фальсификационизма — более объективно и более строго. Поппер согласен с конвенционалистами в том, что теория и фактуальные  
10 предложения всегда могут быть согласованы с помощью вспомогательных гипотез; он согласен и с тем, что главный вопрос в том, чтобы различать научные и не-научные *способы удержания* теории, рациональные и не-рациональные изменения теоретического  
15 знания. Согласно Попперу, удержание теории, с помощью вспомогательных гипотез, удовлетворяющих определенным, точно сформулированным требованиям, можно считать прогрессом научного знания; но удержания теории с помощью вспомогательных  
20 гипотез, которые не удовлетворяют таким требованиям, — есть вырождение науки. Он называет такие недопустимые вспомогательные гипотезы «гипотезами *ad hoc*», чисто лингвистическими выдумками, «конвенционалистскими уловками»<sup>91</sup>.

25 Но это означает, что оценка любой научной теории должна относиться не только к ней самой, но и ко всем присоединяемым к ней вспомогательным гипотезам, граничным условиям и т. д., и, что особенно важно, следует рассматривать эту теорию вместе со

<sup>90</sup> Кестлер справедливо замечает, что миф о большей простоте коперниковской теории был создан Галилеем ([85; с. 476]); на самом деле, «введение земного движения несколько не упростило картину, по сравнению со старыми теориями, хотя сомнительные экванты исчезли, система продолжала изобиловать вспомогательными кругами» ([39, гл. XIII).

<sup>91</sup> [161, гл. 19 и 20; русск. пер., с. 106, 110]. Я детально рассматривал такие уловки, возникавшие в неформальной, псевдоэмпирической математике, именуя их «монстрами» [92, русск. пер., с. 24].

всеми ее предшественницами так, чтобы было видно, какие *изменения* были внесены именно ею. Поэтому, конечно, нашей оценке подлежит не *отдельная теория*, а *ряд или последовательность теорий*.

Теперь легко понять, почему критерии «приемлемости» и «отвержения» утонченного методологического фальсификационизма сформулированы именно так, а не иначе. Но все же стоит сформулировать их более ясно, введя понятие «*последовательностей теорий*».

Рассмотрим последовательности теорий —  $T_1, T_2, T_3, \dots$ , где каждая последующая теория получена из предыдущей путем добавления к ней вспомогательных условий (или путем семантической переинтерпретации ее понятий), чтобы устранить некоторую аномалию. При этом каждая теория имеет, по крайней мере, не меньшее содержание, чем неопровергнутое содержание ее предшественницы.

Будем считать, что такая последовательность теорий является *теоретически прогрессивной* (или «образует теоретически прогрессивный сдвиг проблем»), если каждая новая теория имеет какое-то добавочное эмпирическое содержание по сравнению с ее предшественницей, то есть предсказывает некоторые новые, ранее не ожидаемые, факты. Будем считать, что теоретически прогрессивный ряд теорий является также и *эмпирически прогрессивным* (или «образует эмпирически прогрессивный сдвиг проблем»), если какая-то часть этого добавочного эмпирического содержания является подкрепленной, то есть, если каждая новая теория ведет к действительному открытию *новых фактов*<sup>92</sup>. Наконец, назо-

<sup>92</sup> Если я уже знаю Р1 «Лебедь А — белый», то Р: «Все лебеди белые» не представляет прогресса, потому, что оно может вести только к открытию подобных же фактов типа Р2 «Лебедь В — белый». Так называемые эмпирические обобщения не составляют прогресса. Новый факт должен быть невероятным или даже невозможным в свете предшествующего знания.



вем сдвиг проблем *прогрессивным*, если он и теоретически, и эмпирически прогрессивен, и регрессивным — если нет<sup>93</sup>.

- 5 Мы «принимаем» сдвиги проблем как «научные», если они, по меньшей мере, теоретически прогрессивны; если нет — мы отвергаем их как «псевдонаучные». Прогресс измеряется той степенью, в какой ряд теорий ведет к открытию новых фактов\*. Теория из это-

<sup>93</sup> Могут спросить, уместен ли термин «сдвиг проблем» когда речь идет о последовательности теорий, а не проблем. Отчасти я остановился на нем потому, что не нашел лучшего («сдвиг теорий» звучит скверно), отчасти же потому, что теории всегда проблематичны, они никогда не решают всех проблем, которые стоят перед ними. Как бы то ни было, во второй части этой статьи этот термин в соответствующем контексте будет заменен более естественным термином «исследовательская программа».

\* Этот, ставший хрестоматийным, афоризм Лакатоса вызывал и вызывает серьезные возражения со стороны «исторически ориентированных» философов науки. «Кеплеру, — пишет К. Хюбнер, — пришлось бы отбросить свою теорию, если бы он следовал правилу Лакатоса. Кеплер мог, правда, благодаря своей теории предсказать некоторые новые, ранее неизвестные факты; но, с другой стороны, еще большее количество фактов, которые вполне согласовались с астрономией Птолемея и физикой Аристотеля, он не мог объяснить. К этим фактам, в первую очередь, относятся явления, которые — из-за отсутствия разработанного принципа инерции — заставляли отрицать вращение Земли. Поэтому нельзя утверждать, что теория Кеплера имела «дополнительное эмпирическое содержание» по сравнению с предшествовавшими ей теориями... Выражение «предсказание факта» не так ясно и просто, как представляется Лакатосу. Можно ли усматривать в предсказании факта теоретический прогресс, особенно когда предпосылкой такого предсказания является нечто рискованное, проблематичное или попросту глупое? Что касается открытия Кеплера, то разве сама приемлемость его предсказаний не ставится под вопрос тем фактом, что предпосылками их являются метафизические и теологические рассуждения?» (Хюбнер К. Цит. соч. С. 105–106). — Прим. перев.

го ряда признается «фальсифицированной», если она замещается теорией с более высоко подкрепленным содержанием.

Это различие между прогрессивным и регрессивным сдвигами проблем проливает новый свет на оценку 5 *научных — может быть, лучше сказать, прогрессивных — объяснений*. Если для разрешения противоречия между предшествующей теорией и контрпримером мы предлагаем такую теорию, что она вместо увеличивающего содержания (т. е. научного) *объяснения* 10 дает лишь уменьшающую содержание (лингвистическую) *переинтерпретацию*, то противоречие разрешается чисто словесным, не-научным способом. *Данный факт объяснен научно, если вместе с ним объясняется также и новый факт*<sup>94</sup>. 15

Утонченный фальсификационизм, таким образом, сдвигает проблему с оценки *теорий* на оценку *ряда (последовательности) теорий*. Не отдельно взятую теорию, а лишь последовательность теорий 5 можно называть научной или не научной. Применять 20 определение «научная» к *отдельной теории* — решительная ошибка<sup>95</sup>.

<sup>94</sup> В первоначальном варианте [93] я писал: «Теория без добавочного подкрепления не имеет дополнительной объясняющей силы; вот почему, согласно Попперу, она не обеспечивает рост знания, и, следовательно, не является “научной”...» (с. 386). Под давлением моих коллег я убрал выделенную часть этого предложения, ибо они считали, что она звучит слишком эксцентрично. Теперь я сожалею об этом.

<sup>95</sup> То, что у Поппера понятия «теория» и «последовательность теорий» сливаются в одно, не позволило ему более успешно развить основные идеи утонченного фальсификационизма. Эта двусмысленность привела его к таким, по-видимости противоречащим друг другу, утверждениям, как «Марксизм [как ядро последовательности теорий или как “исследовательская программа”] неопровержим» и в то же время «марксизм [как особая конъюнкция этого ядра и некоторых вспомогательных гипотез, ограничения *ceteris paribus* и исходных условий] был опровергнут» (см. [163]). Конечно, нет ничего ошибочного



5 Всегда почитаемым эмпирическим критерием удовлетворительности теорий было согласие с наблюдаемыми фактами. Нашим эмпирическим критерием, применимым к последовательности теорий, является требование производить новые факты. *Идея роста науки и ее эмпирический характер соединяются в нем в одно целое.*

10 Эта новая версия методологического фальсификационизма имеет много новых черт. Во-первых, она отрицает, что «в случае научной теории наше решение зависит от результатов экспериментов. Если они подтверждают теорию, мы принимаем ее на то время, пока не найдется более подходящая теория. Если эксперименты противоречат теории — мы отвергаем ее»<sup>96</sup>. Она отрицает, что «окончательно решает судьбу теории только результат проверки, то есть соглашение о базисных высказываниях»<sup>97</sup>.

20 Вопреки наивному фальсификационизму, *ни эксперимент, ни сообщение об эксперименте, ни предложение наблюдения, ни хорошо подкрепленная фальсифицирующая гипотеза низшего уровня не могут сами по себе вести к фальсификации. Не может быть никакой фальсификации прежде, чем появится лучшая теория*<sup>98</sup>.

в том, что кто-то назовет отдельную, изолированную теорию «научной», если она представляет собой шаг вперед по сравнению со своей предшественницей, если при этом ясно понимать, что мы оцениваем теорию как определенный итог — и в контексте — определенного исторического развития знания.

<sup>96</sup> [157, т. 2, с. 233; русск. перев., с. 269–270]. Более тонкое понимание проблемы проглядывает в следующих замечаниях Поппера: «Мы предпочитаем решать, стоит признавать ее [теорию] или отвергать лишь после того, как исследуем те конкретные, практические выводы из нее, которые могут быть более непосредственно проверены экспериментом». (Там же, курсив мой — И. Л.); [перевод уточнен мною. — *Прим. перев.*].

<sup>97</sup> [161, гл. 30; русск. перев., с. 145].

<sup>98</sup> «В большинстве случаев до фальсификации некоторой гипотезы мы имеем в запасе другую гипотезу» [161, с. 87; русск.

Но тогда характерный для наивного фальсификационизма негативизм исчезает; критика становится более трудной, но зато более позитивной, конструктивной. В то же время, если фальсификация зависит от возникновения лучших теорий, от изобретения таких теорий, которые предвосхищают новые факты, то фальсификация является *не просто* отношением между теорией и эмпирическим базисом, но многоплановым отношением между соперничающими теориями, исходным «эмпирическим базисом» и эмпирическим ростом, являющимся результатом этого соперничества. Тогда можно сказать, что фальсификация имеет «исторический характер»<sup>99</sup>.

Надо добавить, что иногда теории, вызывающие фальсификацию, предлагались уже *после* того, как обнаруживался «контрпример». Это может звучать парадоксально для тех, кто находится под гипнозом наивного фальсификационизма. Действительно, эта эпистемологическая теория отношений между теорией и экспериментом резко отличается от эпистемологии наивного фальсификационизма. Не годится уже сам термин «контрпример». Ведь никакой экспериментальный результат нельзя рассматривать как «контрпример» сам по себе. Если же нам хочется сохранить этот популярный термин, мы должны перепреопределить его следующим образом:

«Контрпример по отношению к  $T_1$ » — это подкрепленный пример  $T_2$ , которая или несовместима с

перев., с. 116]. Но из наших рассуждений следует, что мы должны иметь другую гипотезу. Как пишет Фейерабенд, «лучшая критика проводится с помощью тех теорий, которые могут заменить устраненных ими соперниц» [55, с. 227; русск. перев., с. 425]. Он отмечает, что в некоторых случаях «альтернативы становятся совершенно необходимыми для опровержения тех или иных воззрений» [Там же, с. 254; русск. пер., с. 460]. Но согласно нашим рассуждениям, опровержение без альтернатив указывает только на скудость воображения, не способно к выдвижению спасающей гипотезы.

<sup>99</sup> См. [93, с. 387 и далее].



5  $T_1$  или независима от нее (с условием, что  $T_2$  — это теория, удовлетворительно объясняющая эмпирический успех  $T_1$ ). Это показывает, что “решающий контрпример” или “критический эксперимент” могут быть признаны таковыми среди множества аномалий только *задним числом* в свете некоторой новой, заменяющей старую, теории»<sup>100</sup>.

10 Таким образом, решающим моментом фальсификации является следующее: дает ли *новая теория* новую, добавочную информацию по сравнению со своей предшественницей, и покреплена ли какая-то часть этой добавочной информации? Джастификационисты высоко ценили «подтверждения» теории. Наивные фальсификационисты выдвигали на первый план  
15 «опровержения». Методологические фальсификационисты полагали, что решающую роль играет подкрепленная *добавочная* информация. Именно к этому направлено все внимание. Тысячи тривиальных верифицирующих примеров или сотни известных аномалий — это все уходит на задний план; на авансцену  
20 выходят немногие случаи, *когда добавочное содержание получает подкрепление*<sup>101</sup>. Это заставляет вспом-

<sup>100</sup> В кривом зеркале наивного фальсификационизма новые теории, которые заменяют старые опровергнутые теории, по рождению своему считаются неопровергнутыми. Следовательно, с точки зрения таких теорий нет соответствующего различия между аномалиями и решающими контрпримерами. Аномалия, по их мнению, это только робкий эвфемизм, за которым скрывается контрпример. Но в реальной истории новые теории рождаются уже опровергнутыми. Они наследуют многие аномалии старых теорий. Больше того, часто только новая теория драматически предсказывает тот факт, который еще лишь в будущем станет рассматриваться как решающий контрпример против ее предшественницы, в то время как «старые» аномалии могут продолжать свое существование в виде «новых» аномалий. Все это мы рассмотрим более подробно, когда введем понятие «исследовательской программы».

<sup>101</sup> Утонченный фальсификационизм знаменует собой новую теорию обучения.



нить и вновь осмыслить древнюю поговорку: *Exemplum docet, exempla obscurant*. [Пример поясняет, множество примеров запутывает. — *Перев.*].

«Фальсификация», как ее понимает наивный фальсификационист (подкрепленный контрпример) <sup>5</sup> *не достаточна* для элиминации некоторой специальной теории; несмотря на сотни известных аномалий, мы не признаем ее фальсифицированной (а значит, и элиминированной), пока нет лучшей теории<sup>102</sup>. Больше того, «фальсификация» в этом смысле не является <sup>10</sup> и необходимым условием для фальсификации, как ее понимает утонченный фальсификационизм; прогрессивный сдвиг проблем не обязательно связан с «опровержениями». Наивные фальсификационисты <sup>15</sup> уверены, что рост науки имеет линейный характер: за теориями следуют опровержения, которые элиминируют их, а за опровержениями следуют новые теории<sup>103</sup>. Очень может быть, что «прогресс» в последовательности теорий происходит так: опровержение <sup>20</sup> *n*-й теории является в то же время и подкреплением *n*+1-й теории. Лихорадка проблем в науке возникает скорее из-за быстрого размножения (пролиферации) соперничающих теорий, а не умножения контрпримеров и аномалий.

Отсюда видно, что лозунг пролиферации теорий <sup>25</sup> более важен для утонченной версии фальсификацио-

<sup>102</sup> Очевидно, что теория *T'* может иметь добавочное подкрепленное эмпирическое содержание по сравнению с теорией *T* и в том случае, когда *T*, и *T'* опровергнуты. Эмпирическое содержание не связано с истинностью или ложностью. Можно также сравнивать подкрепленное содержание теорий независимо от опровергнутого содержания. Так, можно считать, что элиминация теории Ньютона в пользу теории Эйнштейна вполне рациональна, хотя теория Эйнштейна, точно так же как и ньютоновская, родилась уже «опровергнутой». Надо только вспомнить, что «качественное подтверждение» — это только эвфемизм для «количественного опровержения». См. [93, с. 384–386].

<sup>103</sup> См. [161, гл. 85; русск. перев., с. 224].



низма, чем для наивной\*. По мнению наивного фальсификациониста, наука развивается посредством повторяющихся экспериментальных «опровержений» теорий: новые соперничающие теории, предлагаемые до таких «опровержений», могут быстро разрастаться, но абсолютной необходимости быстрого размножения теорий не требуется<sup>104</sup>. Согласно утонченному фальсификационисту, пролиферация теорий не обязательно связана с опровержением теории или с кризисом доверия к парадигме, в смысле Т Куна<sup>105</sup>. В то время как наивный фальсификационист подчеркивает «необходимость замены *фальсифицированных* гипотез лучшими гипотезами»<sup>106</sup>,

\* Именно под лозунгом «пролиферации» теорий объединяются П. Фейерабенд и И. Лакатос. Однако этот лозунг одновременно является «точкой развилки»: «утонченный фальсификационист» не может согласиться с «эпистемологическим анархистом» в том, что для «пролиферации» теорий «допустимо все!» – *Прим. перев.*

<sup>104</sup> Верно и то, что определенный вид пролиферации соперничающих теорий может играть ту или иную эвристическую роль при фальсификации. Часто бывает, что с эвристической точки зрения, фальсификация зависит от «выдвижения достаточно многочисленных (и оригинальных) теорий, от достаточного разнообразия теорий» ([156], русск. перев., с. 29). Например, мы имеем теорию, которая явным образом не опровергнута. Но может быть так, что предложена новая теория Т', несовместимая с Т, которая столь же успешно, как Т, объясняет известные факты; различия между объяснениями находятся в пределах ошибки наблюдения. В таких случаях мы вынуждены улучшать «экспериментальную технику», затем совершенствовать «эмпирический базис» таким образом, чтобы иметь возможность фальсифицировать Т или Т' (или обе вместе). «Новая теория нужна для того, чтобы обнаружить недостатки старой» [163, с. 246]. Но роль такой пролиферации случайна, поскольку эмпирический базис подчищен, то спор идет между ним и проверяемой теорией Т, соперничающая с ней теория Т' работает лишь как катализатор.

<sup>105</sup> См. также [55, с. 254–255; русск. перев., с. 461].

<sup>106</sup> [161, с. 87; русск. перев., с. 116].

утонченный фальсификационист подчеркивает необходимость замены *любой* гипотезы лучшей гипотезой. Фальсификация не может заставить теоретика «заняться поисками лучшей теории»<sup>107</sup> просто потому, что фальсификация не предшествует лучшей теории. 5

Сдвиг проблем от наивного к утонченному фальсификационизму связан с семантическим затруднением. Для наивного фальсификациониста «опровержением» является экспериментальный результат, который в силу принятого им решения, вступает в конфликт с 10 проверяемой теорией. Но, согласно утонченному фальсификационизму, такого решения нельзя принимать раньше, чем пресловутый «опровергающий пример» станет подтверждающим примером новой, лучшей теории. Следовательно, где бы ни встретился 15 термин типа «опровержение», «фальсификация», «контрпример», мы в каждом случае должны разбираться, в каком смысле — наивного или утонченного фальсификационизма — они употреблены<sup>108</sup>.

*Утонченный методологический фальсификационизм* предлагает новые критерии интеллектуальной 20 честности. Джастификационистская честность требовала принимать только то, что доказательно обосновано, и отбрасывать все, что не имеет такого обоснования. Нео-джастификационистская честность требовала 25 определения вероятности любой гипотезы на основании достижимых эмпирических данных. Честность наивного фальсификационизма требовала проверки на опровержимость, отбрасывания нефальсифицируемого и фальсифицированного. Наконец, честность 30

<sup>107</sup> [161, гл. 30; русск. перев., с. 143].

<sup>108</sup> Возможно, было бы лучше в дальнейшем отказаться от обоих терминов сразу, так же как мы уже отказались от таких терминов как «индуктивное (или экспериментальное) доказательство». Тогда мы могли бы назвать (наивные) «опровержения» аномалиями, а (в утонченном смысле) «фальсифицированные» теории — «вытесненными». Наш «обычный» язык засорен не только «индуктивистской», но и фальсификационистской догматикой. Реформа давно назрела.



утонченного фальсификационизма требует, чтобы на вещи смотрели с различных точек зрения, чтобы выдвигались теории, превосходящие новые факты, и отбрасывались теории, вытесняемые другими, более сильными.

В *утонченном методологическом фальсификационизме* соединились несколько различных традиций. От эмпирицистов он унаследовал стремление учиться, прежде всего, у опыта. От кантианцев он взял активистский подход к теории познания. У конвенционалистов он почерпнул важность решений в методологии.

Надо подчеркнуть еще одну отличительную черту утонченного методологического эмпиризма — решающую роль, какую играет добавочное подкрепление. Для индуктивистов новая теория характеризуется тем, каково количество подтверждающих ее данных; опровергнутая теория уже никого и ничему *научить* не может (учиться можно только доказательно обоснованному или вероятному *знанию*). Догматическому фальсификационисту важнее всего знать, опровергнута ли теория, что касается подтвержденных теорий, то они не выступают для него ни как доказательно обоснованные, ни как вероятные; да и об опровергнутых теориях можно сказать только то, что они опровергнуты<sup>109</sup>.

Для утонченного фальсификационизма в теории важнее всего, что она позволяет предсказывать новые факты; можно сказать прямо, что для той версии попперовского эмпиризма, которую я отстаиваю, соответствующим значением обладают лишь те факты, какие способна предсказать теория. *Эмпиризм (то есть научность) и теоретическая прогрессивность неразрывно связаны*<sup>110</sup>.

Эта мысль не так уж нова. Лейбниц, например, в известном письме к Конрингу в 1678 г. писал: «Луч-

<sup>109</sup> Аргументы в защиту этой теории «обучения из опыта» см. в [6].

<sup>110</sup> Отсюда следует, что «обучение на опыте» есть нормативная идея; поэтому все теории о чисто «эмпирическом» обучении ошибочны по самой сути.

шей похвалой гипотезе (когда ее истинность уже доказана) является то, что с ее помощью могут быть сделаны предсказания о неизвестном ранее явлении или еще небывалом эксперименте»<sup>111</sup>. Точка зрения Лейбница была широко поддержана учеными. Но с тех пор, как оценка научной теории в до-попперовской методологии рассматривалась как оценка степени ее подтверждения, позиция Лейбница некоторыми логиками подвергалась критике как неприемлемая. Например, Дж. С. Милль в 1843 г. высказывал недовольство тем, что «существует мнение, что гипотеза... вправе рассчитывать на более благоприятный прием, если, объясняя все ранее известные факты, она, кроме того, позволила предусмотреть и предсказать другие факты, проверенные впоследствии на опыте»<sup>112</sup>. Милль целит точно: действительно, такая оценка противоречит и джастификационизму, и пробабилizmu. В самом деле, почему мы должны считать, что некое событие, если оно предвосхищено теорией, имеет для нас *большую познавательную* ценность, чем если бы оно было известно до теоретического предсказания? До тех пор, пока *доказательная обоснованность* считается единственным критерием научности, критерий Лейбница будет выглядеть непригодным<sup>113</sup>. Подобным же образом, если рассматривать отношение между веро-

<sup>111</sup> См. [105]. Слова в скобках показывают, что Лейбниц ставил этот критерий все же на второе место и полагал лучшими те теории, которые доказательно обоснованы. Поэтому позиция Лейбница, как и позиция Уэвелла, слишком далека от зрелого утонченного фальсификационизма.

<sup>112</sup> [128, т. 2, с. 23; русск. перев., с. 456].

<sup>113</sup> К этому сводились аргументы Дж. С. Милля. Они были направлены против Уэвелла, полагавшего, что «совпадение индукций» или успешное предсказание весьма неожиданных событий верифицирует (иначе говоря, доказательно обосновывает) теорию [206, с. 95–96]. Без сомнения, главной ошибкой философии науки как Уэвелла, так и Дюгема, являлось смешение предсказательной способности и доказанной истинности. Поппер разделил две эти характеристики.



ятностью теории и эмпирическими данными, то, как заметил Дж. Кейнс, оно не может зависеть от того, получены ли данные до теоретических предсказаний или после них<sup>114</sup>.

5 Но несмотря на столь убедительные аргументы джастификационистской критики, критерий Лейбница пользовался поддержкой лучших ученых, так как в нем получили выражение их неприязнь к гипотезам *ad hoc*, которые «хотя и верно выражают  
10 факты, для объяснения каких-либо предлагаются, однако не находят подтверждения какими-либо иными явлениями»<sup>115</sup>.

Но только Поппер заметил, что бросающееся в глаза несоответствие между несколькими разрознен-  
15 ными возражениями против гипотез *ad hoc*, с одной стороны, и внушительным сооружением джастификационистской теории познания, с другой, устраняется именно разрушением джастификационизма, а также введением нового, не джастификационистско-  
20 го критерия оценки научных теорий, основанного на неприятии гипотез *ad hoc*.

Рассмотрим несколько примеров. Теория Эйнштейна *не потому* лучше ньютоновской, что последняя была «опровергнута», а первая нет: по отношению к  
25 теории Эйнштейна известно множество «аномалий». Теория Эйнштейна лучше, чем теория Ньютона «образца 1916 года», иначе говоря, знаменует собой прогресс научного знания по сравнению с ньютоновской теорией (то есть теорией гравитации, законами динамики, известным рядом граничных условий, но  
30 также и списком известных аномалий, таких как перигелий Меркурия), потому что она объяснила все, что успешно объясняла ньютоновская теория, но при этом в определенной степени объяснила и эти ано-  
35 малии; кроме того, она наложила запрет на такие

<sup>114</sup> [83, с. 305]. См. также [93, с. 394].

<sup>115</sup> Это критическое замечание Уэвелла по поводу вспомогательной гипотезы *ad hoc*, фигурирующей в ньютоновской теории света ([203, т. 2, с. 317]).

явления, как прямолинейное распространение света вблизи больших масс, о чем в теории Ньютона не было ни слова, зато другие хорошо подкрепленные теории того времени такие явления допускали; и, наконец, *некоторые* фрагменты добавочного содержания 5 эйнштейновской теории были реально *подкреплены* ранее непредвиденными фактами (например, измерительными данными, полученными при наблюдении полного солнечного затмения).

В то же время, следуя тому же критерию, надо 10 признать, что теория Галилея, согласно которой естественное движение земных тел является круговым, не несла с собой никаких улучшений в указанном смысле, поскольку она не запрещала ничего сверх того, что запрещалось соответствующими теориями, 15 которые Галилей предполагал улучшить (аристотелевская физика и небесная кинематика Коперника). Следовательно, то была теория *ad hoc*, а значит, бесполезная с эвристической точки зрения<sup>116</sup>.

Прекрасный пример теории, удовлетворяющей 20 только первой части попперовского критерия прогресса (наличие добавочного содержания), но не второй части (наличие подкрепленного добавочного содержания), был дан самим Поппером: это теория Бора–Крамерса–Слэтера 1924 г. Эта теория была 25 опровергнута во *всех* ее новых предсказаниях<sup>117</sup>.

Наконец, рассмотрим вопрос, много ли осталось конвенционалистских моментов в утонченном фальсификационизме. Конечно, меньше, чем в наивном фальсификационизме. Нам требуется *гораздо меньше* 30 методологических решений. «Решение четвертого типа», которое играло существенную роль в наивном методологическом фальсификационизме, теперь

<sup>116</sup> Если воспользоваться терминологией моей работы [93], это была теория «*ad hoc1*» (р. 389); этот пример первоначально был подсказан мне П. Фейерабендом в качестве образца теории *ad hoc*, обладающей определенной ценностью.

<sup>117</sup> А это уже не «*ad hoc1*», а «*ad hoc2*» (см. [93, с. 389]). Там же см. простой, но искусственный пример (с. 387).



совершенно излишне. Чтобы показать это, достаточно уяснить, что в том случае, когда научная теория (совокупность «законов природы») в сочетании с граничными условиями и вспомогательными гипотезами, но без ограничения *ceteris paribus*, вступает в противоречие с некоторыми фактуальными предложениями, то нам не нужно принимать решение, какую — явную или «скрытую» — часть этой композиции следует заменить. Мы можем пытаться заменить *любую* часть, и только когда мы попали на объяснение аномалии с помощью какого-то изменения теории, приведшего к увеличению содержания, или с помощью вспомогательной гипотезы, а природа позволила нам подкрепить это объяснение, тогда мы, действительно, встали на путь элиминации «опровергнутой» композиции. Таким образом, утонченная фальсификация идет медленнее, но зато более надежна, чем наивная фальсификация.

Возьмем еще один пример. Пусть траектория планеты отклоняется от теоретически вычисленной. Кто-то сделает вывод, что это опровергает динамику и теорию тяготения, поскольку ограничение *ceteris paribus* и граничные условия надежно подкреплены. Другие скажут, что это опровергает граничные условия, на которых сделаны вычисления, поскольку и динамика, и теория тяготения великолепно подкреплены за последние две сотни лет, а предположения о каких-то дополнительных факторах, неучтенных в вычислениях теоретического характера, оказались несостоятельными. Но третьи заключат, что это опровергает неявное допущение о том, что таких факторов нет: возможно, они руководствуются метафизическими принципами, вроде того, что любое объяснение лишь приблизительно и не может охватить бесконечную совокупность причин, определяющих любое конкретное событие.

Должны ли мы похвалить первых, назвав их «критическими мыслителями», побранить вторых «филистерами», а третьих осудить как «апологетов»? Ни в каком случае. Нам вообще не нужны никакие выводы



относительно подобных «опровержений». Мы никогда не отвергнем какую-то теорию просто потому, что она не выполнила чьих-то указов. Если перед нами противоречие, о каком шла речь выше, то нам нет нужды решать, какие части нашей композиции проблематичны, а какие — нет. Мы рассматриваем все эти части как проблематичные по отношению к принятому базисному предложению, которое противоречит их конъюнкции, и пытаемся заменить их все. Если удастся заменить какую-то часть композиции, так, чтобы это вело к «прогрессу» (то есть, если в результате замены увеличилось подкрепленное эмпирическое содержание по сравнению с предшествующим элементом композиции), мы назовем ее «фальсифицированной».

Нам больше не нужны и *решения пятого типа*, столь важные для наивного фальсификациониста. Это станет очевидно, если по-новому посмотреть на проблему оценки (формально) метафизических теорий, а также на проблему их удержания и элиминации. «Утонченное» решение ясно. Формальная теория удерживается до тех пор, пока проблематичные примеры смогут быть объяснены путем изменения вспомогательных гипотез, присоединенных к этой теории, при котором увеличивается эмпирическое содержание<sup>118</sup>.

Возьмем, к примеру, метафизическое картезианское суждение С: *«все природные процессы являются механизмами, подобными часам, которые регулируются неким (априори) духовным началом»*. Это суждение по самой своей форме неопровержимо, ибо не может войти в противоречие ни с каким сингулярным

<sup>118</sup> Можно сформулировать это условие совершенно ясно в терминах методологии исследовательских программ, которая будет предложена, в § 3: мы сохраняем формально метафизическую теорию в составе «твердого ядра» исследовательской программы до тех пор, пока связанная с ней эвристика обеспечивает прогрессивный сдвиг проблем, в «защитном поясе» вспомогательных гипотез.



«базисным предложением», сформулированным в пространственно-временной терминологии. Конечно, оно может противоречить некоторой опровержимой теории типа N: «гравитация — сила, действующая на расстоянии и вычисляемая по формуле  $f_{m,m_j}/r^2$ ». Но N будет противоречить С только в том случае, если «действие на расстоянии» понимается буквально, да еще к тому же как окончательная истина, как нечто несводимое к какой-либо более глубокой причине. (Поппер назвал бы это «эссенциалистской» интерпретацией.)

С другой стороны, мы можем рассматривать «действие на расстоянии» как некую опосредующую причину. В таком случае «действие на расстоянии» понимается уже не буквально, а фигурально, это понятие превращается в стенографический значок, сокращенную запись того, что можно было бы назвать скрытым механизмом действия через соприкосновение (В параллель Попперу, назовем это «номиналистской» интерпретацией.)

В таком случае можно попытаться объяснить N с помощью С. Именно так пытались сделать сам Ньютон и некоторые французские физики XVIII века. Если вспомогательная теория, при помощи которой достигается такое объяснение (если угодно, «редукция»), обеспечивает знание новых фактов (т. е. является «независимо проверяемой»), то можно рассматривать картезианскую метафизику как хорошую, научную, эмпирическую метафизику, благодаря которой наступает прогрессивный сдвиг проблем. Прогрессивная формально метафизическая теория обеспечивает устойчивый прогрессивный сдвиг проблем в своем защитном поясе вспомогательных теорий. Но если редукция этой теории к «метафизической» основе не дает нового эмпирического содержания, не говоря уже о новых фактах, то такая редукция представляет регрессивный сдвиг проблемы и является просто языковым упражнением. Усилия картезианцев, направленные на то, чтобы подправить свою метафизику с тем, чтобы объяснить ньютоновскую гравита-

цию, как раз являются ярким примером такой чисто языковой редукции<sup>119</sup>.

Таким образом, вопреки призывам наивного фальсификационизма, мы не элиминируем формально метафизическую теорию, если она сталкивается с 5 хорошо подкрепленной научной теорией. Но мы элиминируем ее, если она, в конечном счете, приводит к регрессивному сдвигу проблем, и при этом имеется лучшая, соперничающая с ней, метафизика для ее замены. Методология исследовательских программ с 10 «метафизическим» ядром не отличается от методологии исследовательских программ с «опровержимым» ядром, исключая, быть может, только логические противоречия, элиминация которых представляет собой движущую силу программы. 15

(Следует подчеркнуть, однако, что сам выбор логической формы, в которой выступает теория, в большой степени зависит от нашего методологического решения. Например, вместо того, чтобы формулировать 20 картезианскую метафизику как высказывание с кванторами общности и существования, можно сформулировать ее как высказывание только с квантором общности: «Все естественные процессы подобны часовому механизму». Тогда «базисное предложение», противоречащее этому, будет звучать так: «А есть 25 естественный процесс, и А не подобно часовому механизму» Вопрос в том, может ли предложение «Х не подобен часовому механизму» считаться «установленным» — в соответствии с «экспериментальной 30 техникой» или, вернее, с интерпретативными теориями данного времени — или нет. Следовательно-

<sup>119</sup> Это явление было описано в превосходной статье Уэвелла [20], но он не смог объяснить его методологически. Вместо того, чтобы признать победу прогрессивной ньютоновской программы над регрессивной картезианской программой, он полагал, что это была победа доказанной истины над ложностью. Подробнее см.: [98], общее обсуждение проблемы демаркации между прогрессивной и регрессивной редукцией см. [168].



но, рациональный выбор логической формы теории зависит от состояния нашего знания. Например, метафизическое предложение с кванторами общности и существования, сформулированное сегодня, завтра, когда произойдут изменения уровня наблюдательных теорий, может превратиться в научное универсальное (с квантором общности) предложение\*. Я уже показал, что только последовательность теорий, а не отдельные теории могут квалифицироваться как научные или не-научные, сейчас я показал, что даже логическая форма теории может быть выбрана рационально только на основании критической оценки исследовательской программы, в которую входит эта теория.)

Первого, второго и третьего типа решений наивного фальсификационизма избежать нельзя, но, как мы покажем, конвенциональный элемент во втором типе решений, как и в третьем, может быть несколько уменьшен. Мы не можем уклониться от решения, какие высказывания считать «предложениями наблюдения», а какие — «теоретическими» предложениями. Мы не можем уклониться и от решений относительно истинности некоторых «предложений наблюдения». Эти решения необходимы, чтобы установить, является ли сдвиг проблем эмпирически прогрессивным или регрессивным. Утонченный фальсификационист, по крайней мере, может ослабить произвольность этого решения (второго типа), допуская *процедуру апелляции*,

Наивные фальсификационисты не обращают внимания на возможность каких-либо апелляций. Они принимают базисное предложение, если оно

\* Согласно Попперу, строго экзистенциальные высказывания не являются эмпирическими и не могут быть фальсифицированы, а строго универсальные не могут быть верифицированы. Отдельное, строго экзистенциальное высказывание является метафизическим, но может быть в составе научной теории. См. [161, русск. перев., с. 96]. — *Прим. перев.*

<sup>120</sup> [161, гл. 22; русск. перев., с. 117].



поддержано хорошо подкрепленными фальсифицирующими гипотезами<sup>120</sup>, и позволяют ему опрокидывать проверяемую теорию, даже понимая связанный с этим риск<sup>121</sup>. Но у нас нет оснований считать фальсифицирующую гипотезу и базисное предположение, 5 поддерживаемое ею, менее проблематичными, чем проверяемая гипотеза. Тогда уместен вопрос, как точно можем мы сформулировать проблематичность базисного предложения? На каком основании при- 10 верженец «фальсифицируемой» теории может подать апелляцию и выиграть дело?

Кто-то мог бы сказать, что следует продолжать проверку базисного предложения (или фальсифицирующей гипотезы) «по их дедуктивно выводимым следствиям» до тех пор, пока не будет достигнуто со- 15 глашение. При этом так же дедуктивно выводятся следствия из базисного предложения при помощи проверяемой теории или какой-то иной теории, которую считают непроблематичной. Хотя эта процедура «не имеет естественного конца», всегда можно 20 прийти к такому положению, когда разногласия утихнут<sup>122</sup>.

Но когда теоретик подает апелляцию против приговора экспериментатора, на суде подвергают перекрестному допросу не само по себе базисное 25 предложение, а скорее *интерпретативную теорию*, на основании которой определяется истинность этого предложения.

Типичным примером успешной апелляции является борьба сторонников Проута против неблагоприятных 30 экспериментальных данных с 1815 по 1911 гг. В течение десятилетий теория Проута (Т) — «все атомы состоят из атомов водорода и, таким образом, “атомные веса” всех химических элементов должны выражаться целыми числами» — и фальсифицирующие 35 «наблюдательные» гипотезы, вроде «опровержения» Стаса (R) — «атомный вес хлора = 35,5» — противо-

<sup>121</sup> [161, с. 107].

<sup>122</sup> См. об этом [161, гл. 29; русск. перев., с. 138].



стояли друг другу. Как известно, в конце концов Т восторжествовала над R<sup>123</sup>.

Первая стадия любой серьезной критики научной теории заключается в том, чтобы реконструировать, улучшить ее логическую, дедуктивную стройность. Прделаем это с теорией Проута, сопоставляя ее с опровержением Стаса. Прежде всего, надо понять, что в приведенной выше формулировке Т и R *не противоречат* друг другу. (Вообще говоря, физики редко проясняют свои теории до той степени, когда критику легко поймать их на слове.) Чтобы показать противоречие между ними, надо придать им следующую форму Т = «атомный вес всех чистых (однородных) химических элементов кратен атомному весу водорода»; Р = «хлор есть чистый (однородный) химический элемент и его атомный вес равен 35,5». Последнее утверждение имеет форму фальсифицирующей гипотезы, которая, будучи хорошо подкреплённой, позволила бы использовать базисные предложения типа В: «Хлор Х есть чистый химический элемент и его атомный вес — 35,5», где Х — имя собственное «кусочка» хлора с определенными, например, пространственно-временными параметрами.

Но насколько хорошо подкреплёно R? Первая часть этого предложения (R<sub>1</sub>) говорит: «Хлор Х — чистый химический элемент». Это приговор химика-экспериментатора, строго применившего «экспериментальную технику» того времени.

Теперь рассмотрим тонкую структуру R<sub>1</sub>. Она является конъюнкцией двух более пространных предложений T<sub>1</sub> и T<sub>2</sub>.

T<sub>1</sub> должно было бы звучать так: «Если некоторое количество газа было подвергнуто семнадцати

<sup>123</sup> Агасси утверждает, что этот пример показывает, что мы можем «удерживать гипотезу перед лицом известных фактов, надеясь на то, что факты сами прилягут к теории, а не придется искать другой путь» [4, с. 18]. Но каким, образом прилягут факты? При каких особых условиях теория выигрывает спор? Агасси не отвечает на этот вопрос.

процедурам химической очистки  $p_1, p_2, \dots, p_{17}$ , то, что осталось от этого количества после очистки есть чистый хлор».  $T_2$  — «X подвергался 17 процедурам  $p_1, p_2, \dots, p_{17}$ ». Добросовестный «экспериментатор» тщательно применил все семнадцать процедур, следовательно,  $T_2$  должно быть принято. Но вывод «то, что осталось после очистки есть чистый хлор» является «твердо установленным фактом» только благодаря  $T_1$ . Это значит, что экспериментатор, *проверяя*  $T$ , *применяет*  $T_1$ . То, что он наблюдает в эксперименте, *интерпретируется* на основании  $T_1$ .  $R_1$  есть результат этой интерпретации. Однако *в монотеоретической дедуктивной модели всей ситуации проверки эта интерпретативная теория вообще не фигурирует.*

А что если интерпретативная теория  $T_1$  ложна? Почему не «применить»  $T$ , а не  $T_1$ , и утверждать, что атомные веса *должны* быть целыми числами? Тогда это будет «твердо установленный факт» на основании  $T$ , а  $T_1$  будет отвергнута. Тогда, может быть, пришлось бы изобретать и применять какие-то новые дополнительные процедуры очистки

Проблема тогда *не в том*, когда мы должны удерживать «теорию» перед лицом «известных фактов», а когда поступать иначе Проблема также не в том, что делать, когда «теории» расходятся с «фактами». Такое «расхождение» предполагается только «*монотеоретической дедуктивной моделью*», *валяется* ли высказывание «фактом» или «теорией» — в данном контексте проверочной ситуации это зависит от нашего методологического решения «Эмпирический базис» теории — это понятие *относительное* к некоторой монотеоретической дедуктивной модели. Оно годится как первое приближение, но когда речь идет об «апелляции» теоретика, нужно переходить *к плюралистической модели.*

В плюралистической модели расхождение имеет место не между «теорией» и «фактами», а между двумя теориями высших уровней: между *интерпретативной* теорией, с помощью которой возникают факты, 40



и *объяснительной* теорией, при помощи которой эти факты получают объяснение. Интерпретативная теория может быть столь же высокого уровня, что и объяснительная теория. Поэтому расхождение имеет место не между более высокой по уровню теорией и более низкой по своему логическому статусу фальсифицирующей гипотезой.

Проблема не в том, реально ли «опровержение», а в том, как быть с противоречием между проверяемой «объяснительной теорией» и «интерпретативными» теориями (выраженными явно или неявно). Можно сказать иначе, *проблема состоит в том, какую теорию считать интерпретативной, то есть обеспечивающей «твердо установленные факты», а какую — объяснительной, «гипотетически» объясняющей их.*

В монотеоретической модели мы рассматриваем теорию более высокого уровня как *объяснительную, которая должна проверяться фактами*, доставляемыми извне (авторитетными экспериментаторами), а в случае расхождения между ними, отбрасывается объяснение<sup>124</sup>.

В плюралистической модели можно решать иначе: рассматривать теорию более высокого уровня как *интерпретативную, которая судит «факты»*, получаемые извне, в случае расхождения можно отбросить эти «факты» как «монстров». В плюралистической модели несколько теорий — более или менее дедуктивно организованных — спаяны вместе.

<sup>124</sup> Понятно, что решение использовать некоторую монотеоретическую модель имеет жизненное значение для наивного фальсификациониста, позволяя ему отбросить теорию единственно на основании экспериментальных данных. Это соответствует неизбежному для него строгому различению (по крайней мере, в проверочных ситуациях) двух компонентов научного знания: проблематичного и неproblemатичного. И когда он предлагает свою дедуктивную модель критицизма, то в ней именно теория, рассматривается как проблематичное знание.



Уже одного этого достаточно, чтобы убедиться в том, что сделанный ранее вывод верен. Экспериментам не так просто опрокинуть теорию, никакая теория не запрещает ничего заранее. Дело обстоит не так, что мы предлагаем теорию, а Природа может крикнуть «НЕТ»; скорее, мы предлагаем целую связку теорий, а Природа может крикнуть: «ОНИ НЕ-СОВМЕСТИМЫ»<sup>125</sup>.

Тогда проблема замены теории, опровергнутой «фактами», *уступает место* новой проблеме — как разрешить противоречия между тесно связанными теориями. Какую из несовместимых теорий следует элиминировать? Утонченный фальсификационист может легко ответить на этот вопрос: надо попытаться заменить первую, потом вторую, потом, возможно, обе и выбрать такое новое их сочетание, которое обеспечит наибольшее увеличение подкрепленного содержания и тем самым поможет прогрессивному сдвигу проблем<sup>126</sup>.

Таким образом, мы определили процедуру апелляции в том случае, когда теоретик подвергает сомне-

<sup>125</sup> Надо ответить на возможное возражение: «Природа не нужна для того, чтобы узнать о противоречивости ряда теорий. В отличие от ложности, противоречивость может быть установлена и без ее помощи». На самом деле «НЕТ», произнесенное Природой, в рамках монотеоретической методологии принимает форму усиленного «потенциального фальсификатора», то есть предложения, которое, так сказать, приписывается Природе и которое является отрицанием нашей теории. В рамках плюралистической методологии «НЕСОВМЕСТИМО» как возглас Природы обретает статус «фактуального» высказывания, сформулированного в свете одной из участвующих в игре теорий, произнесенного, по нашему мнению, Природой; будучи добавленным к предложенным теориям оно превращает их связку в противоречивую систему.

<sup>126</sup> Например, в ранее приведенном примере можно попытаться заменить теорию гравитации, затем — радио-оптику; мы выбираем такой путь, который дает более впечатляющий рост знания, более прогрессивный сдвиг проблем.



нию приговор экспериментатора. Теоретик может потребовать от экспериментатора уточнения его «интерпретативной теории»<sup>127</sup> и затем может заменить ее — к досаде экспериментатора — лучшей теорией, на основании которой его первоначально «опровергнутая» теория может получить позитивную оценку<sup>128</sup>.

Но даже эта процедура апелляции может только *отсрочить* конвенциональное решение. Приговор апелляционного суда тоже ведь не является непогрешимым. Решив вопрос о том, замена какой теории — «интерпретативной» или «объяснительной» — обеспечивает новые факты, нам приходится решать дру-

<sup>127</sup> Критицизм не предполагает вполне четкой дедуктивной структуры: он создает ее. (Кстати, это основная идея моей работы [92]).

<sup>128</sup> Классическим примером может служить отношение Ньютона к Флэмстиду, первому королевскому астроному. Так, Ньютон посетил Флэмстида 1 сентября 1694 г., работая в то время над своей лунной теорией. Он предложил Флэмстиду переинтерпретировать некоторые из его данных, так как они противоречили его, Ньютона, теории, причем он точно разъяснил астроному, как это сделать. Флэмстид согласился с Ньютоном и написал ему 7 октября: «С тех пор, как Вы возвратились домой, я проверял наблюдения, которые мною применялись в решении наиболее важных уравнений земной орбиты; рассматривая положения Луны в разные моменты времени. ... Я нашел, что Вы можете вычесть из них примерно 20" (если, как Вы уверены, Земля наклонена в ту сторону, на которой в это время находится Луна)». Таким образом, Ньютон постоянно критиковал и корректировал «наблюдательные» теории Флэмстида. Например, он предлагал ему более стройную теорию рефракции в земной атмосфере. Флэмстид соглашался с этим и скорректировал свои первоначальные «данные». Можно понять постоянное унижение и постепенно нараставшую ярость этого крупного наблюдателя, чьи данные подвергались критике и улучшались человеком, который, по собственному признанию, сам не делал никаких наблюдений. Именно это чувство, как я догадываюсь, привело, в конце концов, к злобным личным нападкам.

гой вопрос: принять или отвергнуть базисные высказывания. А это значит, что мы только *отложили* — и, возможно, *улучшили* — решение, но не избежали его<sup>129</sup>. Трудности с эмпирическим базисом, перед которыми стоял «наивный фальсификационизм», не преодолеваются и «утонченным» фальсификационизмом. Даже если рассматривать теорию как «фактуальную», иначе говоря, если наше медлительное и ограниченное воображение не может предложить другую, альтернативную теорию, то нам приходится, хотя бы на время и для данного случая, принимать решение о ее истинности. *И все же опыт продолжает оставаться «беспристрастным арбитром» — в некотором существенном смысле научной полемики*<sup>130</sup>. Мы не можем отделаться от проблемы «эмпирического базиса», если хотим учиться у опыта<sup>131</sup>; но мы можем сделать познание менее догматичным, хотя и менее быстрым, и менее драматичным. Полагая некоторые «наблюдательные» теории проблематическими, мы можем придать методологии больше гибкости; но нам не удастся окончательно выяснить и включить в критическую дедуктивную модель *все* «предпосылочное знание» (может быть, «предпосылочное незнание»?). Этот процесс должен быть постепенным, и в каждый данный момент мы должны быть готовы пойти на определенные соглашения.

Против утонченного методологического фальсификационизма может быть одно возражение, ответить на которое нельзя, не сделав определенной уступки «симплицизму» Дюгема. Возражение касается так называемого «парадокса присоединения». Согласно на-

<sup>129</sup> То же самое относится к решениям третьего типа. Если мы отбрасываем стохастическую гипотезу только, когда имеем другую, заменяющую ее в указанном смысле, то точная форма «правил отбрасывания» становится менее важной.

<sup>130</sup> [157, т. 2, гл. 23, с. 218; русск. перев., т. II. с. 252].

<sup>131</sup> Агасси, следовательно, неправ, утверждая, что «данные наблюдения могут считаться ложными, а потому проблема эмпирического базиса устранима» [4, с. 20].





- шим определениям, присоединение к теории совершенно не связанной с ней гипотезы низшего уровня может создать «прогрессивный сдвиг проблем». Избежать такого паллиативного сдвига трудно, если не настаивать на том, что «дополнительные утверждения должны быть связаны с противоречащим утверждением *более тесно*, чем только посредством конъюнкции»,<sup>132</sup> <что означало бы, конечно, и более тесную связь дополнительных гипотез с проверяемой теорией. — *Доб. перев.*>. Конечно, это своего рода критерий простоты, гарантирующий непрерывность ряда теорий, образующего *единый* сдвиг проблем.

- Отсюда следуют новые проблемы. Характерным признаком утонченного фальсификационизма является то, что он вместо понятия *теории* вводит в логику открытия в качестве основного понятие *ряда теорий*. Именно *ряд или последовательность теорий*, а не одна *изолированная теория*, оценивается с точки зрения научности или ненаучности. Но элементы этого ряда связаны замечательной *непрерывностью*, позволяющей называть этот ряд *исследовательской программой*. Такая *непрерывность* — понятие, заставляющее вспомнить «нормальную науку» Т. Куна — играет жизненно важную роль в истории науки; центральные проблемы логики открытия могут удовлетворительно обсуждаться только в рамках *методологии исследовательских программ*.

<sup>132</sup> [55, с. 226; русск. перев., с. 423].

### 3. Методология научных исследовательских программ

Мы рассмотрели проблему объективной оценки научного развития, используя понятия прогрессивного и регрессивного сдвигов проблем в последовательности научных теорий. Если рассмотреть наиболее значительные последовательности, имевшие место в истории науки, то видно, что они характеризуются *непрерывностью*, связывающей их элементы в единое целое. Эта непрерывность есть не что иное, как развитие некоторой исследовательской программы, начало которой может быть положено самыми абстрактными утверждениями. Программа складывается из методологических правил, часть из них — это правила, указывающие каких путей исследования нужно избегать (отрицательная эвристика), другая часть — это правила, указывающие, какие пути надо избирать и как по ним идти (положительная эвристика)<sup>133</sup>.

Даже наука как таковая может рассматриваться как гигантская исследовательская программа, подчиняющаяся основному эвристическому правилу Поппера: «выдвигай гипотезы, имеющие большее эмпирическое содержание, чем у предшествующих». Такие методологические правила, как заметил Поппер, могут формулироваться как метафизические принци-

---

<sup>133</sup> Можно было бы сказать, что положительная и отрицательная эвристики дают вместе примерное (неявное) определение «концептуального каркаса» (и, значит, языка). Поэтому, если история науки понимается как история исследовательских программ, а не теорий, в этом приобретает определенный смысл утверждение о том, что история науки есть история концептуальных каркасов или языков науки.

пы<sup>134</sup>. Например, общее правило конвенционалистов, по которому исследователь не должен допускать исключений, может быть записано как метафизический принцип: «Природа не терпит исключений». Вот почему Уоткинс называл такие правила «влиятельной метафизикой»<sup>135</sup>.

Но, прежде всего, меня интересует не наука в целом, а *отдельные* исследовательские программы, такие, например, как «картезианская метафизика». Эта метафизика или механистическая картина универсума, согласно которой вселенная есть огромный часовой механизм (и система вихрей), в котором толчок является единственной причиной движения, функционировала как мощный эвристический принцип. Она тормозила разработку научных теорий, подобных ньютоновской теории дального действия (в ее «эссенциалистском» варианте), которые были несовместимы с ней, выступая как отрицательная эвристика. Но с другой стороны, она стимулировала разработку вспомогательных гипотез, спасающих ее от явных противоречий с данными (вроде эллипсов Кеплера), выступая как положительная эвристика<sup>136</sup>.

<sup>134</sup> [161, гл. 11 и 70]. Здесь слово «метафизический» употребляется как технический термин наивного фальсификационизма: высказывание является «метафизическим», если оно не имеет «потенциальных фальсификаторов».

<sup>135</sup> См. [200]. Уоткинс предупреждает, что «логический разрыв между предложениями и предписаниями в метафизико-методологической сфере обнаруживает себя уже в том, что тот же самый ученый, который отвергает метафизическое учение как таковое, может следовать ему же, если оно выражено в форме предписывающих высказываний (с. 356–357).

<sup>136</sup> Об этой «картезианской исследовательской программе» см. [160] и [200, с. 350–351].

а) *Отрицательная эвристика:*  
*«твердое ядро» программы*

У всех исследовательских программ есть «твердое ядро». Отрицательная эвристика запрещает использовать *modus tollens*, когда речь идет об утверждениях, включенных в «твердое ядро». Вместо этого, мы должны напрягать нашу изобретательность, чтобы прояснить, развивать уже имеющиеся или выдвигать новые «вспомогательные гипотезы», которые образуют *защитный пояс* вокруг этого ядра; *modus tollens* своим острием направляется именно на эти гипотезы. Защитный пояс должен выдержать главный удар со стороны проверок, защищая таким образом окостеневшее ядро, он должен приспособливаться, переделываться или даже полностью заменяться, если того требуют интересы обороны. Если все это дает прогрессивный сдвиг проблем, исследовательская программа может считаться успешной. Она неуспешна, если это приводит к регрессивному сдвигу проблем.

Классический пример успешной исследовательской программы — теория тяготения Ньютона. Быть может, это самая успешная из всех когда-либо существовавших исследовательских программ. Когда она возникла впервые, вокруг нее был океан «аномалий» (если угодно, «контрпримеров»), и она вступала в противоречие с теориями, подтверждающими эти аномалии. Но, проявив изумительную изобретательность и блестящее остроумие, ньютонианцы превратили один контрпример за другим в подкрепляющие примеры. И делали они это главным образом за счет ниспровержения тех исходных «наблюдательных» теорий, на основании которых устанавливались эти «опровергающие» данные. Они «каждую новую трудность превращали в новую победу своей программы»<sup>137</sup>.

Отрицательная эвристика ньютоновской программы запрещала применять *modus tollens* к трем ньютоновским законам динамики и к его закону тя-

<sup>137</sup> [100, кн. 4, гл. 11].

готения. В силу методологического решения сторонников этой программы это «ядро» полагалось неопровержимым; считалось, что аномалии должны вести лишь к изменениям «защитного пояса» вспомогательных гипотез и граничных условий<sup>138</sup>.

Ранее мы рассмотрели схематизированный «микро-пример» ньютоновского прогрессивного сдвига проблем<sup>139</sup>. Его анализ показывает, что каждый удачный ход в этой игре позволяет предсказать новые факты, увеличивает эмпирическое содержание. Перед нами пример *устойчиво прогрессивного теоретического сдвига*. Далее, каждое предсказание, в конечном счете, подтверждается, хотя, могло бы показаться, что в трех последних случаях они сразу же «опровергались»<sup>140</sup>. Если в наличии «теоретического прогресса» (в указанном здесь смысле) можно убедиться немедленно, то с «эмпирическим прогрессом» дело сложнее. Работая в рамках исследовательской программы, мы можем впасть в отчаяние от слишком долгой серии «опровержений», прежде чем какие-то остроумные и, главное, удачные вспомогательные гипотезы, позволяющие увеличить эмпирическое содержание, не превратят — *задним числом* — череду поражений в историю громких побед. Это делается либо переоценкой некоторых ложных «фактов», либо введением новых вспомогательных гипотез. Нужно, чтобы каждый следующий шаг исследовательской программы направлялся к увеличению содержания, иными словами, содействовал *последовательно прогрессивному теоретическому сдвигу проблем*.

<sup>138</sup> На самом деле твердое ядро программы, конечно, не возникает в полном боевом снаряжении, подобно Афине из головы Зевса. Оно вырабатывается постепенно в долгом подготовительном процессе проб и ошибок. Но здесь мы не будем обсуждать этот процесс.

<sup>139</sup> Реальные примеры приведены в [98].

<sup>140</sup> Такое «опровержение» каждый раз успешно отклонялось при помощи «скрытых лемм» то есть таких лемм, которые возникают из ограничения *ceteris paribus*.



Кроме того, надо, чтобы, по крайней мере, время от времени это увеличение содержания подкреплялось ретроспективно; программа в целом должна рассматриваться как *дискретно прогрессивный эмпирический сдвиг*. Это не значит, что каждый шаг на этом пути 5 должен *непосредственно* вести к *наблюдаемому* новому факту. Тот смысл, в котором здесь употреблен термин «дискретно», обеспечивает достаточно *разумные* пределы, в которых может оставаться догматическая приверженность программе, столкнувшаяся 10 с *кажущимися* «опровержениями».

Идея «отрицательной эвристики» научной исследовательской программы в значительной степени придает рациональный смысл классическому конвенционализму. Рациональное решение состоит в том, 15 чтобы не позволить «опровержениям» переносить ложность на твердое ядро до тех пор, пока подкрепленное эмпирическое содержание защитного пояса вспомогательных гипотез продолжает увеличиваться. Но наш подход отличается от джастификационистского конвенционализма Пуанкаре тем, что мы предлагаем отказаться от твердого ядра в том случае, если программа больше не позволяет предсказывать 20 ранее неизвестные факты. Это означает, что, в отличие от конвенционализма Пуанкаре, мы допускаем 25 возможность того, что при определенных условиях твердое ядро, *как мы его понимаем*, может разрушиться. В этом мы ближе к Дюгему, допускавшему такую возможность. Но если Дюгем видел только *эстетические* причины такого разрушения, то наша 30 оценка зависит главным образом от логических и эмпирических критериев.



б) *Положительная эвристика:  
конструкция «защитного пояса»  
и относительная автономия  
теоретической науки*

Исследовательским программам, наряду с отрицательной, присуща и положительная эвристика.

Даже самые динамичные и последовательно прогрессивные исследовательские программы могут «переварить» свои «контрпримеры» только постепенно. Аномалии никогда полностью не исчезают. Но не надо думать, будто не получившие объяснения аномалии — «головоломки», как их назвал бы Т. Кун, — берутся наобум, в произвольном порядке, без какого-либо обдуманного плана. Этот план обычно составляется в кабинете теоретика, независимо от известных аномалий. Лишь немногие теоретики, работающие в рамках исследовательской программы, уделяют большое внимание «опровержениям». Они ведут дальновидную исследовательскую политику, позволяющую предвидеть такие «опровержения». Эта политика, или программа исследований, в той или иной степени предполагается *положительной эвристикой* исследовательской программы. Если отрицательная эвристика определяет «твердое ядро» программы, которое, по решению ее сторонников, полагается «неопровержимым», то положительная эвристика складывается из ряда доводов, более или менее ясных, и предположений, более или менее вероятных, направленных на то, чтобы изменять и развивать «опровержимые варианты» исследовательской программы, как модифицировать, уточнять «опровержимый» защитный пояс.

Положительная эвристика выручает ученого от замешательства перед океаном аномалий. Положительной эвристикой определяется программа, в которую входит система более сложных *моделей* реальности; внимание ученого сосредоточено на конструировании моделей, соответствующих тем инструкциям, какие изложены в позитивной части его программы.

На *известные* «контрпримеры» и наличные данные он просто не обращает внимания<sup>141</sup>.

Ньютон вначале разработал свою программу для планетарной системы с фиксированным точечным центром — Солнцем и единственной точечной планетой. Именно в этой модели был выведен закон обратного квадрата для эллипса Кеплера. Но такая модель запрещалась третьим законом динамики, а потому должна была уступить место другой модели, в которой и Солнце, и планеты вращались вокруг общего центра притяжения. Такое изменение мотивировалось вовсе не наблюдениями (не было «данных», свидетельствующих об аномалии), а теоретическим затруднением в развитии программы. Затем им была разработана программа для большего числа планет так, как если бы существовали только гелиоцентрические и не было бы никаких межпланетных сил притяжения. Затем он разработал модель, в которой Солнце и планеты были уже не точечными массами, а массивными сферами. И для этого изменения ему *не были нужны* наблюдения каких-то аномалий; ведь бесконечные значения плотности запрещались, хотя и в неявной форме, исходными принципами теории, поэтому планеты и Солнце *должны были* обрести объем. Это повлекло за собой серьезные математические трудности, задержавшие публикацию «Начал» более чем на десять лет. Решив эту «головоломку», он приступил к работе над моделью с *«вращающимися сферами»* и их колебаниями. Затем в модель были введены межпланетные силы и начата работа над решением задач с возмущениями орбит.

<sup>141</sup> Если ученый (или математик) обладает положительной эвристикой, он отказывается быть втянутым в наблюдения. Он будет «лежать на кушетке закрыв глаза и забыв о данных». (Ср. [92, особенно с. 300 и далее; русск. перев., с. 98 и далее], где приведен подробный анализ одной из таких программ). Конечно, он между делом задает Природе неглупые вопросы, ему нравится, когда Природа отвечает «ДА», но ничуть не огорчает, когда она возражает «НЕТ».



С этого момента взгляд Ньютона на факты стал более тревожным. Многие факты прекрасно объяснялись его моделями (качественным образом), но другие не укладывались в схему объяснения. Именно тогда он начал работать с моделями *деформированных*, а не строго шарообразных планет и т.д.

Ньютон презирал тех, кто подобно Р. Гуку застревал на первой наивной модели и не обладали ни достаточными способностями, ни упорством, чтобы развить ее в исследовательскую программу, полагая, что уже первый вариант и образует «научное открытие». Сам он воздерживался от публикаций до тех пор, пока его программа не пришла к состоянию замечательного прогрессивного сдвига<sup>142</sup>.

Большинство «головоломок» Ньютона (если не все), решение которых давало каждый раз новую модель, приходившую на место предыдущей, можно было предвидеть еще в рамках первой наивной модели; нет сомнения, что сам Ньютон и его коллеги предвидели их. Очевидная ложность первой модели не могла быть тайной для Ньютона<sup>143</sup>. Именно этот факт

<sup>142</sup> Г. Рейхенбах вслед за Кэджори дает иное объяснение задержки Ньютоном публикации его «Начал»: «К своему разочарованию он нашел, что наблюдения не согласуются с его результатами вычислений. Вместо того чтобы предложить теорию сколь бы ни была она прекрасна не считаясь с фактами он предпочел положить ее в стол где его рукопись и пролежала так долго. Лишь приблизительно двадцать лет спустя после новых измерений окружности земли, сделанных французской экспедицией, Ньютон понял, что геометрические данные, которыми он пользовался, проверяя свою теорию, были неправильными и что новые данные согласуются с его теоретическими вычислениями. И только после этого он опубликовал свой закон. Эта история с Ньютоном — одна из самых ярких иллюстраций метода современной науки» [174, с. 101–102]. П. Фейерабенд подверг критике описание Рейхенбаха, но не дал альтернативного объяснения [55, с. 229].

<sup>143</sup> Более подробно об исследовательской программе Ньютона см. [98].

лучше всего говорит о существовании положительной эвристики исследовательской программы, о «моделях», с помощью которых происходит ее развитие. «Модель» — это множество граничных условий (возможно, вместе с некоторыми «наблюдательными» 5 теориями), о которых известно, что они должны быть заменены в ходе дальнейшего развития программы. Более или менее известно даже каким способом. Это еще раз говорит о том, какую незначительную роль в исследовательской программе играют «опровержения» 10 какой-либо конкретной модели; они полностью предвидимы, и положительная эвристика является стратегией этого предвидения и дальнейшего «переваривания». Если положительная эвристика ясно определена, то трудности программы имеют скорее 15 математический, чем эмпирический характер<sup>144</sup>.

«Положительная эвристика» исследовательской программы также может быть сформулирована как «метафизический принцип». Например, ньютоновскую программу можно изложить в такой формуле: 20 «Планеты — это вращающиеся волчки приблизительно сферической формы, притягивающиеся друг к другу». Этому принципу никто и никогда в точности не следовал: планеты обладают не *одними только* гравитационными свойствами, у них есть, например, элект- 25 ромагнитные характеристики, влияющие на движение. Поэтому положительная эвристика является, вообще говоря, более гибкой, чем отрицательная. Более того, время от времени случается, что, когда исследова- 30 тельская программа вступает в регрессивную фазу, то маленькая революция или *творческий толчок* в ее положительной эвристике может снова подвинуть ее в сторону прогрессивного сдвига<sup>145</sup>. Поэтому лучше от- 35 делить «твердое ядро» от более гибких метафизических принципов, выражающих положительную эвристику.

<sup>144</sup> См. об этом [195].

<sup>145</sup> Типичными примерами таких творческих толчков являются вклад Содди в программу Проута или Паули в программу Бора (старую квантовую теорию).



Наши рассуждения показывают, что положительная эвристика играет первую скрипку в развитии исследовательской программы при почти полном игнорировании «опровержений»; может даже возникнуть впечатление, что как раз «верификации», а не опровержения создают точки соприкосновения с реальностью<sup>146</sup>. Хотя надо заметить, что любая «верификация»  $n + 1$  варианта программы является опровержением  $n$ -го варианта, но ведь нельзя отрицать, что некоторые неудачи последующих вариантов всегда можно предвидеть. Именно «верификации» поддерживают продолжение работы программы, несмотря на непокорные примеры.

Мы можем оценивать исследовательские программы даже после их «элиминации» по их *эвристической силе*: сколько новых фактов они дают, насколько велика их способность «объяснить опровержения в процессе роста»?<sup>147</sup>

(Мы можем также оценить их по тем стимулам, какие они дают математике. Действительные трудности ученых-теоретиков проистекают скорее из *математических трудностей* программы, чем из аномалий. Величие ньютоновской программы в значительной мере определяется тем, что ньютонианцы развили классическое исчисление бесконечно малых величин, что было решающей предпосылкой ее успеха.)

Таким образом, методология научных исследовательских программ объясняет *относительную автономию теоретической науки*: исторический факт, рациональное объяснение которому не смог дать ран-

<sup>146</sup> «Верификация» есть подкрепление добавочного содержания в развивающейся программе. Но, разумеется, «верификация» не верифицирует программу, она только показывает ее эвристическую силу.

<sup>147</sup> См. [92, с. 324–330; русск. перев., с. 131–137]. К сожалению, в этой работе я не провел ясного методологического различения между теориями и исследовательскими программами и это ухудшило изображение исследовательской программы в неформальной квазиэмпирической математике.



ний фальсификационизм. То, какие проблемы подлежат рациональному выбору ученых, работающих в рамках мощных исследовательских программ, зависит в большей степени от положительной эвристики программы, чем от психологически неприятных, но технически неизбежных аномалий. Аномалии регистрируются, но затем о них стараются забыть, в надежде, что придет время и они обратятся в подкрепления программы. Повышенная чувствительность к аномалиям свойственна только тем ученым, кто занимается упражнениями в духе теории проб и ошибок или работает в регрессивной фазе исследовательской программы, когда положительная эвристика исчерпала свои ресурсы. (Все это, конечно, должно звучать дико для наивного фальсификациониста, полагающего, что раз теория «опровергнута» экспериментом (т. е. высшей для него инстанцией), то было бы нерационально, да к тому же и бессовестно, развивать ее в дальнейшем, а надо заменить старую пока еще не опровергнутой, новой теорией.)

### 6) Две иллюстрации: Проут и Бор

Диалектику положительной и отрицательной эвристики в исследовательской программе лучше всего показать на примерах. Поэтому я обрисую некоторые аспекты двух исследовательских программ, добившихся впечатляющих успехов: программы Проута, в основе которой была идея о том, что все атомы состоят из атомов водорода, и программы Бора с ее основной идеей о том, что световое излучение производится электроном, перескакивающим с одной внутриатомной орбиты на другую.

(Приступая к написанию исторического очерка, следует, полагая, придерживаться следующей процедуры: (1) произвести рациональную реконструкцию данного события; (2) попытаться сопоставить эту рациональную реконструкцию с действительной

историей, чтобы подвергнуть критике как рациональную реконструкцию — за недостаток историчности, — так и действительную историю — за недостаток рациональности. Поэтому всякому историческому исследованию должна предшествовать эвристическая проработка: история науки без философии науки слепа\*. Но здесь я не могу позволить себе подробно останавливаться на второй стадии этой процедуры.)

( $v_1$ ) *Проут: исследовательская программа, прогрессирующая в океане аномалий*

В анонимной статье 1815 г. Проут выдвинул утверждение о том, что атомные веса всех чистых химических элементов являются целыми числами. Он очень хорошо знал об огромном количестве аномалий, но говорил, что эти аномалии возникают потому, что обыкновенно употребляемые химические вещества *не были достаточно чистыми*. Другими словами, соответствующая «экспериментальная тех-

---

\* Этот парафраз кантовского изречения многократно цитировался и стал уже ассоциироваться с именем Лакатоса и его концепцией научной рациональности, проходящей постоянную проверку через сопоставление с историко-научными данными. Однако фраза эта была ходячей в среде европейских философов науки и не является каким-то изобретением Лакатоса. Одновременно с Лакатосом этот афоризм вводил в обращение К. Хюбнер (см.: *Хюбнер К.* Цит. соч. С. 115); впрочем, он перекликается с высказыванием А. Эйнштейна о связи между наукой и теорией познания: «Замечательный характер имеет взаимосвязь, существующая между наукой и теорией познания. Они зависят друг от друга. Теория познания без соприкосновения с наукой вырождается в пустую схему. Наука без теории познания (насколько это вообще мыслимо) становится примитивной и путаной» (*Эйнштейн А.* Собр. научн. трудов. Т. 4. М., 1967. С. 310). — *Прим. перев.*



ника» того времени была ненадежной; в принятой нами терминологии можно было бы сказать, что со-временные Проуту «наблюдательные» теории, на основании которых устанавливались значения истинности базисных предложений его теории, были 5 ложными<sup>148</sup>. Сторонники теории Прюта поэтому были вынуждены заняться весьма нелегким делом: показать несостоятельность теорий, выступающих основаниями для контрпримеров. Для этого требо- 10 валось ни много, ни мало — революционизировать признанную в то время аналитическую химию, чтобы на новой основе изменить экспериментальную технику, с помощью которой выделялись чистые химические элементы<sup>149</sup>.

Теория Прюта, по сути дела, опровергала одну 15 за другой теории, ранее применявшиеся в очистке химических веществ. Но при этом некоторые химики, не выдерживая напряжения, отказывались от новой исследовательской программы, первые успехи которой еще никак нельзя было назвать окончательной 20 победой. Например, Стас, доведенный до отчаяния некоторыми упрямыми, не поддающимися объяснению, фактами, в 1860 г. пришел к выводу, что теория

<sup>148</sup> Увы, все это скорее рациональная реконструкция чем действительная история. Пррут отвергал существование каких бы то ни было аномалий. Например, он утверждал, что атомный вес хлора в точности равен 36.

<sup>149</sup> Пррут отдавал себе отчет в некоторых основных методологических особенностях его программы. Вот несколько строк из его работы 1815 г. «Автор представляет свой труд публике с величайшей робостью. Но он верит, что значение этого труда будет оценено должным образом, а также, что найдутся те, кто попытается исследовать поднятую в нем проблему, прежде чем отвергнуть выводы автора или согласиться с ними. Даже если будет доказана их ошибочность, это исследование могло бы обнаружить еще неизвестные факты либо лучше установить уже знакомые, но если выводы автора найдут подтверждение, новый и заманчивый свет пролился бы на всю химическую науку» [171].



Проута лишена «каких-либо оснований»<sup>150</sup>. В то же время другие химики находились под большим впечатлением от успехов теории и не слишком горевали оттого, что успех не был полным.

- 5        Например, Мариньяк немедленно парировал вы-  
 воды Стаса: «Хотя эксперименты г. Стаса отличаются вполне удовлетворительной точностью, все же нет  
 10 доказательств против того, что различия, имеющие место между его результатами и следствиями из за-  
 кона Проута, могут быть объяснены несовершенством экспериментальных методов»<sup>151</sup>. Как заметил  
 Крукс в 1886 г., «немало химиков с безупречной ре-  
 15 путацией верили в то, что здесь [в теории Проута] истина заслонена некоторыми остаточными или по-  
 бочными явлениями, которые пока еще не удалось эли-  
 минировать»<sup>152</sup>. Это значило, что в «наблюдательных»  
 теориях, на которых основывалась «эксперименталь-  
 ная техника» химической очистки и с помощью ко-  
 20 торых вычислялись атомные веса, должны были  
 иметься какие-то *неявные дополнительные* ложные  
 допущения. По мнению Крукса, даже в 1886 г. «не-  
 некоторые атомные веса выражались просто средними  
 значениями»<sup>153</sup>. Сам Крукс подошел к этой идее, при-  
 25 дав ей научную форму (обеспечивающую увеличение  
 содержания): он предложил новые конкретные тео-  
 рии «фракционирования», нового «разделяющего  
 Демона»<sup>154</sup>. Но, увы, эти новые «наблюдательные»  
 теории были столь же ложными, сколь смелыми, и,

---

<sup>150</sup> Дж. К. Максвелл принял сторону Стаса, он полагал невозможным допущение двух видов водорода, «поскольку если бы некоторые молекулы были немного массивнее, чем другие, мы имели бы возможность разделять молекулы с различными массами, ибо тогда одни молекулы были бы несколько плотнее других. А так как этого сделать нельзя, надо признать, что все они подобны друг другу» [117].

<sup>151</sup> [116].

<sup>152</sup> [33].

<sup>153</sup> Там же.

<sup>154</sup> [33, с. 491].

не оказавшись в состоянии предсказывать какие-либо новые факты, они были элиминированы из (рационально реконструированной) истории науки.

Следующим поколениям химиков удалось обнаружить весьма существенное скрытое допущение, 5 вводящее в заблуждение исследователей; оно состояло в том, что два химически чистых элемента могут быть разделены только *химическими методами*. Идея о том, что два различных химически чистых элемента могут вести себя одинаково во всех *химических* 10 реакциях, но могут быть разделены *физическими* методами, требовала изменения, «растяжки», понятия «чистый элемент», что влекло за собой и понятийную «растяжку», расширение самой исследовательской программы<sup>155</sup>. Этот революционный, в высшей степени 15 творческий сдвиг был сделан только школой Резерфорда;<sup>156</sup> лишь «после многих превратностей и самых убедительных опровержений эта гипотеза, столь блестяще выдвинутая Проутом, эдинбургским физиком в 1815 г., спустя сто лет стала краеугольным камнем 20 современных теорий строения атомов»<sup>157</sup>. Однако этот творческий прорыв фактически был только побочным результатом прогресса в иной, достаточно далекой, исследовательской программе; сами же сторонники Проута, не имея этого *внешнего* стимула, 25 даже не пытались, например, построить мощные центрифуги — механизмы для разделения элементов.

(Когда «наблюдательные» или «интерпретативные» теории, в конце концов, элиминируются, то «точные» измерения, проводившиеся на основании не- 30 выгодных понятийных каркасов, выглядят — задним числом — скорее забавными. Содди высмеивал «экс-

<sup>155</sup> О «растяжке» понятий см. [92, ч. 4; русск. перев., с. 22–60].

<sup>156</sup> Этот сдвиг был предвосхищен в замечательной работе Крукса [34], где он заметил, что решение следует искать в новом различении «физического» и «химического». Но это предвосхищение осталось умозрительным; только Резерфорду и Содди удалось превратить его в научную теорию.

<sup>157</sup> [184, с. 50].



периментальную точность», если она является самоцелью: «Есть что-то трагичное, если не трагикомичное, в судьбе выдающейся плеяды химиков XIX века, по праву почитавшихся современниками за высшее мастерство и совершенство точных научных измерений. Ставшие делом их жизни, с таким трудом добытые результаты, по крайней мере на сегодня, выглядят столь же значимыми и интересными как, например, вычисления среднего веса в коллекции бутылок, одни из которых полные, а другие — более или менее пустые»<sup>158</sup>.

Подчеркнем, что в свете методологии исследовательских программ, предложенной здесь, никогда не было рациональных причин, по которым могла бы быть *элиминирована* программа Проута. Эта программа дала превосходный прогрессивный сдвиг, хотя и сталкивалась с серьезными препятствиями<sup>159</sup>. Этот эпизод показывает, как исследовательская программа может бросить вызов внушительному массиву признанного научного знания; она подобна растению, высаженному на неблагоприятной почве, которую затем постепенно преобразует и подчиняет себе.

История программы Проута также очень хорошо показывает, как прогресс науки тормозится джастификационизмом и наивным фальсификационизмом. (Обе эти концепции были на вооружении тех, кто выступал против атомной теории в XIX веке.) Исследование этого специфического влияния плохой методологии науки может стать благодарной задачей историка науки.

<sup>158</sup> Там же.

<sup>159</sup> Эти препятствия побуждали многих отдельных ученых отложить на неопределенный срок или даже отказаться от исследований в рамках программы и присоединиться к другим программам, положительная эвристика которых в то время позволяла достигать более легких успехов; нельзя понять вполне историю науки, не обращаясь к «психологии толпы».

(в<sub>2</sub>) Бор: исследовательская программа,  
прогрессирующая  
на противоречивых основаниях

Краткий очерк исследовательской программы 5  
Бора (ранней квантовой физики) послужит дальней-  
шей иллюстрацией и расширением нашего тезиса<sup>160</sup>.

Повествование об исследовательской програм- 10  
ме Бора должно включать: 1) изложение исходной  
проблемы; 2) указание отрицательной и положитель-  
ной эвристики; 3) проблемы, которые предполагалось  
решить в ходе ее развития; 4) указание момента, с ка-  
кого началась ее регрессия (если угодно, «точки на-  
сыщения»); 5) программу, пришедшую ей на смену.

Исходная проблема представляла собой загадку: 15  
каким образом атомы Резерфорда (то есть мельчай-  
шие планетарные системы с электронами, вращающи-  
мися вокруг положительных ядер) могут оставаться  
устойчивыми? дело в том, что, согласно хорошо под-  
крепленной теории электромагнетизма Максвелла— 20  
Лоренца, такие системы должны коллапсировать.  
Однако теория Резерфорда также была хорошо под-  
креплена. Идея Бора заключалась в том, чтобы не  
обращать внимания на противоречие и сознательно  
развить исследовательскую программу, «опровержи- 25  
мые» версии которой несовместимы с теорией Мак-  
свелла—Лоренца<sup>161</sup>. Он предложил пять постулатов,  
ставших *твердым ядром* его программы: «(1) Ис-  
пускание (или поглощение) энергии происходит не  
непрерывно, как это принимается в обычной элект- 30  
родинамике, а только при переходе системы из од-

<sup>160</sup> Историк науки скажет, что это скорее карикатура, чем  
действительный очерк истории; но я все же надеюсь, что он  
послужит своей цели. Кое-что в нем надо принимать не со  
щепоткой, а с целой горстью соли.

<sup>161</sup> В этом, конечно, еще один аргумент против тезиса Уиз-  
дома о том, что метафизические теории могут быть опроверг-  
нуты, если они противоречат хорошо подкрепленным научным  
теориям [209].



ного “стационарного” состояния в другое. (2) Динамическое равновесие системы в стационарных состояниях определяется обычными законами механики, тогда как для перехода системы между различными стационарными состояниями эти законы недействительны. (3) Испускаемое при переходе системы из одного стационарного состояния в другое излучение монохроматично и соотношение между его частотой  $\nu$  и общим количеством излученной энергии  $E$  дается равенством  $E = h\nu$ , где  $h$  — постоянная Планка. (4) Различные стационарные состояния простой системы, состоящей из вращающегося вокруг положительного ядра электрона, определяются из условия, что отношение между общей энергией, испущенной при образовании данной конфигурации, и числом оборотов электронов является целым кратным  $h/2$ . Предположение о том, что орбита электрона круговая, равнозначно требованию, чтобы момент импульса вращающегося вокруг ядра электрона был бы целым кратным  $h/2p$ . (5) “Основное” состояние любой атомной системы, т. е. состояние, при котором излученная энергия максимальна, определяется из условия, чтобы момент импульса каждого электрона относительно центра его орбиты равнялся  $h/2p$ »<sup>162</sup>.

Мы должны видеть решительное различие, имеющее важный методологический смысл, между тем конфликтом, в котором оказались программа Прутта и современное ему химическое знание, и конфликтом с современной физикой, в какой вступила программа Бора. Исследовательская программа Прутта объявила войну аналитической химии своего времени: ее положительная эвристика имела назначение разгромить своего противника и вытеснить его с занимаемых позиций. Программа Бора не имела подобной цели. Ее положительная эвристика, как бы ни была она успешна, все же заключала в себе противоречие с теорией Максвелла–Лоренца, оставляя его

<sup>162</sup> [13, с. 874; русск. перев., с. 147–148].

неразрешенным<sup>163</sup>. Чтобы решиться на такое, нужна была смелость даже большая, чем у Прюта; Эйнштейн мучился подобной идеей, но посчитал ее неприемлемой и отказался от нее<sup>164</sup>.

Мы видим, что *некоторые из самых значительных исследовательских программ в истории науки были привиты к предшествующим программам, с которыми находились в вопиющем противоречии*. Например, астрономия Коперника была «привита» к физике Аристотеля, программа Бора — к физике Максвелла. Джастификационист или наивный фальсификационист назовет такие «прививки» иррациональными, поскольку не допускают и мысли о росте знания на противоречивой основе. Поэтому они обычно прибегают к уловкам *ad hoc*, наподобие теории Галилея о круговой инерции или принципа соответствия, а затем и принципа дополнительности Бора, единственной целью которых является сокрытие этого «порока»<sup>165</sup>.

Когда же росток привитой программы войдет в силу, приходит конец мирному сосуществованию, симбиоз сменяется конкуренцией, и сторонники новой программы пытаются совершенно вытеснить старую.

Очень возможно, что успех его «привитой программы» позднее подтолкнул Бора к мысли, что противоречия в основаниях исследовательской программы могут и даже должны быть возведены в *принцип*, что такие противоречия не должны слишком заботить исследователя, что к ним можно просто привыкнуть. В 1922 г. Н. Бор пытался снизить стандарты научного критицизма: *«Самое большое, чего можно требовать*

<sup>163</sup> Н. Бор в это время считал, что теория Максвелла–Лоренца должна со временем быть заменена (теория протона, предложенная Эйнштейном, уже показала, что это необходимо).

<sup>164</sup> [77].

<sup>165</sup> В нашей методологии такие защитные уловки *ad hoc* не обязательны; но, с другой стороны, от них нет вреда до тех пор, пока сохраняется ясное понимание, что они знаменуют собой проблемы, а не их решения.



от теории [т. е. программы], — чтобы [устанавливаемые ею] классификации могли быть продвинуты достаточно далеко, с тем, что область наблюдаемого расширялась бы предсказаниями *новых* явлений»<sup>166</sup>.

- 5 (Это высказывание Бора напоминает фразу Даламбера, обнаружившего противоречивость оснований исчисления бесконечно малых величин: «Allez en avant et la foi vous viendra» [Шагай вперед и обретешь веру (*фр.*) — *Перев.*]. Маргенау замечает: «Можно понять тех, кто, воодушевляясь успехами теории, закрывает глаза на уродство ее архитектуры; атомная теория Бора — это башенка в стиле барокко на готическом основании классической электродинамики»<sup>167</sup>. Однако в действительности эти архитектурные «уродства» ни для кого не были «тайной», все видели их, но сознательно игнорировали — кто в большей, кто в меньшей степени — пока программа развивалась прогрессивно<sup>168</sup>. С точки зрения методологии исследовательских программ, такое отношение рационально, но только до того момента, когда стадия прогресса заканчивается: после этого апологетика «уродства» становится иррациональной.

- Надо отметить, что в 30–40 гг. Бор отказался от требования «новизны явлений» и был готов признать  
25 «единственной возможностью согласовывать многообразный материал из области атомных явлений, накапливавшийся день ото дня при исследовании этой новой отрасли знаний»<sup>169</sup>. Это означает, что Бор отступил на позицию «спасения явлений», в то время как Эйнштейн саркастически подчеркивал, что «нет такой теории, символы которой кто-то не смог бы подходящим способом увязать с наблюдаемыми величинами»)»<sup>170</sup>.

<sup>166</sup> [16], курсив мой.

<sup>167</sup> [115, с. 311].

<sup>168</sup> Зоммерфельд, например, игнорировал в большей степени, чем Бор.

<sup>169</sup> [21, с. 206].

<sup>170</sup> Цит. по [180, с. 170].



Однако *непротиворечивость* — в точном смысле этого термина<sup>171</sup> — *должна оставаться важнейшим регулятивным принципом* (стоящим вне и выше требования прогрессивного сдвига проблем); обнаружение *противоречий должно рассматриваться* как проблема\*. Причина проста. Если цель науки — истина, на-

<sup>171</sup> Два высказывания образуют противоречие, если их конъюнкция не имеет модели, т. е. не существует интерпретации их дескриптивных терминов, при которой эта конъюнкция истинна. В обычных рассуждениях термины используются в более широком смысле, чем в формальном дискурсе; некоторые дескриптивные термины получают фиксированную интерпретацию. В этом неформальном смысле два высказывания могут быть (слабо) противоречивыми при стандартной интерпретации некоторых смыслообразующих терминов, хотя формально, при нефиксированной интерпретации, они могут быть совместимыми. Например, первые теории спина электрона были несовместимы со специальной теорией относительности, если понятие «спин» получало стандартную («сильную») интерпретацию и поэтому рассматривалось как нерасширимый термин; но противоречие исчезало, если «спин» трактовался как неинтерпретированный дескриптивный термин. Не следует спешить со стандартными интерпретациями терминов, ибо выхолащивание значений может привести к бесплодию положительной эвристики программы (однако иногда именно стандартизация значений может оказаться прогрессивной). О демаркации между расширяемыми и нерасширимыми (дескриптивными и логическими) терминами в неформальном рассуждении см. [92, особенно с. 335; русск. перев., с. 144].

\* Эта формула И. Лакатоса допускает, по меньшей мере, три основных трактовки: обнаруженное противоречие проблематизирует функционирование теории в системе научного знания, стимулирует поиск разрешения этого противоречия, в том числе за счет выдвижения новых, альтернативных теорий, или за счет «улучшения» той теории, которая «поражена» противоречием; обнаруженное противоречие «локализуется» (введением специальных ограничений, применением особых логических правил вывода и др.), «помещенное в карантин» противоречие не мешает теории работать, если эта работа дает



ука должна добиваться непротиворечивости; отказываясь от непротиворечивости, наука отказалась бы и от истины. Утверждать, что «мы должны умерить нашу требовательность»<sup>172</sup>, то есть соглашаться с противоречиями — слабыми или сильными — значит предаваться методологическому пороку. С другой стороны, из этого не следует, что как только противоречие — или аномалия — обнаружено, развитие программы должно немедленно приостанавливаться; разумный выход может быть в другом: устроить для данного противоречия временный карантин при помощи гипотез *ad hoc* и довериться положительной эвристике программ. Именно так поступали даже математики, как свидетельствуют примеры первых вариантов исчисления бесконечно малых и наивной теории множеств<sup>173</sup>.

положительные результаты; обнаруженное противоречие радостно приветствуется как свидетельство того, что научная теория помогла раскрыть «глубинное противоречие» той объектной области, ради исследования которой конструировалась. Последняя трактовка имеет сторонников среди некоторых философов, упрощенно усвоивших уроки диалектики.

Лакатос особенно интересовался первой трактовкой; то, что противоречивые теории не отбрасываются, а исследовательские программы, включающие эти теории, продолжают использовать свой потенциал положительной эвристики, по его мнению свидетельствовало о принципиальной ограниченности такой теории научной рациональности, которая не желает считаться с фактами реальной научной истории и практики, догматически настаивая на безусловном выполнении требований логики — анафематствования противоречия. Теория рациональности не сводится к логике — в этом и состоит один из важнейших уроков, которые методологическая концепция должна усвоить из обращения к истории науки, да и ко всей реальности, в которой происходит процесс научного познания. — *Прим. перев.*

<sup>172</sup> [16, заключительный параграф].

<sup>173</sup> Наивные фальсификационисты готовы увидеть в подобном либерализме чуть ли не преступление против разума. Их главный аргумент звучит примерно так: «Если мы станем допускать противоречия, мы должны будем расстаться со вся-



(С этой точки зрения, интересно отметить двойственную роль, какую «принцип соответствия» Бора играл в его программе. С одной стороны, это был важный эвристический принцип, способствовавший выдвиганию множества новых научных гипотез, позволявших, в свою очередь, обнаруживать новые факты, особенно в области интенсивности спектральных линий<sup>174</sup>. С другой стороны, он выступал в роли защитного механизма, позволявшего «до предела использовать понятия классических теорий — механики и электродинамики — несмотря на противоположность между этими теориями и квантом действия»<sup>175</sup>, вместо того, чтобы настаивать на безотлагательной унификации программы. В этой второй роли принцип соответствия уменьшал степень проблематичности боровской программы<sup>176</sup>).

ким видом научной деятельности; это будет равносильно полному распаду науки. Сказанное легко подкрепить, доказав, что если допущены два противоречивых высказывания, то по необходимости допустимы какие угодно высказывания. В самом деле, логически мы вправе выводить из пары противоречивых высказываний вообще любое высказывание... Теория, включающая противоречие, поэтому совершенно бесполезна в качестве теории» [156, русск. перев., с. 35, 38]. Справедливости ради надо отметить, что здесь Поппер выступает против гегелевской диалектики, в которой противоречие объявляется достоинством, и он совершенно прав, указывая на опасность этого. Но Поппер никогда не анализировал примеры эмпирически (или не-эмпирически) прогрессивного развития знания, покоящегося на противоречивых основаниях; в 24-й главе его «Логики» прямо говорится о непротиворечивости как о требовании к научной теории, не допускающем никаких исключений.

<sup>174</sup> См.: [87].

<sup>175</sup> [19, русск. перев., с. 113].

<sup>176</sup> М. Борн в своем живом описании принципа соответствия также указывает на двойственность его оценки: «Искусство угадывания правильных формул, которые отклоняются от классических, но переходят в них в смысле принципа соответствия, было значительно усовершенствовано» [25, русск. перев., с. 304].

5 Разумеется, исследовательская программа квантовой теории в целом была «привитой программой» и поэтому вызывала неприязнь у физиков с глубоко консервативными взглядами, например, у Планка. По отношению к «привитой программе» вообще возможны две крайние и равно нерациональные позиции.

10 *Консервативная позиция* заключается в том, что развитие новой программы должно быть приостановлено до тех пор, пока не будет каким-то образом устранено противоречие со старой программой, затрагивающее основания обеих программ: работать с противоречивыми основаниями иррационально. «Консерваторы» направляют основные усилия на устранение противоречия, пытаются объяснить (аппроксимативно) постулаты новой программы, исходя из понятий старой программы; они находят иррациональным развитие новой программы, пока попытки такой *редукции* не завершатся успешно. Планк избрал именно такой путь. Успеха он не достиг, несмотря на десять лет тяжелого труда<sup>177</sup>. Поэтому замечание М. Лауэ о том, что 14 декабря 1990 г., когда был прочитан знаменитый доклад Планка, следует считать «днем рождения квантовой теории», не совсем верно; этот день был днем рождения редукционной программы Планка. Решение идти вперед, допуская хотя бы временно противоречие в основаниях, было принято Эйнштейном в 1905 г., но даже он заколебался, когда в 1913 г. Бор снова вышел вперед.

25 *Анархическая позиция* по отношению к привитым программам заключается в том, что анархия в основаниях возводится в ранг добродетели, а (слабое) противоречие понимается либо как фундаментальное

<sup>177</sup> Увлекательную историю этого длинного ряда обескураживающих заблуждений см. в [209], р. 103–104. Сам Планк дает драматическое описание этих лет: «Мои тщетные попытки как-то ввести квант действия в классическую теорию продолжались в течение ряда лет и стоили мне немалых трудов. Некоторые из моих коллег усматривали в этом своего рода трагедию» [148, русск. пер., с. 661].

природное свойство, либо как показатель конечной ограниченности человеческого познания; такая позиция была характерна для некоторых последователей Бора.

*Рациональная позиция* лучше всего представлена 5  
 Ньютоном, который некогда стоял перед проблемами, в известном смысле похожими на обсуждаемую. Картезианская механика толчка, к которой была первоначально привита механика Ньютона, находилась в (слабом) противоречии с ньютоновской теорией 10  
 гравитации. Ньютон работал как над своей положительной эвристикой (и добивался успеха), так и над редуccionистской программой (без успеха), за что его критиковали и картезианцы, например, Гюйгенс, считавшие неразумной тратой времени разработку 15  
 «непостижимой» программы, и некоторые ученики, которые, подобно Коутсу, полагали, что это противоречие не является столь уж серьезной проблемой<sup>178</sup>.

Таким образом, рациональная позиция по отношению к «привитым» программам состоит в том, что- 20  
 бы использовать их эвристический потенциал, но не смиряться с хаосом в основаниях, из которых они произрастают. «Старая» (до 1925 г.) квантовая теория в основном подчинялась именно такой установке. После 1925 г. «новая» квантовая теория перешла 25  
 на «анархистскую позицию», а современная квантовая физика в ее «копенгагенской» интерпретации стала одним из главных оплотов философского обскурантизма.

<sup>178</sup> См. [98]. Конечно, редуccionистская программа может считаться научной, если только она объясняет больше того, что остается за рамками объяснения; в противном случае редукция научной не является (ср. [168]). Если редукция не обеспечивает прироста нового эмпирического содержания (т. е. новых фактов), она выступает как регрессивный сдвиг проблем, как чисто лингвистическое упражнение. Ярким примером такой чисто лингвистической редукции являются усилия картезианцев укрепить свою метафизику так, чтобы ньютоновская гравитация могла быть истолкована на ее основании.



- 5 В этой *новой* теории пресловутый «принцип до-  
 10 полнительности» Бора возвел (слабое) противоречие  
 в статус фундаментальной и фактуально достовер-  
 ной характеристики природы и свел субъективист-  
 ский позитивизм с аналогичной диалектикой и даже  
 философией повседневного языка в единый пороч-  
 ный альянс. Начиная с 1925 г. Бор и его единомыш-  
 ленники пошли на новое и беспрецедентное снижение  
 критических стандартов для научных теорий. Разум  
 15 в современной физике отступил и воцарился анар-  
 хистский культ невообразимого хаоса. Эйнштейн  
 был против: «Философия успокоения Гейзенберга-  
 Бора — или религия? — так тонко придумана, что  
 предоставляет верующему до поры до времени мяг-  
 20 кую подушку, с которой не так легко спугнуть его»<sup>179</sup>.  
 Однако, с другой стороны, *слишком* высокие стан-  
 дарты Эйнштейна, быть может, не позволили ему со-  
 здать (или опубликовать?) модель атома, наподобие  
 боровской, и волновую механику.
- 20 Эйнштейну и его сторонникам не удалось побе-  
 дить в этой борьбе. Сегодняшние учебники физики  
 наперебой твердят нечто вроде следующего: «Кван-  
 25 товая и электромагнитно-полевая концепции допол-  
 нительны в смысле Бора. Эта дополнительность —  
 одно из величайших достижений натуральной фило-  
 софии. Копенгагенская интерпретация квантовой

<sup>179</sup> [47, русск. перев., с. 238]. В ряду критиков копенгагенского «анархизма» следует назвать, кроме Эйнштейна, — Поппера, Ланде, Шредингера, Маргенау, Блохинцева, Бома, Фенье и Яноши. Аргументы в защиту копенгагенской интерпретации см. в [72, русск. перев., с. 91–106]; меткая критика недавно представлена Поппером в [163а], [168]. Фейерабенд в [56] использовал некоторые противоречия и колебания Бора, чтобы апологетически фальсифицировать боровскую философию. Он представил в кривом зеркале критику Бора со стороны Поппера, Ланде, Маргенау, затушевал оппозицию Эйнштейна, а главное, кажется, совсем забыл, что в некоторых своих ранних статьях он по этому вопросу занимал даже более попперианскую позицию, чем сам Поппер.

теории разрешила древний конфликт между корпускулярной и волновой теориями света. Эта контрверза пронизала всю историю оптики: от Герона из Александрии, указавшего прямолинейность распространения света и геометрические свойства процессов 5 отражения (1 в. н. э.) к Юнгу и Максвеллу, исследовавшим интерференцию и волновые свойства (XIX в.). Лишь в первой половине XX века квантовая теория излучения, вполне по-гегелевски, *полностью* разрешила этот спор»<sup>180</sup>. Теперь вернемся к логике открытия 10 *старой* квантовой теории, в частности, остановимся подробнее на ее *положительной эвристике*. По замыслу Бора, вначале должна была войти в игру теория атома водорода. Его первая модель состояла из ядра протона и электрона на круговой орбите: во второй 15 модели он вычислил эмпирическую орбиту электрона в фиксированной плоскости; затем он отказывается от явно искусственных ограничений, связанных с неподвижностью ядра и фиксированностью плоскости вращения электрона; далее, он хотел учесть 20 возможность вращения (спин) электрона;<sup>181</sup> затем он надеялся распространить свою программу на структуру сложных атомов и молекул, учитывая воздействие на них электромагнитных полей, и т. д. Этот замысел существовал с самого начала: идея аналогии 25

<sup>180</sup> [169, с. 31, курсив мой]. Выражение «полностью» здесь надо понимать буквально. Вот еще пример: «Предположение, что какой-либо элемент оснований квантовой теории может быть ложным — абсурдно... Неприемлема и аргументация, согласно которой научные результаты всегда преходящи. Это скорее относится к философским концепциям современной физики, поскольку еще многим не ясно, как глубоко открытия квантовой физики воздействуют на всю эпистемологию... Условия наблюдения в квантовой физике убедительно говорят о том, что обычный язык является необходимым источником определенности физического описания» («Nature», 1969, v. 222, p. 1034–1035).

<sup>181</sup> Это рациональная реконструкция. На самом деле Бор признал эту возможность только в [17].



между строением атома и планетарной системой уже намечала в общих чертах весьма обнадеживающую, хотя длительную и нелегкую, программу исследований и даже указывала достаточно ясные принципы, которыми эта программа должна была руководствоваться<sup>182</sup>. «В 1913 году казалось, что тем самым найден подходящий ключ к проблеме спектра, и нужны только время и терпение, чтобы разрешить эту проблему окончательно»<sup>183</sup>.

- 5  
10  
15
- Знаменитая статья Н. Бора 1913 года была первым шагом в реализации этой исследовательской программы. В ней содержалась первая модель (обозначим ее  $M_1$ ), которая уже была способна предсказывать факты, до этого не предсказуемые ни одной из предшествующих теорий: длины волн спектральных линий водорода [в ультрафиолетовой и дальней инфракрасной областях]. Хотя некоторые длины волн водородного спектра были известны до 1913 г. [серии Бальмера (1885) и серии Пашена (1908)], теория Бора

<sup>182</sup> Помимо этой аналогии, в положительной эвристике Бора имелась и другая фундаментальная идея: «принцип соответствия». Это было намечено им еще в 1913 г.; см. вторую часть 5-го постулата; но развита она была позже, когда стала использоваться как ведущий принцип при решении некоторых проблем, возникших в последующих, более тонких моделях (таких как интенсивность и состояния поляризации). Характерной особенностью этой второй части положительной эвристики было то, что Бор не придавал ей метафизического смысла: по его мнению, это было временное правило, которым следовало пользоваться до тех пор, пока классическая теория электромагнетизма (и, возможно, механика) не будут заменены.

<sup>183</sup> [35]. Подобную эйфорию испытывал Маклорен в 1748 г. по отношению к программе Ньютона: ньютоновская философия, писал он, «основанная на эксперименте и доказательстве, не может пасть, куда разум или природа вещей останутся неизменными... [Ньютон] оставил потомству сделать не так уж много: наблюдать небесные тела и вычислять их путь по его формулам» [114, с. 8].



предсказывала значительно больше, чем следовало из этих известных серий. Попыты вскоре подкрепили это новое содержание теории: дополнительные боровские серии были открыты Лайманом (1914), Брэккетом (1922) и Пфундом (1924).

Поскольку серии Бальмера и Пашена были известны до 1913 г., некоторые историки видят в этом пример бэконовского «индуктивного восхождения»: 1) хаос спектральных линий, 2) «эмпирический закон» (Бальмер), 3) теоретическое объяснение (Бор). Это сильно напоминает три «этажа» Уэвелла. Но прогресс науки, наверняка, был бы замедлен, если полагаться на набивший оскомину метод проб и ошибок остроумного швейцарского школьного учителя: магистраль научной абстрагирующей мысли, проложенная смелыми умозрениями Планка, Резерфорда, Эйнштейна и Бора, дедуктивным образом привела бы к результатам Бальмера как к проверочным предложениям по отношению к их теориям, обходясь без так называемого «первопроходчества» Бальмера. Рациональная реконструкция истории науки не обещает авторам «наивных догадок» достойного вознаграждения за их муки<sup>184</sup>.

На самом деле проблема Бора заключалась не в том, чтобы объяснить серии Бальмера и Пашена, а в

<sup>184</sup> «Наивная догадка» здесь — это специальный термин, смысл которого разъясняется в моей работе [92]. Ситуационное исследование и подробную критику мифа об «индуктивном базисе» науки (естествознания или математики) см. там же, гл. 7, в особенности с. 298–307 [русс. перев., с. 97–106]. Там я показал, что «наивная догадка» Декарта и Эйлера о том, что для всех многогранников справедлива формула  $V - E + F = 2$ , была неверна и избыточна в свете дальнейшего развития математики; в качестве других примеров можно вспомнить, что попытки Бойля и его последователей установить соотношение  $pV = RT$  оказались irrelevantными для дальнейших теоретических разработок (за исключением некоторых экспериментальных установок), так же как три закона Кеплера могли быть излишними для ньютоновской теории тяготения.



том, чтобы объяснить парадоксальную устойчивость атома Резерфорда. Более того, Бор даже не знал об этих формулах до того, как была написана первая версия его статьи<sup>185</sup>.

5 Не все новое содержание первой боровской модели  $M_1$  нашло подкрепление. Например,  $M_1$  претендовала на предсказание всех спектральных линий водорода. Однако были получены экспериментальные свидетельства о таких водородных сериях, ко-  
10 торых не могло быть по боровской  $M_1$ . Это были аномальные ультрафиолетовые серии Пикеринга–Фаулера.

Пикеринг нашел эти серии в 1896 г. в спектре звезды ж Кормы. Фаулер, после того как первый член  
15 серии был подтвержден также наблюдениями во время солнечного затмения в 1898 г., получил всю серию в экспериментах с разрядной трубкой, содержащей смесь водорода и гелия. Конечно, можно было предположить, что линии-монстры не имели ничего обще-  
20 го с водородом, поскольку и Солнце, и звезда ж Кормы содержат множество газов, а разрядная трубка содержала также гелий. И в самом деле, серия *не могла* быть получена в трубке с чистым водородом. Но «экспериментальная техника» Пикеринга и Фаулера, с по-  
25 мощью которой была фальсифицирована гипотеза Бальмера, имела достаточно разумное, хотя никогда специально не проверявшееся, теоретическое основание: а) их серии имели то же число схождения, что в серии Бальмера, и, следовательно, могли считаться  
30 водородными сериями; б) Фаулер дал приемлемое объяснение, почему гелий не должен приниматься в расчет при образовании этих серий<sup>186</sup>.

<sup>185</sup> См. [80, с. 77; русск. перев., с. 86].

<sup>186</sup> [59]. Между прочим, «наблюдательная» теория Фаулера была основана на теоретических исследованиях Ридберга, которые «при отсутствии строгого экспериментального доказательства он рассматривал как оправдание его экспериментальных результатов» (с. 65). Но его коллега, физик-теоретик, проф. Никольсон спустя всего три месяца ссылаясь на резуль-



Однако результаты «авторитетных экспериментаторов» не произвели на Бора особого впечатления. Он не сомневался в «точности экспериментов» или «существимости их наблюдений»: под сомнение была поставлена «наблюдательная теория». И, действительно, Бор предложил альтернативу. Вначале он разработал новую модель ( $M_1$ ) своей исследовательской программы: ионизованный атом гелия, ядро которого имело заряд равный удвоенному заряду протона, с единственным электроном на орбите. Эта модель предсказывал ультрафиолетовые серии в спектре ионизованного гелия, которые совпадали с сериями Пикеринга–Фаулера. Это уже была соперничающая теория. Затем он предложил «решающий эксперимент»: он предсказал, что серии Фаулера могут быть получены — и даже с более сильными линиями — в разрядной трубке со смесью хлора и гелия. Более того, Бор объяснил экспериментаторам, даже не взглянув на их приборы, каталитическую роль водорода в эксперименте Фаулера и хлора в предложенном им самим эксперименте<sup>187</sup>. И он был прав<sup>188</sup>. Таким образом, первое очевидное поражение исследовательской программы Бора было превращено в славную победу.

Однако эта победа была вскоре оспорена. Фаулер признал, что его серии относились не к водороду, а к

татам Фаулера как на «лабораторное подтверждение теоретических выводов Ридберга» [140]. Мне кажется, этот небольшой эпизод хорошо иллюстрирует мою поговорку: большинство ученых имеют такое же представление о том, что такое наука, как рыбы — о гидродинамике.

В докладе на 93-м ежегодном общем собрании Королевского астрономического Общества «экспериментально-лабораторные наблюдения» новых «водородных линий, которым отдано так много усилий физиков» характеризовалось как «достижение огромной значимости» и «триумф хорошо ориентированной экспериментальной работы».

<sup>187</sup> [14].

<sup>188</sup> [51].



гелию. Но он заметил, что «укрощение монстра» (monster-adjustment)<sup>189</sup> нельзя признать действительным: длины волн в сериях Фаулера значительно отличались от значений, предсказанных  $M_2$  Бора.

- 5 Следовательно, эти серии, хотя не противоречили  $M_1$ , опровергали  $M_2$ , но так как  $M_1$  и  $M_2$  тесно связаны между собой, то это опровергает и  $M_1$ !<sup>190</sup>

Бор отверг аргументы Фаулера: ну, *разумеется*, ведь он никогда не относился к  $M_2$  с полной серьезностью. Предсказанные им значения основывались на грубых подсчетах, в основу которых было положено вращение электрона вокруг неподвижного ядра; *разумеется*, на самом деле электрон вращается вокруг общего центра тяжести; *разумеется*, как всегда, когда решается проблема двух тел, нужно заменить редуцированную массу:

$$m_e' = m_e / [1 + (m_e / m_n)]^{191}.$$

- Это была уже модифицированная модель Бора —  $M_3$ . И Фаулер должен был признать, что Бор опять <sup>20</sup> прав<sup>192</sup>.

Явное опровержение  $M_2$  превратилось в победу  $M_3$ ; стало ясно, что  $M_2$  и  $M_3$  могли быть разработаны в рамках исследовательской программы Бора, как и  $M_{17}$  или  $M_{20}$ , *без каких бы то ни было* стимулов со стороны наблюдения или эксперимента. Именно в это

<sup>189</sup> «Укрощение монстра» — превращение контрпримера в пример на основании некоторой новой теории. См. [92, с. 127; русск. перев., с. 33]. Но «монстр» Бора был эмпирически прогрессивным: он предсказывал новый факт — появление линии 4686 в трубке без водорода.

<sup>190</sup> [60].

<sup>191</sup> [15, русск. перев., с. 149–151] И этот «монстр» также был «прогрессивным». Бор предсказал, что наблюдения Фаулера должны быть слегка неточны, а «постоянная» Ридберга должна иметь более тонкую структуру.

<sup>192</sup> [61]; но Фаулер особо отметил, что программа Бора еще не объяснила спектр линий не ионизованного, обычного гелия. Вскоре он все же отбросил свои скепсис и присоединился к исследовательской программе Бора [62].

время Эйнштейн сказал о теории Бора: «Это одно из величайших открытий»<sup>193</sup>.

Развитие исследовательской программы Бора затем шло как по заранее намеченному плану. Следующим шагом было вычисление эллиптических орбит. 5 Это было сделано Зоммерфельдом в 1915 г. с тем (неожиданным) результатом, что возрастание числа стационарных (возможных) орбит *не вело* к увеличению числа возможных энергетических уровней, так что, по видимости, не было возможности решающего экс- 10 перимента, способного выбрать между эллиптической и круговой теориями. Однако электроны вращались вокруг ядра с очень высокой скоростью, следовательно, в соответствии с механикой Эйнштейна, их уско- 15 рение приводило к заметному изменению массы. Действительно, вычисляя такие релятивистские поправки, Зоммерфельд получил новый порядок энергетических уровней и «тонкую структуру» спектра.

Переключение на новую релятивистскую модель потребовало значительно большей математической 20 изощренности и таланта, чем разработка нескольких первых моделей. Достижение Зоммерфельда носило главным образом математический характер.

По иронии судьбы, дублеты водородного спектра уже были открыты Майкельсоном в 1891 году<sup>194</sup>. Моз- 25 ли сразу же после первой публикации Бора заметил, что «гипотеза Бора не может объяснить появление второй, более слабой линии, обнаруживаемой в каждом спектре»<sup>195</sup>. Это также не огорчило Бора, он был убежден, что положительная эвристика его исследова- 30 тельской программы должна рано или поздно объяснить и даже исправить наблюдения Майкельсона<sup>196</sup>.

<sup>193</sup> «Когда я рассказал ему о спектре Фаулера, огромные глаза Эйнштейна стали еще больше, и он сказал мне “Тогда это одно из величайших открытий”» [77].

<sup>194</sup> [123, особенно с. 287–289]. Майкельсон даже не упоминает о результатах Бальмера.

<sup>195</sup> [131].

<sup>196</sup> [185, с. 68].



5 Так и произошло. Конечно, теория Зоммерфельда была несовместима с первыми моделями Бора; более тонкие эксперименты — с исправленными старыми наблюдениями — дали решающие доказательства в пользу боровской программы. Многие недостатки первых моделей Бора были превращены Зоммерфельдом и его мюнхенской школой в победы исследовательской программы Бора.

10 Интересно, что точно так же, как Эйнштейн на фоне впечатляющего прогресса квантовой физики в 1913 г. остановился в нерешительности, Бор притормозил в 1916 г.; и так же, как ранее Бор перехватил инициативу у Эйнштейна, теперь Зоммерфельд перехватил инициативу у самого Бора. Различие между  
15 атмосферой копенгагенской школы Бора и мюнхенской школы Зоммерфельда было очевидным: «В Мюнхене использовались более конкретные и потому более понятные формулировки; там были достигнуты большие успехи в систематизации спектров и в  
20 применении векторной модели. Но в Копенгагене полагали, что адекватный язык для новых явлений еще не найден, были сдержаны по отношению к слишком определенным формулировкам, выражались более осторожно и более общо — поэтому их было гораз-  
25 до труднее понять»<sup>197</sup>.

Все это показывает, как наличие прогрессивного сдвига обеспечивает доверие — и рациональность — по отношению к исследовательской программе с противоречием в основаниях. М. Борн в статье, посвящен-

<sup>197</sup> [78]. Это подробно обсуждалось Фейерабендом [56, с. 83–87]. Но разбор Фейерабенда слишком тенденциозен. Его главная цель — обыграть методологический анархизм Бора и доказать, что Бор выступал против копенгагенской интерпретации новой (после 1925) квантовой программы. Поэтому, с одной стороны, Фейерабенд преувеличивает разочарование Бора противоречием со старой (до 1925 г.) квантовой программой, а с другой стороны, придает чересчур большое значение тому, что Зоммерфельд был менее озабочен проблемой противоречия в основаниях старой программы, чем сам Бор.

ной памяти М. Планка, дает убедительное описание этого процесса: «Разумеется, само по себе введение кванта действия еще не означало возникновения *истинной* квантовой теории... Трудности, вызываемые введением кванта действия в общепризнанную классическую теорию, были ясны с самого начала. Со временем они не уменьшались, а возрастали; хотя по ходу исследований кое-какие из них преодолевались, в теории все равно зияли бреши, которые не могли не тревожить самокритичных теоретиков. В основу теории Бора легла гипотеза, которая, несомненно, была бы отвергнута любым физиком предшествующего поколения. С тем, что некоторые внутриатомные квантованные (т. е. выделенные квантовым принципом) орбиты играют особую роль, еще можно было смириться; труднее было согласиться с тем, что электроны, движущиеся с ускорением по криволинейным траекториям, не излучают энергию. Но допущение о том, что точно определенная частота излучаемого кванта световой энергии должна отличаться от частоты излучения электрона, в глазах теоретика, воспитанного в классической школе, выглядело невероятным монстром. Тем не менее, вычисления [а точнее сказать, *прогрессивные сдвиги проблем*] решают все, и столы начинают вертеться. Если вначале это выглядело как остроумный прием, с помощью которого новый и странный элемент с наименьшим трением подгонялся под существующую систему общепринятых представлений, то затем, *захватчик, освоив чужую территорию, стал изгонять с нее прежних обитателей*; теперь уже ясно, что старая система треснула по швам, и вопрос только в том, какие швы и в какой мере еще можно сохранить»<sup>198</sup>.

Важным уроком анализа исследовательских программ является тот факт, что лишь немногие эксперименты имеют действительное значение для их развития. Проверки и «опровержения» обычно дают физику-теоретику столь тривиальные эвристические

<sup>198</sup> [24, с. 180]; курсив мой — И. А.

подсказки, что крупномасштабные проверки или слишком большая суета вокруг уже полученных данных часто бывают лишь потерей времени. Чтобы понять, что теория нуждается в замене, как правило, не нужны никакие опровержения; положительная эвристика сама ведет вперед, прокладывая себе дорогу. К тому же, прибегать к жестким «опровергающим интерпретациям», когда речь идет о совсем юной программе, — это опасная методологическая черствость. Первые варианты такой программы и применяться-то могут только к «идеальным», несуществующим объектам; нужны десятилетия теоретической работы, чтобы получить первые новые факты, и еще больше времени, чтобы возникли такие варианты исследовательской программы, проверка которых могла бы дать *действительно интересные* результаты, когда опровержения уже не могут быть предсказаны самой же программой.

Диалектика исследовательских программ поэтому совсем не сводится к чередованию умозрительных догадок и эмпирических опровержений. Типы отношений между процессом развития программы и процессами эмпирических проверок могут быть самыми разнообразными; какой из них осуществляется — вопрос конкретно-исторический. Укажем три наиболее типичных случая.

1) Пусть каждый из следующих друг за другом вариантов  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  успешно предсказывают одни факты и не могут предсказать другие, иначе говоря, каждый из этих вариантов имеет как подкрепления, так и опровержения. Затем предлагается  $H_4$ , который предсказывает некоторые новые факты, но при этом выдерживает самые суровые проверки. Мы имеем прогрессивный сдвиг проблем и к тому же благооб-разное чередование догадок и опровержений в духе Поппера<sup>199</sup>. Можно умиляться этим классическим при-

<sup>199</sup> В этих трех примерах мы оставляем в стороне сложности, связанные, например, с успешной апелляцией против приговора экспериментаторов.



мером, когда теоретическая и экспериментальная работы шествуют рядышком, рука об руку.

2) Во втором случае мы имеем дело с каким-нибудь одиноким Бором (может быть, даже без предшествующего ему Бальмера), который последовательно 5 разрабатывает  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ , но так самокритичен, что публикует только  $H_4$ . Затем  $H_4$  подвергается проверке, и данные оказываются подкрепляющими для  $H_4$  — первой (и единственной) опубликованной гипотезы. Тогда теоретик, имеющий дело только с доской и бумагой, оказывается, по видимости, идущим 10 далеко впереди экспериментатора — перед нами период относительной автономии теоретического прогресса.

3) Теперь представим, что *все* эмпирические дан- 15 ные, о которых шла речь, уже известны в то время, когда выдвигаются  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  и  $H_4$ . Тогда вся эта последовательность теоретических моделей не выступает как прогрессивный сдвиг проблем, и поэтому, хотя все данные подкрепляют его теории, ученый 20 должен работать над новыми гипотезами, чтобы доказать научную значимость своей программы<sup>200</sup>. Так может получиться либо из-за того, что более ранняя исследовательская программа (вызов которой брошен той программой, которая реализуется в послед- 25 довательности  $H_1, \dots, H_4$ ), уже произвела все эти факты, либо из-за того, что правительство отпустило слишком много денег на эксперименты по коллекционированию спектральных линий и все рабочие лошади науки пашут именно это поле. Правда, второ- 30 рой случай крайне маловероятен, ибо, как сказал бы Каллен, «число ложных фактов, заполняющих мир, бесконечно превышает число ложных теорий»<sup>201</sup>; в

<sup>200</sup> Это говорит о том, что одинаковые теории и в точности те же данные, если их подвергнуть рациональной реконструкции в различных временных порядках, могут образовывать либо прогрессивный, либо регрессивный сдвиги проблем. См. также [93, с. 387].

<sup>201</sup> См. [113, с. 21].



большинстве случаев, когда исследовательская программа вступает в конфликт с известными фактами, теоретики будут видеть причину этого в «экспериментальной технике», считать несовершенными «наблюдательные теории», которые лежат в ее основе, исправлять данные, полученные экспериментаторами, получая тем самым *новые факты*<sup>202</sup>.

После этого методологического отступления, вернемся снова к программе Бора. Когда была впервые сформулирована ее положительная эвристика, не все направления развития этой программы можно было предвидеть и планировать. Когда появились некоторые неожиданные трещины в остроумных моделях Зоммерфельда (не были получены некоторые предсказанные спектральные линии), Паули предложил глубокую вспомогательную гипотезу («принцип исключения»), с помощью которой не только были закрыты бреши теории, но придан новый вид периодической системе элементов и предсказаны ранее неизвестные факты.

В мои намерения не входит развернутое изложение того, как развивалась программа Бора. Но тщательный анализ ее истории — поистине золотое дно для методологии: ее изумительно быстрый прогресс — на противоречивых основаниях! — потрясает, ее красота, оригинальность и эмпирический успех ее вспомогательных гипотез, выдвигавшихся блестящими и даже гениальными учеными, беспрецедентны в исто-

<sup>202</sup> Кстати, маниакальное увлечение сбором данных — и слишком большой точностью — не позволяет сформулировать даже наивные «эмпирические» гипотезы, вроде гипотезы Бальмера Знай Бальмер о тонкой структуре спектра по Майкельсону, пришел ли бы он к своей формуле? Знай Тихо Браге более точные данные астрономических наблюдений, был бы сформулирован эллиптический закон Кеплера? То же самое относится к первой наивной версии универсального закона газов и т. д. Догадка Декарта–Эйлера о многогранниках. скорее всего, никогда не могла бы возникнуть, если бы не нехватка данных, см. [92, с. 298; русск. перев., с. 117–118].

рии физики<sup>203</sup>. Иногда очередной вариант программы требовал только незначительного усовершенствования (например, замены массы на уменьшающуюся массу). Иногда, однако, для получения очередного варианта требовалась новая утонченная математика (например, 5 математический аппарат, применяемый при решении задач со многими телами) либо новые остроумные физические вспомогательные гипотезы. Добавочная математика или физика черпались либо из наличного знания (например, из теории относительности), 10 либо изобретались заново (например, принцип запрета Паули). В последнем случае имел место «креативный сдвиг» в положительной эвристике.

Но даже эта великая программа подошла к точке, в которой ее эвристическая сила иссякла. Гипотезы ad hoc 15 множились и не сменялись объяснениями, увеличивающими содержание. Например, боровская теория молекулярного (совместного) спектра предсказывала следующую формулу для двухатомных молекул:  $v = h [(m+1)^2 - m^2] / 8\pi^2 J$ , но эта формула 20 была опровергнута. Приверженцы теории заменили  $m^2$  на  $m(m+1)$ , это помогло объяснить факты, но было явным приемом ad hoc.

Затем пришла очередь проблемы необъяснимых дублетов в спектре щелочи. Ланде объяснил их в 1924 г., 25 введя ad hoc «релятивистское правило расщепления», Гаудсмит и Уленбек — в 1925 г. с помощью спина электрона. Объяснение Ланде было ad hoc, а объяснение Гаудсмита и Уленбека, кроме того, было еще и несовместимо со специальной теорией относительности; 30 «периферическая скорость» электрона во много раз

<sup>203</sup> «В период между публикацией великой трилогии Бора 1913 г. и выходом на сцену волновой механики, появилось множество работ, развивающих идеи Бора до уровня грандиозной теории атомных явлений. Это были коллективные усилия, а имена физиков, внесших свой вклад в эту работу, составляют блестящую плеяду: Бор, Борн, Кляйн, Росселенд, Крамере, Паули, Зоммерфельд, Планк, Эйнштейн, Эпштейн, Дебай, Шварцшильд, Уилсон...» [191, с. 43].



5 превышала скорость света, а сам электрон заполнял весь объема атома<sup>204</sup>. Нужна была безумная смелость для такого предположения (Крониг пришел к этой идее раньше, но воздержался от ее публикации, считая гипотезу невероятной и неприемлемой)<sup>205</sup>.

Но безрассудная смелость, проявлявшаяся в выдвижении диких и необузданных фантазий в качестве научных гипотез, не приносила ощутимых плодов. Программа запаздывала за открытиями «фактов».

10 Неукротимые аномалии заполнили поле исследования. Накапливая бесплодные противоречия и умножая число гипотез ad hoc, программа вступила в регрессивную фазу: она начала, по любимому выражению Поппера «терять свой эмпирический характер»<sup>206</sup>.

15 Кроме того, многие проблемы, подобные тем, какие возникали в теории возмущений, по-видимому, даже не могли ожидать своего решения в ее рамках. Вскоре возникла соперничающая исследовательская программа — волновая механика. Эта новая программа

20 не только объяснила квантовые условия Планка и Бора уже в своем первом варианте (де Бройль, 1924 г.), она вела к будоражающим открытиям новых фактов (эксперименты Дэвиссона и Джермера). В последующих, более утонченных вариантах она предложила

25 решения проблем, бывших недостижимыми для исследовательской программы Бора, а также объяснила все те факты, ради которых в боровской программе (в ее позднейших вариантах) выдвигались гипотезы ad hoc, и сделала это с помощью теорий, удовлетво-

<sup>204</sup> См. [196], [197].

<sup>205</sup> [80, с. 146–148, 151; русск. перев., с. 154–155].

<sup>206</sup> Живое описание этой регрессивной фазы программы Бора см.: [115, с. 311–313]. Когда программа находится в прогрессивной фазе, ее главные стимулы идут от положительной эвристики; аномалии, как правило, игнорируются. В регрессивной фазе эвристическая сила программы иссякает. При отсутствии соперничающей программы эта ситуация преломляется в психологии ученых необычайной сверхчувствительностью к аномалиям и ощущением «кризиса» в смысле Куна.

ряющих самым высоким методологическим критериям. Волновая механика вскоре обогнала, подчинила себе и затем вытеснила программу Бора.

Статья де Бройля вышла в то время, когда программа Бора уже регрессировала. Но это было простым совпадением. Задумаемся, что произошло бы, если бы де Бройль написал и опубликовал свою статью в 1914 г., а не в 1924 г.?

10

*г) Новый взгляд на решающие эксперименты:  
конец скороспелой рациональности*

Мы сделали бы ошибку, предположив, что ученый обязан оставаться сторонником некой исследовательской программы до тех пор, пока она не исчерпает весь запас своей эвристической силы, что он не может предложить иную соперничающую программу до того, как уже всем станет ясно, что прежняя программа достигла точки, с которой начинается регрессия. (Хотя, конечно, можно понять раздражение физика, когда, работая в самом разгаре прогрессивной фазы исследовательской программы, он наблюдает размножение неясных метафизических теорий, не дающих ничего для эмпирического прогресса<sup>207</sup>). Ученый не должен соглашаться с тем, что исследовательская программа превращается в *Weltanschauung*, некое воплощение *научной строгости*, претендующее на роль всезнающего арбитра, определяющего что можно и что нельзя считать научным объяснением, подобно тому, как, ссылаясь на математическую строгость, пытаются решать, что можно, а что нельзя считать математическим доказательством. К сожалению, именно на такой позиции стоит Т. Кун то, что он называет «нормальной наукой», на самом деле есть не

15  
20  
25  
30

<sup>207</sup> Вот почему Ньютона должно было раздражать большинство «скептически пролиферирующих теорий», создаваемых картезианцами.

5 что иное, как исследовательская программа, захватившая монополию. В действительности же исследовательские программы пользуются полной монополией очень редко, к тому же очень недолго, какие бы усилия не предпринимали картезианцы ли, ньютонианцы ли, сторонники ли Бора. *История науки была и будет историей соперничества исследовательских программ (или, если угодно, «парадигм»), но она не была и не должна быть чередованием периодов нормальной науки, чем быстрее начинается соперничество, тем лучше для прогресса.* «Теоретический плюрализм» лучше, чем «теоретический монизм», здесь я согласен с Поппером и Фейерабендом и не согласен с Куном<sup>208</sup>.

15 От идеи соперничества научных исследовательских программ мы переходим к проблеме *как элиминируются исследовательские программы?* Из всего хода предшествующих рассуждений следует, что регрессивный сдвиг проблем может рассматриваться как причина элиминации исследовательской программы не в большей степени, чем старомодные «опровержения» или куновские «кризисы». *Возможны ли какие-либо объективные (в отличие от социо-психологических) причины, по которым программа должна быть отвергнута, то есть, элиминировано ее твердое ядро и программа построения защитных поясов?* Вкратце, наш

<sup>208</sup> Но все же в упорстве некоторых ученых, остающихся верными исследовательской программе, пока она не достигнет «точки насыщения» есть определенный резон, это заставляет новую программу объяснять все успешные результаты старой. Против этого нельзя возразить, что соперничающая программа может уже с самого начала объяснить все успехи прежней программы; рост научной программы нельзя предсказать заранее — он может вызвать важные и непредвиденные вспомогательные теории, благодаря упорству соперничающей программы. Кроме того, если некий вариант  $A_n$  исследовательской программы  $P_1$  математически эквивалентен варианту  $A_m$  соперничающей программы  $P_2$ , то следует разрабатывать оба варианта, их эвристическая сила может оказаться различной.

ответ состоит в том, что такая объективная причина заключена в действии соперничающей программы, которой удается объяснить все предшествующие успехи ее соперницы, которую она к тому же превосходит дальнейшей демонстрацией *эвристической* силы<sup>209</sup>. 5

Однако критерий «эвристической силы» сильно зависит от того, как мы понимаем «фактуальную новизну». До сих пор мы предполагали, что можно непосредственно установить, предсказывает новая теория новые факты или нет. *Однако новизна фактуального высказывания часто становится явной только спустя время.* Чтобы показать это, я начну с примера. 10

Формула Бальмера для линий водородного спектра может быть выведена как следствие из теории Бора. Было ли это новым фактом? Поспешный ответ мог бы состоять в том, что никакой новизны здесь нет, поскольку формула Бальмера была известна ранее. Но это только половина истины. Бальмер просто наблюдал  $V_1$ : *водородные линии подчинены бальмеровской формуле.* Бор предсказал  $V_2$ : *бальмеровская формула описывает различия энергетических уровней на различных орбитах электрона в атоме водорода.* Можно было бы сказать, что  $V_1$  уже содержит в себе все чисто «наблюдаемое» содержание  $V_2$ . Но это значило бы, что предполагается чисто «наблюдательный» уровень, не зараженный теорией и не восприимчивый к теоретическому изменению. На самом деле  $V_1$  было принято только потому, что оптические, химические и другие теории, на которые опиралось наблюдение Бальмера, были хорошо подкреплены и признаны в качестве интерпретативных теорий; но и эти теории всегда могут быть поставлены под вопрос. Могут сказать, что  $V_1$  может быть «очищено» от теоретических предпосылок, и тогда то, что действительно наблюдал 35

<sup>209</sup> «Эвристическая сила» — здесь это специальный термин, обозначающий способность исследовательской программы теоретически предсказывать новые факты в своем росте. Можно было бы, конечно, назвать это и «объяснительной силой».



Бальмер, выражается более скромным утверждением  $V_0$ : *спектральные линии полученные в некоторых разрядных трубках при определенных точно фиксированных условиях (или в ходе «контролируемого эксперимента»)», подчиняются бальмеровской формуле.* Однако известные аргументы Поппера показывают, что подобным образом мы *никогда* не приходим к какому-либо последнему основанию «чистого наблюдения»; как легко показать, «наблюдательные» теории 5  
10  
15  
стоят и за спиной  $V_0$ <sup>210</sup>. С другой стороны, если учесть длительное и прогрессивное развитие программы Бора, можно сказать, что, доказав свою эвристическую силу, ее твердое ядро само получило хорошее подкрепление<sup>211</sup> и поэтому могла рассматриваться как «наблюдательная» или интерпретативная теория. Но тогда  $V_2$  уже рассматривается не просто как теоретическая переинтерпретация  $V_1$ , но как некоторый *новый факт*.

Эти соображения заставляют нас по-новому оценить значение ретроспективы и несколько ослабить

<sup>210</sup> Одно из рассуждений Поппера особенно важно: «Существует широко распространенное убеждение в том, что высказывание “Я вижу, что стоящий здесь стол бел” с точки зрения эпистемологии обладает некоторыми важными преимуществами по сравнению с высказыванием “Стоящий здесь стол бел”. Однако, с точки зрения оценки применимых к нему возможных объективных проверок, первое высказывание, в котором речь идет обо мне, представляется не более надежным, чем второе, говорящее о стоящем здесь столе» [161, гл. 27; русск. перев., с. 131–132]. Нейрат делает исключительно глупый комментарий к этим положениям: «Для нас такие протокольные предложения обладают преимуществом большей стабильности. Можно согласиться с предложением “Люди в XVI веке видели огненные мечи в небесах”, но не с предложением “Существуют огненные мечи в небесах”» [139, с. 362].

<sup>211</sup> Помимо прочего, это замечание определяет «степень подкрепления» для «неопровержимых» твердых ядер исследовательских программ. Теория Ньютона (сама по себе) не имела эмпирического содержания, но в указанном смысле была подкрепленной в высокой степени.



наши критерии. Новая исследовательская программа, вступившая в конкурентную борьбу, может начать с нового объяснения «старых» фактов, но иногда требуется много времени, чтобы она предсказала «действительно новые» факты. Например, кинетическая теория тепла, по видимости, плелась в хвосте у феноменологической теории, запаздывая с объяснениями фактов иногда на десятилетия, прежде чем нагнала и наверстала упущенное после объяснения теорией Эйнштейна–Смолуховского броуновского движения в 1905 г. С этого момента то, что ранее рассматривалось как умозрительная переинтерпретация старых фактов (относительно тепла и т.п.), стало пониматься как открытие новых фактов (относительно атомов).

*Все это убедительно говорит о том, что не следует отказываться от подающей надежды исследовательской программы только потому, что она не смогла одолеть сильную соперницу. Ее не следует отбрасывать, если она, при условии, что у нее нет соперницы, осуществляет прогрессивный сдвиг проблем<sup>212</sup>. И, разумеется, следует рассматривать по-новому интерпретированный факт как новый факт, не обращая внимания на претензии любителей коллекционирования фактов на приоритет. До тех пор, пока подвергнутая рациональной реконструкции исследовательская программа подает надежды на прогрессивный сдвиг проблем, ее следует оберегать от распада под ударами критики со стороны сильной и получившей признание соперницы<sup>213</sup>.*

<sup>212</sup> В рамках методологии исследовательских программ, помимо прочего, становится совершенно прозрачным прагматический смысл «отрицания» программы: он означает принятие решения о приостановке работы в ее рамках.

<sup>213</sup> Кое-кто мог бы осторожно назвать этот оберегаемый период развития «прото-научным» (или «теоретическим») и лишь тогда, когда программа начинает предсказывать «подлинно новые» факты, признать ее истинно научный (или «эмпирический») характер; но такое признание было бы сделано задним числом.



5 Все это вместе взятое подчеркивает важность методологической терпимости, но оставляет открытым вопрос, как же все-таки элиминируются исследовательские программы. У читателя может возникнуть  
 10 подозрение, что столь сильная либерализация могла бы, в конце концов, просто подорвать наши критерии так, что это привело бы к радикальному скептицизму. Тогда и знаменитые «решающие эксперименты» уже не могли бы свалить исследовательскую программу,  
 15 следовательно — «все проходит»<sup>214</sup>.

Но это подозрение безосновательно. *Внутри* исследовательской программы «*малые решающие эксперименты*», призванные сделать выбор между последовательными вариантами — дело вполне обыч-  
 15 ное. С помощью эксперимента нетрудно сделать выбор между  $n$ -й и  $n+1$ -й версией, поскольку  $n+1$ -я версия не только противоречит  $n$ -й, но и превосходит ее. Если  $n+1$ -я версия имеет более подкрепленное содержание, определяемое в рамках *одной и той*  
 20 *же* программы и на основе *одних и тех же* достаточно подкрепленных «наблюдательных» теорий, то элиминация имеет относительно обычный характер (относительно — поскольку и здесь такое решение может быть оспорено). Апелляция иногда бывает  
 25 успешной; во многих случаях, когда под вопрос ставится «наблюдательная» теория, она не имеет достаточного подкрепления, в ней много неясного, наивного, ее допущения носят «скрытый» характер, и только, когда такой теории брошен вызов, ее допущения эксплицируются, проясняются, подвергаются проверке и могут быть опровергнуты. Однако, «на-  
 30 наблюдательные» теории сплошь и рядом сами погружены в некоторую исследовательскую программу, а это значит, что апелляция приводит к конфликту  
 35 между двумя исследовательскими программами —

<sup>214</sup> Помимо прочего, можно было бы с уверенностью сказать, что конфликт между погрешимостью и критикой составляет главную проблему — и движущую силу — исследовательской программы Поппера в теории познания.

именно в таких случаях возникает надобность в «*большом решающем эксперименте*».

Когда соперничают две исследовательские программы, их первые «идеальные» модели, как правило, имеют дело с различными аспектами данной области явления (так, первая модель ньютоновской полукорпускулярной оптики описывала рефракцию световых лучей, первая модель волновой оптики Гюйгенса — интерференцию). С развитием соперничающих исследовательских программ они постепенно начинают вторгаться на чужую территорию, и тогда возникает ситуация, при которой  $n$ -й вариант первой программы вступает в кричащее противоречие с  $m$ -м вариантом второй программы<sup>215</sup>. Ставится (неоднократно) некий эксперимент, и один из этих вариантов терпит поражение, а другой празднует победу. Но *борьба* на этом не кончается: всякая исследовательская программа на своем веку знает несколько таких поражений. Чтобы вернуть утраченные позиции, нужно только сформулировать  $n+1$ -й (или  $n+k$ -й) вариант, который смог бы увеличить эмпирическое содержание, часть которого должна пройти успешную проверку.

Если длительные усилия ни к чему не приводят, и программа не может вернуть себе прежние позиции, борьба затихает, а исходный эксперимент задним числом признается «решающим». Но если потерпевшая поражение программа еще молода и способна быстро развиваться, если ее «прото-научные» достижения вызывают достаточное доверие, предполагаемые «решающие эксперименты» один за другим оттесняются в сторону, уступая ее рывкам вперед\*. Даже если

<sup>215</sup> Особо интересный случай такой конкуренции — это конкурентный симбиоз, когда новая программа привита к старой и несовместима с ней.

\* Объясняя устойчивость программ перед лицом «решающих экспериментов», Лакатос ссылается только на «экспертные» заключения «научной элиты», которые и определяют, способна ли быстро развиваться та или иная программа, за-



проигравшая какое-то сражение программа находится в зрелом возрасте, привыкнув к признанию и «утомившись» от него, приближается к «естественной точке насыщения»<sup>216</sup>, она все же может долго сопротивляться и предлагать остроумные инновации, увеличивающие эмпирическое содержание, даже если при этом они не увенчиваются эмпирическим успехом. Программу, которую поддерживают талантливые ученые, обладающие живым и творческим воображением, победить чрезвычайно трудно. Со своей стороны, упрямые защитники потерпевшей поражение

служивает ли она достаточного доверия и т. д. В этом также проявляется его рационализм: судьба научных программ решается в рамках самой же науки. Однако решения экспертов всегда находятся в сильной зависимости от культурных факторов, воздействующих на научные процессы «извне». Например, «прото-научные» заслуги теории определяются в зависимости от того, удовлетворяет ли она укорененным в культуре ожиданиям, связанным с духовно-интеллектуальной деятельностью профессионалов-ученых, соответствует ли она «картине мира» — мировоззрению данной исторической эпохи. Культурный контекст укрепляет либо ослабляет иммунитет научных программ перед лицом «аномалий» и «контрпримеров». — *Прим. перев.*

<sup>216</sup> Никакой естественной «точки насыщения» нет; в своей работе «Доказательства и опровержения» (см. [192, с. 327–328; русск. перев., с. 134]) я был большим гегельянцем, чем теперь, полагая, будто она все же существует; теперь я говорю об этом с иронией. Человеческое воображение не имеет предвидимых или предзаданных границ, которые мешали бы изобретению новых, увеличивающих эмпирическое содержание теорий или сдерживали бы «хитрость разума» (*List der Vernunft*), благодаря которой даже ложная теория может иметь эмпирический успех, не говоря уже о теориях, обладающих меньшим, по сравнению с предшественницей, правдоподобием, в смысле Поппера. (Скорее всего, все научные теории, когда-либо изобретенные людьми, рано или поздно обнаружат свою ложность, но это не мешает им иметь эмпирический успех и даже возрастающее правдоподобие).

программы могут выдвигать объяснения ad hoc экспериментов и злонамеренные «редукции» ad hoc победившей программы с тем, чтобы разбить ее. Но такие попытки следует отвергнуть как ненаучные.

*Теперь понятно, почему решающие эксперименты признаются таковыми лишь десятилетия спустя.* Эллиптические орбиты Кеплера были признаны решающими доказательствами правоты Ньютона и неправоты Декарта лишь почти через сто лет после того, как об этом заявил Ньютон; аномальное поведение перигелия Меркурия в течение десятков лет было известно как один из многих пока еще нерешенных вопросов, стоявших перед программой Ньютона; но то, что теория Эйнштейна объяснила этот факт лучше, превратило заурядную аномалию в блестящее «опровержение» исследовательской программы Ньютона<sup>217</sup>. Юнг утверждал, что его эксперимент с двойной щелью 1802 г. был решающим экспериментом в споре корпускулярной и волновой оптическими программами; но это заявление было признано гораздо позже, когда разработанная Френелем волновая программа оказалась значительно «прогрессивней» корпускулярной и стало ясно, что ньютонианцы не могут тягаться с ее эвристической мощью. Таким образом, аномалия, известная в течение десятков лет, обрела почетный статус опровержения, а эксперимент — титул «решающего» лишь после долгого периода неравномерного развития обеих программ, соперничавших

<sup>217</sup> По этой причине аномалия в исследовательской программе — это явление, которое требует объяснения на основе этой программы. Следуя Куну, можно было бы назвать их «головоломками»: «головоломка» в программе — это проблема, которую рассматривают как вызов данной программе. «Головоломка» может быть разрешена тремя способами: разрешая ее внутри исходной программы (превращая аномалию в пример); нейтрализуя ее, т. е. решая в рамках иной, независимой программы (аномалия исчезает); и, наконец, решая ее в соперничающей программе (аномалия превращается в контр-пример).



- между собой. Броуновское движение почти сто лет находилось посредине поля сражения, прежде чем стало ясно, что программа феноменологических исследований разрушается этим фактом, и счастье войны поворачивается лицом к атомистам «Опровержение» Майкельсоном серии Бальмера игнорировалось целым поколением физиков до тех пор, пока исследовательская программа Бора своим триумфом не поддержала его.
- 10 Наверное, стоит более подробно рассмотреть примеры экспериментов, «решающий» характер которых стал очевидным только задним числом. Сначала рассмотрим знаменитый эксперимент Майкельсона–Морли 1887 года, который якобы фальсифицировал
- 15 теорию эфира и «привел к теории относительности», а затем — эксперименты Луммера–Принггейма, которые якобы фальсифицировали классическую теорию излучения и «привели к квантовой теории»<sup>218</sup>. И, наконец, обсудим эксперимент, который многими
- 20 физиками считался опровержением законов сохранения, а на деле стал блестящим подтверждением последних.

### (2<sub>1</sub>) Эксперимент Майкельсона–Морли

- Майкельсон впервые придумал свой эксперимент для проверки противоречивших друг другу теорий
- 25 Френеля и Стокса о влиянии движения земли на эфир<sup>219</sup>, во время своего посещения института Гельмгольца в Берлине в 1881 г. Согласно теории Френеля, Земля движется сквозь эфир, остающийся неподвижным, однако *частично* увлекаемый движением Земли; из
- 30 теории Френеля следовало, что скорость эфира по отношению к Земле имеет положительное значение

<sup>218</sup> См. [161, гл. 30; русск. перев., с. 144].

<sup>219</sup> См.: [63], [189], [188]. Яркое и точное изложение сути дела в [109].

(другими словами, существует «эфирный ветер»). По теории Стокса, Земля полностью переносит вместе с собой содержащийся внутри нее эфир и непосредственно на поверхности Земли скорость эфира не отличается от скорости Земли (иначе говоря, относительная скорость эфира равна нулю, и значит, нет «эфирного ветра»). Вначале Стокс считал, что две эти теории эквивалентны по отношению к имевшимся тогда наблюдениям: например, при помощи соответствующих вспомогательных гипотез обе теории объясняли аберрацию света. Но Майкельсон утверждал, что его эксперимент 1881 г. был решающим в споре между этими теориями и *разрешил* этот спор в пользу Стокса<sup>220</sup>. Скорость Земли по отношению к эфиру могла определяться величинами намного меньшими, чем это следовало из теории Френеля. Из этого Майкельсон заключил, что «результат, предсказываемый гипотезой неподвижного эфира, не наблюдается, откуда с необходимостью следует вывод о том, что данная гипотеза [о неподвижном эфире] ошибочна»<sup>221</sup>. Как это часто бывает, Майкельсон был экспериментатором, которому пришлось выслушивать урок теоретика. Ведущий физик-теоретик того времени Г. Лоренц показал, что Майкельсон ошибочно истолковал свои наблюдения, которые «на самом деле» *не противоречили* гипотезе неподвижного эфира; позднее Майкельсон назвал анализ Лоренса «весьма поучительным»<sup>222</sup>. Кроме того, Лоренц показал, что вычисления Майкельсона должны быть неточными; теория Френеля предсказывала только половину тех результатов, которые были получены в опыте американского физика. Из этого Лоренц заключил, что эксперимент Майкельсона *не опроверг* теорию Френеля и, тем более, не доказал справедливость теории Стокса. Лоренц настаивал на том, что теория Стокса противоречива: она исходит из двух исключających

<sup>220</sup> Это косвенно следует из заключительных фраз его [122].

<sup>221</sup> [122, с. 128; курсив мой — И. А.].

<sup>222</sup> [126, с. 335].



друг друга требований — неподвижности эфира на поверхности Земли по отношению к последней и, *вместе с тем*, потенциала относительной скорости; ясно, что эти требования несовместимы.

5 Однако, если бы даже Майкельсон *действительно* опроверг теорию неподвижного эфира, сама программа, включающая эту теорию, оставалась бы неприкосновенной; не так уж трудно было бы изобрести какие-то  
10 иные варианты эфирной программы, которые предсказывали бы очень малые значения величины скорости эфирного ветра. Лоренц немедленно предложил такую гипотезу. Она была проверяемой, и Лоренц благородно представил ее на суд эксперимента<sup>223</sup>. Майкельсон вместе с Морли приняли вызов.

15 Эксперимент опять показал, что относительная скорость Земли по отношению к эфиру, по-видимому, равна нулю, что противоречило теории Лоренца. Но к этому времени Майкельсон стал более осторожным в интерпретации своих данных; он даже допускал  
20 вероятность того, что солнечная система в целом могла бы двигаться в направлении, противоположном движению Земли; поэтому он решил повторить эксперимент несколько раз с интервалом в три месяца, чтобы «избежать всякой неопределенности»<sup>224</sup>. В  
25 другой статье Майкельсон уже ничего не говорит о «выводах, следующих с необходимостью» и «ошибочности гипотезы». Его высказывания теперь более осмотрительны: «Из предшествующих рассуждений, как можно с некоторой определенностью судить,  
30 следует, что если бы какое-либо относительное движение между землей и светоносным эфиром имело место, его численное значение было бы настолько *малым*, чтобы отвергнуть френелевское объяснение аберрации»<sup>225</sup>.

<sup>223</sup> См. [103]. О противоречивости теории Стокса см. также [108].

<sup>224</sup> [126, с. 341]. Однако Пирс Уильямс отметил, что Майкельсон этого никогда не делал [142, с. 34].

<sup>225</sup> Там же, р. 341; (курсив мой. — И. А.).



Это означает, что Майкельсон все же полагал теорию Френеля опровергнутой (вместе с новой теорией Лоренца); но здесь уже нет прежнего утверждения, которое он делал в 1881 г., что опровергнута сама «теория неподвижного эфира». (Существование «эфирного ветра» должно было, по его мнению, проверяться на «высоко поднятых над земной поверхностью установках», например, на вершине горы<sup>226</sup>).

Если теоретики, сторонники эфира, вроде лорда Кельвина, выражали сомнения в «экспериментальной сноровке» Майкельсона<sup>227</sup>, то Лоренц подчеркивал, что, вопреки простодушным притязаниям этого эксперимента, и его *новый* эксперимент «также не вносит ясность в вопрос, ради которого был предпринят»<sup>228</sup>. Теория Френеля вполне может рассматриваться как *интерпретативная*, то есть как теория, с помощью которой интерпретируются факты, а не как теория, проверяемая этими фактами; поэтому, рассуждает Лоренц, «значение эксперимента Майкельсона–Морли скорее состоит в том, что он говорит об определенном *изменении в процедуре измерения*»<sup>229</sup>, размеры тел зависят от их движения сквозь эфир. Лоренц разработал этот «креативный сдвиг» в рамках програм-

<sup>226</sup> См. [126]. Это замечание показывает, что Майкельсон понял: его эксперимент 1887 г. был вполне совместим с предположением об «эфирном ветре», который мог бы «дуть» высоко над Землей. М. Борн спустя 33 года утверждал, что после эксперимента 1887 г. «мы должны заключить, что эфирный ветер не существует» (курсив мой. — И. А.; [23, русск. перев., с. 213]) [первое немецкое издание книги М. Борна «Эйнштейновская теория относительности» вышло в 1920 г. — *Прим. перев.*].

<sup>227</sup> Кельвин в 1900 г. на Международном Физическом конгрессе сказал, что «единственным облачком на ясном небе теории эфира был нулевой результат эксперимента Майкельсона–Морли» и советовал Морли и Миллеру, присутствовавшим на этом конгрессе, еще раз повторить эксперимент (см. [129]).

<sup>228</sup> [104].

<sup>229</sup> Там же (курсив мой. — И. А.).



мы Френеля с большой изобретательностью и утверждал, что ему удалось устранить «противоречие между теорией Френеля и результатом Майкельсона»<sup>230</sup>. Но он соглашался с тем, что «поскольку природа молекулярных сил нам еще не вполне известна, проверить эту гипотезу невозможно»,<sup>231</sup> *по крайней мере, за время своего существования эта гипотеза не смогла предсказать никаких новых фактов*<sup>232</sup>.

Тем временем (в 1897 г.) Майкельсон осуществил свой давно задуманный эксперимент по измерению скорости эфирного ветра на вершине горы. Он ничего не обнаружил. Поскольку ранее он полагал, что ему удалось доказать справедливость теории Стокса, согласно которой эфирный ветер мог быть обнару-

<sup>230</sup> [109].

<sup>221</sup> [108].

<sup>232</sup> В то же время Фицджеральд, независимо от Лоренца, предложил проверяемый вариант этого «креативного сдвига», который был быстро опровергнут Траутоном, Рэлеем и Брэйсом; вариант оказался прогрессивным теоретически, но не эмпирически (см. [208, с. 53], [208, с. 28–30]). Принято считать, что теория Фицджеральда была *ad hoc*. То, что понимали под этим современники, следовало бы назвать «*ad hoc*» в том смысле, что у этой теории не было «независимых положительных доказательств» (см. [99, с. 624]). Позднее под влиянием Поппера термин *ad hoc* главным образом трактовался как *ad hoc1* (см. [161, гл. 20; русск. перев., с. 111]). Это еще раз говорит о том, как важно различать *ad hoc1* и *ad hoc2*.

После того, как Грюнбаум [67] заметил ошибку Поппера, последний согласился с ним, но добавил, что теория Фицджеральда была все же *ad hoc* в большей степени, чем теория Эйнштейна, и что это является «еще одной прекрасной иллюстрацией того, как теории разнятся по «степеням подгонки» (*degrees of adhocness*), а также одного из главных тезисов [его] книги, что «степени подгонки» находятся в обратной зависимости со степенями проверяемости и значимости» [162]. Однако это различие между теориями не сводится к степени одноразовой подгонки, которая могла бы измеряться проверяемостью.

жен на значительной высоте, теперь он был обескуражен. Если бы теория Стокса была верна, градиент скорости эфира должен быть очень малым. Майкельсон был вынужден заключить, что «влияние Земли на эфир распространяется на расстояние порядка земного диаметра»<sup>233</sup>. Такой результат он посчитал «невероятным» и решил, что в 1887 г. он вывел ошибочный вывод из своего эксперимента: нужно было отвергнуть теорию Стокса и принять теорию Френеля; теперь он готов согласиться с *любой* разумной вспомогательной гипотезой, чтобы «спасти» последнюю, не исключая и гипотезы Лоренца 1892 г.<sup>234</sup> Теперь, по-видимому, он предпочитает гипотезу Лоренца–Фицджеральда о сокращении продольных размеров движущегося тела; в 1904 г. его коллеги Миллер и Морли начинают серию экспериментов с целью обнаружения зависимости этого сокращения от того, из какого материала состоит движущееся тело<sup>235</sup>.

В то время как большинство физиков пыталось интерпретировать эксперименты Майкельсона в рамках эфирной программы, Эйнштейн независимо от Майкельсона, Фицджеральда и Лоренца, но под влиянием критики Э. Маха в адрес ньютоновской механики, предложил новую прогрессивную исследовательскую программу<sup>236</sup>. Эта новая программа не только «предсказала» и объяснила результат эксперимента Майкельсона–Морли, но и предсказала целый набор фактов, о которых ранее нельзя было и помыслить, причем эти предсказания получили впечатляющие подтверждения. *И только потом*, спустя двадцать пять лет, экс-

<sup>233</sup> [124, с. 478].

<sup>234</sup> Лоренц тут же откликнулся замечанием: «В отличие от Майкельсона, который считает столь далеко распространяющееся влияние Земли невероятным, я, напротив, ожидаю именно такого результата» ([110]), курсив мой. — И. А.).

<sup>235</sup> [130].

<sup>236</sup> Историко-эвристический фон становления теории Эйнштейна продолжает вызывать серьезные разногласия, поэтому не исключено, что это утверждение может оказаться ложным.



перимент Майкельсона–Морли стал рассматриваться как «величайший негативный эксперимент истории науки»<sup>237</sup>. Но сразу это произойти не могло. Эксперимент был негативным, но *по отношению к* 5 *чему?* Это было не ясно. Больше того, Майкельсон в 1881 г. еще считал свой эксперимент *положительным*. Тогда он полагал, что *опроверг* теорию Френеля, но *подтвердил* теорию Стокса. И сам Майкельсон, и впоследствии Фицджеральд и Лоренц истолковывали 10 результат этого эксперимента *положительным* образом в рамках программы эфира<sup>238</sup>. Как это бывает со всяким экспериментальным результатом, его негативность по отношению к старой программе была установлена *только позднее*, после многочисленных 15 попыток *ad hoc*, направленных на то, чтобы освоить этот результат в регрессирующей старой программе, и после постепенного упрочения новой прогрессивной победоносной программы, в рамках которой он превращается в положительный пример. При этом 20 никогда не исключается возможность того, что какая-то часть регрессирующей программы будет реабилитирована.

Лишь исключительно трудный и неопределенно длительный процесс может привести исследователь- 25 скую программу к победе над ее соперницами; поэтому нужно очень осмотрительно пользоваться термином «решающий эксперимент». Даже тогда, когда очевидно, что исследовательская программа уже вытеснила свою предшественницу, это происходит не в результате 30 какого-либо «решающего эксперимента»; если наступает момент, когда решающий эксперимент ставится под сомнение, развитие новой исследователь-

<sup>237</sup> [10, с. 530; русск. перев., с. 407]. Вспомним, что для Кельвина в 1905 г. это выглядело только как «облачко на ясном небе».

<sup>238</sup> В превосходном учебнике физики Хвольсона (1902 г.) [см.: Хвольсон О. Д. Физика наших дней. М.-Л., 1929. — Прим. перев.] можно прочитать, что вероятность гипотезы эфира почти граничит с достоверностью (см. [45, с. 817; русск. перев., с. 181]).

ской программы не приостанавливается, если это не сопровождается мощным прогрессивным импульсом старой программы<sup>239</sup>. Негативность — и значимость — эксперимента Майкельсона–Морли определяются, прежде всего, прогрессивным сдвигом, обеспеченным 5 *новой* исследовательской программой, в которой он нашел мощную поддержку, и его «величие» есть только отражение величия двух *программ*, вовлеченных в этот спор.

Было бы интересно провести подробный анализ 10 того, как судьба эфирной теории решалась в соперничестве различных проблемных сдвигов. Но под влиянием наивного фальсификационизма наиболее интересная регрессивная фаза эфирной теории после «решающего эксперимента» Майкельсона попросту 15 игнорировалась большинством эйнштейнианцев. С их точки зрения, эксперимент Майкельсона–Морли сам по себе, без посторонней помощи, оказался сокрушителем теории эфира, после чего приверженность ей должна была рассматриваться лишь как свидетельство 20 консерватизма взглядов, граничащего с обскурантизмом. С другой стороны, этот пост-майкельсоновский период теории эфира не был *критически* осмыслен и антиэйнштейнианцами, по мнению которых теория эфира, несмотря ни на что, не проиграла свой матч: 25

<sup>239</sup> Поляни не без юмора рассказывает, как в 1925 г. в докладе Американскому Физическому обществу Миллер заявил, что, вопреки отчетам Майкельсона и Морли, наличие эфирного ветра доказано им окончательно и бесповоротно; тем не менее, это не произвело особого впечатления на слушателей, среди которых преобладали приверженцы теории Эйнштейна. Поляни приходит к выводу, что никакой «объективистский каркас» не обеспечивает ни принятия, ни отвержения теорий учеными [151, с. 12–14; см. русск. перев., с. 37–39]. Но моя реконструкция позволяет считать верность сторонников Эйнштейна его исследовательской программе даже перед лицом убедительных данных, противоречащих ей, вполне рациональной, и это, разумеется, подрывает «пост-критическую», а лучше сказать, мистическую трактовку данного вопроса Поляни.



все положительное, что можно найти в теории Эйнштейна, по существу содержится в эфирной теории Лоренца, а победа Эйнштейна была лишь данью позитивистской моде. В действительности же длительная серия экспериментов Майкельсона с 1981 по 1935 гг., проведенных, чтобы подвергнуть последовательной проверке различные варианты теории эфира, является поучительным примером регрессивного сдвига проблем<sup>240</sup>. (И все же исследовательские программы способны выбираться из регрессивных провалов. Хорошо известно, что теория эфира Лоренца легко может быть усилена таким образом, что в некотором нетривиальном смысле она будет эквивалентной не-эфирной теории Эйнштейна<sup>241</sup>. В контексте боль-

<sup>240</sup> Типичный признак регрессии программы, о котором не шла речь в данной статье — пролиферация противоречивых «фактов». Используя в качестве интерпретативной ложную теорию, можно получить, не делая никаких «экспериментальных ошибок», противоречивые фактуальные высказывания, несовместимые экспериментальные данные. Майкельсон, будучи приверженцем эфира до конца грустной истории этого понятия, главным образом переживал из-за несовместимости «фактов», полученных в его сверхточных измерениях. Его эксперимент 1887 г. «показал», что эфирного ветра нет на поверхности Земли. Но aberrация «показывала», что эфирный ветер должен быть. Более того, его эксперимент 1925 г. (о котором либо умалчивают, либо, как Жаффе [79], ошибочно трактуют) также «показал», что эфирный ветер существует (см. [125] и острую критику — [175]).

<sup>241</sup> См., например, [44, с. 17–18], цит. по [39]. Однако не следует забывать, что две специальные теории, будучи математически (и наблюдательно) эквивалентными, все же могут быть погружены в различные, соперничающие одна с другой исследовательские программы, и сила положительных эвристик этих программ может быть различной. Этот момент часто упускался из виду теми, кто предлагал доказательства подобной эквивалентности (хороший пример — доказательства эквивалентности подходов к квантовой физике Шредингера и Гейзенберга).

шого «креативного сдвига» эфир может еще вернуться<sup>242</sup>.)

Внимательно всматриваясь в прошлое и следя за изменениями оценок знаменитого эксперимента, мы можем понять, почему в период между 1881 и 1886 гг. 5 о нем не было даже упоминаний в литературе. Когда французский физик Потье указал Майкельсону на его ошибку в эксперименте 1881 г., Майкельсон решил не сообщать в печать об этом. Причину он объяснил в письме Рэлею в марте 1887 г. «Я не раз пытался 10 заинтересовать моих ученых друзей этим экспериментом, но без успеха, я никогда не сообщал о замеченной ошибке (мне совестно признаться в этом), потому что я был обескуражен тем, насколько мало внимания привлекла эта работа, и мне казалось, что 15 она не заслуживала этого равнодушия»<sup>243</sup>. Между прочим, это письмо было написано в ответ на письмо Рэлея, обратившего внимание Майкельсона на статью Лоренца. Это письмо стало побудительным импульсом к эксперименту 1887 г. Но и после 1887 г., и даже после 20 1905 г эксперимент Майкельсона–Морли все же не считался опровержением существования эфира, и к тому были достаточно веские основания. Этим объясняется, почему Нобелевская премия была вручена Майкельсону (1907 г) не за «опровержение теории 25 эфира», а за «создание прецизионных *оптических приборов*, а также за спектроскопические и метрологические измерения, выполненные с их помощью»<sup>244</sup>, а также почему эксперимент Майкельсона–Морли 30 даже не был упомянут в речи лауреата во время вручения премии. Он также хранил молчание о том, что,

<sup>242</sup> См., например, [38]: «Если вернуться к вопросу, учитывая современное состояние физического знания, можно увидеть, что эфир уже не отвергается относительностью, и можно выдвинуть неплохие основания, чтобы вновь постулировать существование эфира». См. также заключительный параграф [173], а также [16].

<sup>243</sup> [183, с. 29].

<sup>244</sup> Курсив мой. – И. Л. [183, с. 29].



- хотя вначале он изобрел свой прибор, чтобы измерить скорость света с большой точностью, затем он был вынужден улучшить свои оптические инструменты, чтобы иметь возможность проверки некоторых специальных теорий эфира, а также о том, что «прецизионность» его эксперимента 1887 г. была в основном ответом на теоретическую критику со стороны Лоренца; современная литература, как правило, даже не упоминает об этих обстоятельствах<sup>245</sup>.
- 5
- 10 Забывают и о том, что даже, если бы эксперимент Майкельсона–Морли показал существование «эфирного ветра», все равно программа Эйнштейна одержала бы победу. Когда Миллер, страстный поборник классической программы эфира, сделал сенсационное заявление о том, что эксперимент Майкельсона–
- 15 Морли был проведен с небрежностью, и на самом деле эфирный ветер все же *имел место*, корреспондент журнала «Science» не удержался от восторженного восклицания по поводу того, что «результаты
- 20 проф. Миллера радикальным образом нокаутировали теорию относительности»<sup>246</sup>. Однако, с точки зрения Эйнштейна\*, даже если бы выводы Миллера соответ-

<sup>245</sup> Сам Эйнштейн был склонен считать, что Майкельсон изобрел свой интерферометр для проверки теории Френеля (см. [46, русск. перев., с. 149]). Между прочим, ранние эксперименты Майкельсона, связанные с исследованием спектральных линий ([122], [123]), также соответствовали современным ему теориям эфира. Майкельсон стал особенно подчеркивать «сверхточность» своих измерений только тогда, когда оказался обескураженным отсутствием оценки их соответствия этим теориям. Эйнштейн, который недолюбливал точность ради нее самой, спрашивал его, почему он затрачивает такие чудовищные усилия на точное измерение именно этой мировой константы. Ответ Майкельсона был таков: «Потому, что это меня забавляет» (См. [48, русск. перев., с. 150]).

<sup>246</sup> [129].

\* То, как Лакатос интерпретирует мысль Эйнштейна, выглядит натяжкой. В цитируемой статье Эйнштейн прямо говорит, что с результатом опыта Майкельсона–Морли «связано



ствовавали действительности, «следовало бы отбросить [только] *нынешнюю* форму теории относительности»<sup>247</sup>. Действительно, Синге отметил, что результаты Миллера, даже если принимать их за чистую монету, не противоречат теории Эйнштейна, противоречит ей только объяснение этих результатов Миллера. Нетрудно заменить вспомогательную теорию твердого тела, использовавшуюся в этих результатах, на новую теорию Гарднера–Синге, и тогда эти результаты полностью согласуются с программой Эйнштейна<sup>248</sup>. 10

### (2<sub>2</sub>) Эксперименты Луммера–Прингсгейма

Рассмотрим другой якобы решающий эксперимент. Планк утверждал, что эксперименты Луммера и Прингсгейма, которые «*опровергли*» законы излучения Вина, Рэлея и Джинса, на рубеже столетия стали истоками — и даже «вызвали к жизни» — квантовую теорию<sup>249</sup>. Но и в этом случае роль экспериментов была гораздо сложнее и во многом соответствовала нашему подходу. Слишком просто было бы сказать, что эксперименты Луммера–Прингсгейма положили конец классической теории, но были адекватно объяснены квантовой физикой. Прежде всего, надо отметить, что первые варианты квантовой теории Эйнштейна имели своим следствием закон Вина и потому были не в меньшей степени опровергнуты экспериментами Луммера–Прингсгейма, чем 15 20 25

само существование или опровержение теории относительности», и поэтому «теоретики испытали сильное волнение, когда Дэйтон Миллер... пришел к иному результату» [45, русск. перев., с. 188]. — *Прим. перев.*

<sup>247</sup> [45].

<sup>248</sup> [190].

<sup>249</sup> [147], [161, гл. 30.], [65, с. 37]; в этих работах данные выражения играют роль идиом; разумеется, предложения наблюдения не «вызывают к жизни» какие-либо конкретные теории.



классическая теория<sup>250</sup>. Далее, для формул Планка предлагались некоторые вполне классические объяснения. Так, на заседании Британской Ассоциации в поддержку научного прогресса в 1913 г работала специальная секция по излучению, на которой, помимо прочих, присутствовали Джинс, Рэлей, Дж. Дж. Томпсон, Лармор, Резерфорд, Брэгг, Пойнтинг, Лоренц, Прингсгейм и Бор. Прингсгейм и Рэлей были подчеркнута нейтральны по отношению к теоретическим спекуляциям вокруг квантов, но проф. Лав «выступал как приверженец старых концепций и утверждал, что явления излучения можно объяснить без теории квантов. Он критиковал экви-партиционную теорию энергии, на которой покоится квантовая теория. Самые важные данные в пользу квантовой теории — это согласие с экспериментами формулы Планка для излучения черного тела. С математической точки зрения, могут существовать и другие формулы, столь же хорошо согласующиеся с экспериментами. Например, формула, предложенная А. Корном, описывающая результаты измерений в широком диапазоне, так же хорошо совпадает с экспериментальными данными, как и формула Планка. Продолжая отстаивать взгляд, по которому *ресурсы обычной теории не исчерпаны*, он отметил, что вычисления Лоренца, верные для излучений в тонком слое, могут быть распространены и на другие случаи. Согласно такому подходу, никакое простое аналитическое выражение не может охватить собой результаты всего диапазона длин волн; вполне возможно, что нет никакой общей формулы, применимой ко всем длинам волн. Поэтому формула Планка может быть всего лишь эмпирической формулой»<sup>251</sup>.

Пример классического объяснения приводит Кэллендэр: «Несовпадение с экспериментом хорошо

<sup>250</sup> См. [191, с. 18]; подающая надежды исследовательская программа обычно начинает с объяснения уже опровергнутых «эмпирических законов», и это, на основании моего подхода, может расцениваться как успех вполне рационально.

<sup>251</sup> [144, с. 36; курсив мой. — И. А.].

известной формулы Вина для распределения энергии в полном излучении вполне объяснимо, если допустить, что она выражает только внутреннюю энергию. Как показано лордом Рэлеем, соответствующее значение давления легко получается из принципа Карно. 5  
Предложенная мною формула (Phil. Mag., October, 1913) выражает простую сумму давления и плотности энергии и хорошо согласуется с экспериментальными данными как для излучаемой, так и для обычной тепловой энергии. Я бы предпочел ее формуле Планка, помимо прочего, потому, что последняя не может быть согласована с классической термодинамикой, поскольку опирается на немыслимое понятие "кванта" или неделимой единицы действия. Соответствующая физическая величина в моей теории, которую я в 10  
другой своей работе назвал молекулой тепла, не обязана быть неделимой и находится в очень простом отношении с внутренней энергией атома; этого вполне достаточно, чтобы объяснить, почему энергия в особых случаях излучается неделимыми порциями, величина 20  
которых всегда кратна некоторой постоянной»<sup>252</sup>.

Подобные цитаты, если ими злоупотреблять могут вызвать скуку, однако они, по крайней мере, убеждают в том, что никаких быстро признаваемых решающих экспериментов нет. Опровержение Луммера и Прингсгейма не устранило классический подход к проблеме излучения. Мы лучше поймем ситуацию, если обратим 25  
внимание на то, что первоначальная планковская формула *ad hoc*, которая подгоняла (и исправляла) данные Луммера и Прингсгейма<sup>253</sup>, могла быть объяснена 30

<sup>252</sup> [28].

<sup>253</sup> Я имею в виду формулу Планка в том виде, как она приведена в его [145], где он признает, что после длительных попыток доказать, что «закон Вина необходимо должен быть справедлив», этот «закон» был опровергнут. Так он перешел от доказывания величественных вечных законов к «построению совершенно произвольных выражений». Однако, по джастификационистским критериям, вообще любая физическая теория становится «совершенно произвольной». На самом же



прогрессивным образом лишь в новой квантовой теоретической программе<sup>254</sup>; в то же время ни эта формула, ни ее «полу-эмпирические» соперницы не могли найти объяснения в рамках классической программы иначе, чем ценой регрессивного проблемного сдвига. «Прогрессивное» развитие, кроме того, зависело и от «креативного сдвига»: замещения статистики Больцмана–Максвелла статистикой Бозе–Эйнштейна (это было сделано Эйнштейном)<sup>255</sup>. Прогрессивность нового развития была более чем очевидной: в версии Планка было правильно предсказано значение посто-

деле произвольная формула Планка противоречила наличным эмпирическим данным и властно исправляла их. (Планк рассказывает об этом в своей «Научной автобиографии»). Конечно, в известном смысле первоначальная формула Планка действительно была «произвольной», «формальной», «ad hoc» — ведь это была скорее изолированная формула, которая еще не являлась частью исследовательской программы. Как он сам отмечал: «Даже если формулу для излучения предполагать справедливой с абсолютной точностью, то все же она имеет только формальный смысл удачно угаданного закона. Поэтому со дня установления этой формулы я был занят тем, что старался придать ей ее истинный физический смысл» [148, с. 41; русск. перев., с. 660]. Но главное значение того, что Планк называет «приданием формуле физического смысла» — не обязательно «истинного физического смысла», — состоит в том, что это часто ведет к формированию убедительной научной программы и росту знания.

<sup>254</sup> Впервые это было сделано самим Планком [146], где заложены основы исследовательской программы квантовой теории.

<sup>255</sup> Это было сделано уже Планком, но лишь нечаянно, так сказать, по ошибке. См. [191, с. 18]. Действительно, результаты Прингсгейма и Луммера, помимо прочего, стимулировали критический анализ неформальных выводов в квантовой теории излучения, в которых неявно фигурировали чрезвычайно важные «скрытые леммы», что выяснилось только в более поздних разработках. Самый важный шаг в этом «проясняющем процессе» был сделан Эренфестом [42].



янной Больцмана–Планка, в версии Эйнштейна была предсказана целая серия впечатляющих новых фактов<sup>256</sup>. Но до выдвижения новых, к сожалению *ad hoc*, вспомогательных гипотез в рамках старой программы, до развертывания новой программы и открытия 5 новых фактов, свидетельствующих о прогрессивном сдвиге проблем в последней, — до всего этого объективное значение экспериментов Луммера–Принггейма было весьма ограниченным.

### (2<sub>3</sub>) *β-распад против законов сохранения*

Наконец, рассмотрим историю эксперимента, ко- 10 торый чуть ли не стал еще одним «величайшим негативным экспериментом истории науки». Это послужит еще одной иллюстрацией того, как трудно в точности решить, *чему* учит нас опыт, что он «доказывает» и «опровергает». Нам предстоит внимательно про- 15 анализировать «наблюдение» Чедвиком  $\beta$ -распада в 1914 г. Мы увидим, что эксперимент, который вначале рассматривался как обычная головоломка в рамках исследовательской программы, затем был возведен в ранг «решающего эксперимента», но потом опять 20 низведен до обычной головоломки — и все это в зависимости от *целостного* изменения теоретического и эмпирического ландшафта. Эти изменения ввели в заблуждение многих летописцев, привыкших к определенным историческим стереотипам, что и привело 25 к искажениям действительной истории<sup>257</sup>.

Когда Чедвик открыл непрерывный спектр радиоактивного  $\beta$ -излучения в 1914 г., никто не мог подумать, что этот курьезный феномен имеет какое-то отношение к законам сохранения. В 1922 г. были 30

<sup>256</sup> См., например, [81, с. 547].

<sup>257</sup> Важное исключение — описание Паули [141]. Далее я постараюсь скорректировать это описание показать, что его рациональность легко понятна в свете моего подхода.

предложены два остроумных объяснения, соперничавших одно с другим. Оба объяснения исходили из атомной физики того времен. Одно принадлежало Л. Мейтнер, другое К. Эллису. Согласно Л. Мейтнер, электроны частью были первичными, исходящими из ядер, частью вторичными — из электронных оболочек. По Эллису, все электроны были первичными. Обе теории опирались на утонченные вспомогательные гипотезы, но обе предсказывали новые факты. Предсказанные факты противоречили друг другу, а экспериментальные данные поддержали теорию Эллиса<sup>258</sup>. Л. Мейтнер апеллировала, «апелляционный суд» экспериментаторов отклонил ее иск, но отметил, что одна из вспомогательных гипотез в теории Эллиса, имеющая принципиальное значение, должна быть отвергнута<sup>259</sup>. Спор закончился вничью.

И никто бы не подумал, что эксперимент Чедвика поставит под сомнение закон сохранения энергии, если бы Бор и Крамерс не пришли в то же самое время, когда разгорался спор между Мейтнер и Эллисом, к идее о том, что последовательная теория может быть развита лишь при условии, что принцип сохранения энергии в единичных процессах будет отринут. Одна из главных особенностей захватывающей теории Бора–Крамерса–Слэтера (1924 г.) заключалась в том, что классические законы сохранения энергии и импульса уступают место статистическим законам<sup>260</sup>. Эта теория (или, скорее, «программа») была сразу же «опровергнута» и ни одно следствие ее не нашло под-

<sup>258</sup> [50].

<sup>259</sup> [121].

<sup>260</sup> Слэтер с большой неохотой участвовал в жертвенном заклинании принципа сохранения. В 1964 г. он писал Ван дер Вардену: «Как Вы могли бы предположить, идея статистического сохранения энергии и импульса была заложена в теорию Бором и Крамерсом, вопреки моим лучшим намерениям». Ван дер Варден приложил немало стараний, чтобы реабилитировать Слэтера, чье преступление заключалось в том, что он взял на себя ответственность за ложную теорию [198, с. 13].

крепления; она так и не была разработана настолько, чтобы объяснить  $\beta$ -распад.

Но несмотря на столь быстрое отвержение этой программы, — дело было не только в «опровержении» Комптона и Саймона и эксперименте Боте и 5 Гейгера, но и в возникновении мощной соперницы: программы Гейзенберга–Шредингера<sup>261</sup> — Бор остался при убеждении, что нестатистические законы сохранения в конце концов должны быть отброшены и что бета-распадная аномалия никогда не найдет 10 надлежащего объяснения, пока эти законы не будут замещены; если бы это произошло,  $\beta$ -распад стал бы пониматься как решающий эксперимент, свидетельствующий против законов сохранения. Гамов рассказывает, как Бор пытался применить идею 15 несохранения энергии при  $\beta$ -распаде для остроумного объяснения по-видимому вечного воспроизводства энергии в звездах<sup>262</sup>. Только Паули со своим мефистофельским стремлением бросить вызов Господу остался консерватором<sup>263</sup> и в 1930 г. выдвинул свою теорию 20 нейтрино, чтобы объяснить  $\beta$ -распад и вместе с тем спасти принцип сохранения энергии. О своей идее он сообщил в шутовском письме на конференцию в Тюбингене, сам же предпочел остаться в Цюрихе, чтобы поболеть за бейсбольную команду<sup>264</sup>. Впервые 25

<sup>261</sup> Поппер заблуждается, утверждая, что «опровержений» было достаточно, чтобы привести эту теорию к краху [161, с. 242; русск. перев., с. 367, 496].

<sup>262</sup> [65, с. 72–74]. Бор никогда не публиковал эту теорию (она была непроверяемой в тех условиях), но, как пишет Гамов, «похоже, он не был бы слишком удивлен, если бы она оказалась истинной». Гамов не приводит эту неопубликованную теорию, но вероятно, что Бор разработал ее в 1928–1929 гг., когда Гамов работал в Копенгагене.

<sup>263</sup> См. пародийную постановку «Фауста», исполнявшуюся в Институте Бора в 1932 г.; опубликована Гамовым в приложении к его [65]. (См.: Мур Р. Нильс Бор — человек и ученый. М., 1969. С. 213–214. — Прим. перев.).

<sup>264</sup> См. [141, с. 160].



об этой идее он публично заявил на лекции в Пасадене (1931 г.), но не согласился на публикацию своей лекции, ибо ощущал «неуверенность». В это время (1932 г.) Бор все еще полагал, что, по крайней мере, в ядерной физике можно «отказаться от самой идеи сохранения энергии»<sup>265</sup>. Наконец, Паули решил опубликовать свои размышления о нейтринно, представив их на Сольвеевский конгресс в 1933 г., несмотря на то, что «реакция конгресса, за исключением двух молодых физиков, была скептической»<sup>266</sup>. Но теория Паули имела некоторые методологические преимущества. Она спасала не только принцип сохранения энергии, но и принцип сохранения спина и статистики; она объяснила не только спектр  $\beta$ -распада, но и «азотную аномалию»<sup>267</sup>. По критериям Уэвелла, это «совпадение индукций» должно быть достаточным, чтобы упрочить репутацию теории Паули. Но по нашим критериям, для этого необходимо еще и успешное предсказание *новых* фактов. Теория Паули удовлетворяла и этому критерию. У нее имелось интересное наблюдаемое следствие:  $\beta$ -спектр должен иметь ясную верхнюю границу. *В то время* проблема была открыта, но Эллис и Мотт уже занимались ей<sup>268</sup>, и вскоре ученик Эллиса Гендерсон показал, что их эксперименты говорят в пользу программы Паули<sup>269</sup>.

На Бора это не произвело впечатления. Он знал, что если основная программа, в основу которой лег-

<sup>265</sup> [19; русск. перев., с. 109]. Эренфест также вначале выступил вместе с Бором против нейтринно. Открытие Чедвиком нейтрона в 1932 г. только слегка поколебало их оппозицию: их все же отпугивала идея частицы без заряда, возможно, даже без массы (покоя), с одним только «бестелесным» спином.

<sup>266</sup> [211].

<sup>267</sup> Захватывающее обсуждение нерешенных проблем, связанных с  $\beta$ -распадом и «азотной аномалией» см. в Фарадеевской лекции Бора, прочитанной до, а опубликованной после решения Паули [19, с. 380–383; русск. перев., с. 105–110].

<sup>268</sup> [49].

<sup>269</sup> [73].



ло понятие *статистического* сохранения энергии, продолжает успешно развиваться, растущий пояс вспомогательных гипотез принимает на себя соответствующие обязанности по защите от наиболее опасных негативных данных.

5

И в самом деле, в эти годы большинство ведущих физиков полагало, что в ядерной физике законы сохранения энергии и импульса пали<sup>270</sup>. Причина была ясно указана Л. Мейтнер, признавшей свое поражение только в 1933 г.: «Все попытки поддержать значимость закона сохранения энергии также и для *индивидуального* атомного процесса основывались на предположении еще и другого процесса в  $\beta$ -распаде. Но такой процесс не был найден...»<sup>271</sup>; другими словами, программа, основанная на законах сохранения для атомных ядер, обнаружила эмпирически регрессирующий проблемный сдвиг. Имелись отдельные остроумные попытки объяснить непрерывность спектра  $\beta$ -излучения без допущения «нелегальной частицы»<sup>272</sup>. Они вызвали большой интерес<sup>273</sup>, но были отвергнуты, поскольку не смогли обеспечить прогрессивный сдвиг.

10

15

20

В этот момент на сцену вышел Ферми. В 1933–1934 гг. он переинтерпретировал проблему  $\beta$ -излучения в рамках исследовательской программы новой квантовой теории. Тем самым он положил начало малой новой исследовательской программе нейтрино (которая позднее переросла в программу слабых взаимодействий). Он вычислил несколько первых прибли-

25

<sup>270</sup> Цит. по [132], р. 823. Гейзенберг в своей знаменитой статье «О строении атомных ядер», в которой он ввел протон-нейтронную модель ядер, отмечает, что «поскольку при  $\beta$ -распаде нарушается сохранение энергии, невозможно дать единственное определение энергии связи электрона в нейтроне» [71, с. 164].

<sup>271</sup> [121, с. 132].

<sup>272</sup> Например, [192], [88].

<sup>273</sup> Наиболее интересное обсуждение этого вопроса см. в [179, с. 335–336].



женных моделей<sup>274</sup>. Хотя его теория не предсказала каких-либо новых фактов, он дал понять, что дело только за дальнейшими разработками.

5 Прошло два года, а обещание Ферми все еще не  
было выполнено. Однако новая программа квантовой  
физики развивалась быстро, по крайней мере, в той  
ее части, в какой она касалась не-ядерных явлений.  
Бор стал убеждаться в том, что некоторые исходные  
идеи программы Бора–Крамерса–Слэтера теперь  
10 были прочно связаны с новой квантовой программой,  
и что последняя разрешила внутренние теоретичес-  
кие проблемы старой квантовой программы, не за-  
трагивая при этом законов сохранения. Поэтому Бор  
сочувственно следил за работами Ферми и в 1936 г.,  
15 т. е. несколько нарушая обычную последовательность  
событий, оказал им, по нашим критериям слегка  
преждевременно, публичную поддержку.

В 1936 г. Шенкланд придумал новый способ про-  
верки соперничающих теорий рассеяния фотона. Его  
20 результаты, казалось, поддержали уже списанную за  
негодностью теорию Бора–Крамерса–Слэтера и по-  
дорвали доверие к экспериментам, которые более де-  
сятилетия назад опровергали ее<sup>275</sup>. Статья Шенкланда  
произвела сенсацию. Те физики, которые питали непри-  
язнь к новым путям исследования, сразу были готовы  
25 приветствовать эксперименты Шенкланда. Например,  
Дирак немедленно выразил удовлетворение по пово-  
ду возвращения «опровергнутой» программы Бора–  
Крамерса–Слэтера и написал очень острую статью  
30 против «так называемой квантовой электродинамики»,  
в которой требовал «глубоких перемен в современных  
теоретических идеях, включая отказ от законов сохра-  
нения, чтобы получить удовлетворительную реляти-  
вистскую квантовую механику»<sup>276</sup>. Кроме того, в этой  
35 статье Дирак утверждал, что  $\beta$ -распад вполне может  
стать одним из решающих доказательств, свидетель-

<sup>274</sup> [52], [53].

<sup>275</sup> [182].

<sup>276</sup> [36].

ствующих против законов сохранения, и высмеивал «новую ненаблюдаемую частицу, нейтрино, которую некоторые исследователи постулировали, чтобы формально удержать принцип сохранения энергии, предполагая, что именно эта ненаблюдаемая частица 5 ответственна за нарушение энергетического равновесия»<sup>277</sup>. Впоследствии в дискуссию вступил Пайерлс. Он утверждал, что эксперимент Шенкланда может стать опровержением даже статистического принципа сохранения энергии. И добавлял: «Это, по-видимо- 10 му, также хорошо, поскольку прежнюю концепцию сохранения приходится отвергнуть»<sup>278</sup>.

В Копенгагенском институте Бора эксперименты Шенкланда были немедленно воспроизведены и признаны негодными. Якобсен, коллега Бора, сообщил 15 об этом в письме в «Nature». Результаты Якобсена сопровождалась заметкой самого Бора, который, твердо выступил против бунтарей и в защиту новой квантовой механики Гейзенберга. В частности, он защищал идею нейтрино от Дирака: «Нужно заметить, что основания 20 для серьезных сомнений в строгой справедливости законов сохранения при испускании  $\beta$ -лучей атомным ядром сейчас в основном устранены благодаря многообещающему согласию между быстро увеличивающимися экспериментальными данными по явлениям 25  $\beta$ -излучения и следствиями нейтринной гипотезы Паули, столь блестяще развитой в теории Ферми»<sup>279</sup>.

Теория Ферми в ее первом варианте не имела заметного эмпирического успеха. Более того, имевшиеся тогда данные, особенно относящиеся к случаю  $\text{RaE}$ , 30 вокруг которого концентрировались исследования  $\beta$ -излучения, резко противоречили теории Ферми 1933–1934 гг. Он хотел разобраться с этой проблемой во второй части своей статьи, которая, однако, не была опубликована. Даже если видеть в теории Ферми пер- 35 вый вариант способной к дальнейшему развитию про-

<sup>277</sup> [36].

<sup>278</sup> [143].

<sup>279</sup> [20, русск. перев., с. 206].



граммы, до 1936 г невозможно обнаружить какие-либо заслуживающие внимания признаки прогрессивного сдвига<sup>280</sup>. Но Бор хотел своим *авторитетом* поддержать отважную попытку Ферми применить новую большую программу Гейзенберга к атомным ядрам; а поскольку эксперимент Шенкланда и атаки Дирака и Пайерлса поставили  $\beta$ -распад в фокус критики этой новой программы, он не скупился на похвалы нейтринной программы Ферми, которая обещала заполнить осязаемую брешь. Без сомнения, последующее развитие нейтринной программы спасло Бора от драматического унижения: программы, основывающиеся на принципах сохранения прогрессировали, тогда как в соперничающем лагере не было никакого прогресса<sup>281</sup>.

<sup>280</sup> В период между 1933 и 1936 гг. некоторые физики предлагали модификация *ad hoc* или альтернативы теории Ферми; см., например, [9], [12], [86]. Ву и Мошковский в 1966 г. писали: «Как теперь известно, теория Ферми [т. е. программа]  $\beta$ -распада с замечательной точностью предсказывает как отношение между скоростью  $\beta$ -распада и энергией разложения, так и контур  $\beta$ -спектра». Но, подчеркивают они, «с самого начала теория Ферми, к сожалению, подвергалась необъективным проверкам. Пока искусственные радиоактивные ядра не могли производиться в достаточном количестве,  $RaE$  было единственным явлением, вполне удовлетворявшим многочисленные экспериментальные требования в качестве  $\beta$ -излучения при исследованиях контура его спектра. Только недавно стало понятно, что это явление было только весьма частным случаем. Его особая энергетическая зависимость приводила к отклонениям от того, что ожидалось от простой теории  $\beta$ -распада Ферми и это сильно тормозило прогрессивное развитие этой теории [т. е. программы]» [212, с. 6].

<sup>281</sup> Вызывает сомнение даже то, была ли нейтринная программа Ферми прогрессивной или регрессивной даже в период между 1936 и 1950 гг.; даже после 1950 г. вердикт экспериментаторов все еще не было вполне ясным. Но об этом я постараюсь рассказать, когда представится другой случай. (Кстати, Шредингер защищал статистическую интерпретацию принципов сохранения, несмотря на ту решающую роль, какую он играл в разработке новой квантовой физики; см. [181]).

Мораль сей истории опять-таки заключается в том, что статус «решающего» эксперимента зависит от характера теоретической конкуренции, в которую он вовлечен. Интерпретация и оценка эксперимента зависит от того, терпит ли исследовательская программа неудачу в соперничестве, или же Фортуна поворачивается к ней лицом.

*Научный фольклор нашего времени, однако, перенасыщен теориями скороспелой рациональности.* Рассказанная мной история фальсифицирована в большинстве описаний и реконструирована на основании ошибочных теорий рациональности. Такими фальсификациями полны даже лучшие популярные изложения. Я приведу только два примера.

В одной статье мы читаем о  $\beta$ -распаде следующее: «Когда эта ситуация возникла впервые, альтернативы выглядели мрачно. Физики были поставлены перед выбором: либо согласиться с крахом закона сохранения энергии, либо поверить в существование новой и невиданной частицы. Эта частица, испускаемая вместе с протоном и электроном при распаде нейтрона, могла спасти устои физики, поскольку предполагалось, что именно она отвечает за энергетическое равновесие. Это было в начале 30-х гг., когда введение новой частицы еще не было столь обычным, как сегодня. Тем не менее, *лишь слегка поколебавшись*, физики выбрали вторую возможность»<sup>282</sup>. На самом же деле и выбор был *вовсе не из двух* возможностей, и «колебания» были совсем не легкими.

В хорошо известном учебнике по философии физики мы узнаем, что (1) «закону (или принципу) сохранения энергии был брошен серьезный вызов экспериментами по  $\beta$ -распаду, результаты которых были неоспоримы»; (2) «тем не менее, закон не был отброшен, и было допущено существование новых частиц (“нейтрино”), чтобы привести этот закон в соответствие с экспериментальными данными»; (3) «основанием для этого допущения было то, что

<sup>282</sup> [194]; курсив мой.— И. Л.



отрицание закона сохранения лишило бы значительную часть нашего физического знания его систематической связности»<sup>283</sup>.

- 5 Все три пункта — ошибочны. Первый ошибочен, ибо никакой закон не может быть поставлен под сомнение из-за одного только эксперимента. Второй —
- 10 ибо новые *научные* гипотезы нужны не для того только, чтобы заделывать трещины между данными и теорией, но для того, чтобы предсказывать новые факты.
- 10 Третий ошибочен потому, что все было наоборот: тогда казалось, что *только отрицание* закона сохранения спасло бы «систематическую связность» нашего физического знания.

(2<sub>4</sub>) *Заключение.*

*Требование непрерывного роста*

- 15 *Нет ничего такого, что можно было бы назвать решающими экспериментами*, по крайней мере, если понимать под ними такие эксперименты, которые способны немедленно опрокидывать исследовательскую программу. На самом деле, когда одна исследовательская программа терпит поражение и ее
- 20 вытесняет другая, можно — *внимательно взглядевшись в прошлое* — назвать эксперимент решающим, если удастся увидеть в нем эффективный подтверждающий пример в пользу победившей программы и очевидное доказательство провала той программы,
- 25 которая уже побеждена (придав этому тот смысл, что данный пример ни когда не мог быть «прогрессивно объяснен» или просто «объяснен» в рамках побежденной программы). Но ученые, конечно, не всегда правильно оценивают эвристические ситуации. Сгоряча ученый может *утверждать*, что его
- 30 эксперимент разгромил программу, а часть научного сообщества — тоже сгоряча — может согласить-

<sup>283</sup> [137, с. 65-66].

ся с его утверждением. Но если ученый из «побежденного» лагеря несколько лет спустя предлагает научное объяснение якобы «решающего эксперимента» в рамках якобы разгромленной программы (или в соответствии с ней), *почетный титул может быть снят и «решающий эксперимент» может превратиться из поражения программы в ее новую победу.*

Примеров сколько угодно. В XVIII веке проводилось множество экспериментов, которые, как свидетельствуют данные историко-социологического анализа, воспринимались очень многими как «решающие» свидетельства против галилеевского закона свободного падения и ньютоновской теории тяготения. В XIX столетии было несколько «решающих» экспериментов, основанных на измерениях скорости света, которые «опровергали» корпускулярную теорию и затем оказались ошибочными в свете теории относительности. Эти «решающие» эксперименты были потом вычеркнуты из джастификационистских учебников как примеры постыдной близорукости или претенциозной зависти (Недавно они снова появились в некоторых новых учебниках, на этот раз с тем, чтобы иллюстрировать неизбежную иррациональность научных стилей). Однако, в тех случаях, когда мнимые «решающие эксперименты» производились на самом деле гораздо позднее того, как были разгромлены программы, историки обвиняли тех, кто сопротивлялся им, в глупости, подозрительности или недопустимом подхалимстве по отношению к тем, кому эти программы были обязаны своим рождением. (Вошедшие ныне в моду «социологи познания» — или «психологи познания» — хотели бы объяснить подобные положения исключительно в социальных или психологических терминах, тогда как они, как правило, объясняются принципами рациональности. Типичный пример — объяснение оппозиции Эйнштейна к принципу дополнительности Бора тем, что «в 1926 г. Эйнштейну было сорок семь лет.



Этот возраст может быть расцветом жизни, но не для физика»<sup>284</sup>)\*.

<sup>284</sup> [11, с. 129]. Чтобы оценить какие элементы соперничающих проблемных сдвигов прогрессивны и какие регрессивны, нужно понимать те идеи, которые в них фигурируют. Но социология познания часто служит удобной ширмой, за которой скрывается невежество: большинство социологов познания не понимают, и даже не хотят понимать эти идеи; они наблюдают социо-психологические образцы поведения. Поппер часто рассказывал об одном «социальном психологе», д-ре X, который изучал поведение группы ученых. Он пришел на семинар физиков, чтобы заниматься исследованиями по психологии науки. Он наблюдал «возникновение лидера», «создание кругового эффекта» в одних случаях и «защитную реакцию» в других, корреляции между возрастом, полом и агрессивностью поведения и т. п. (Д-р X заявлял, что владеет утонченной техникой современной статистики, применяемой при изучении небольших групп.) В конце его увлеченного повествования Поппер спросил: «А какая проблема обсуждалась в исследуемой Вами группе?» Д-р X был изумлен таким вопросом: «О чем Вы спрашиваете? Я не прислушивался к тому, о чем они говорили! И какое это имеет значение для психологии познания?»

\* Выпады Лакатоса против социологии и психологии познания (даже сами эти термины он берет в кавычки!) продиктованы страстным желанием во что бы то ни стало сохранить в чистоте рационалистическую традицию в философии и методологии науки; отклонения от этой стратегии — действительные или мнимые — рассматривались им как покушение на святая святых и если даже П. Фейерабенду и Т. Куну доставалась немалая порция обвинений в иррационализме, то социологи и психологи, «вторгавшиеся» в сферу объяснений научных событий, обвинялись ни много, ни мало — в невежестве, а их деятельность изображалась в окарикатуренном виде. Столь неприятная критика со стороны одного из крупнейших представителей критического рационализма могла бы, между прочим, найти понятное психологическое и, возможно, социологическое объяснение! Так или иначе, но, к сожалению, И. Лакатос не смог (или не пожелал) увидеть в социологических и социально-психологических исследованиях научно-по-



Учитывая сказанное ранее, идея скороспелой рациональности выглядит утопической. Но эта идея является отличительным признаком большинства направлений в эпистемологии. Джастификационистам хотелось бы, чтобы научные теории были доказательно обоснованы еще прежде, чем они публикуются, пробабилисты возлагают надежды на некий механизм, который мог бы, основываясь на опытных данных, немедленно определить ценность (степень подтверждения) теории; наивные фальсификационисты верили, что, по крайней мере, элиминация теории есть мгновенный результат вынесенного экспериментом приговора<sup>285</sup>. Я, надеюсь, показал, что *все эти теории скороспелой рациональности — и мгновенного обучения — ложны*. В этой главе на примерах показано, что рациональность работает гораздо медленнее, чем принято думать, и к тому же может заблуждаться. Сова Минервы вылетает лишь в полночь. Надеюсь также, что мне удалось показать следующее: *непрерывность* в науке, *упорство в борьбе за выживание* некоторых теорий, оправданность некоторого догматизма — все это можно объяснить только в том случае, если наука понимается как поле борьбы исследовательских программ, а не отдельных теорий. Немного можно понять в развитии науки, если держать за образец научного знания какую-либо изолированную теорию вроде «Все лебеди белые», которая живет сама по себе, не относясь к какой-либо боль-

знавательных процессов нечто большее, чем очередной зигзаг философской моды — поиски более гибкой и широкой стратегии рационального исследования науки. — *Прим. перев.*

<sup>285</sup> Разумеется, наивные фальсификационисты все же отпускают какое-то время на «приговор эксперимента»: ведь эксперимент должен повторяться и критически анализироваться. Но как только дискуссия приходит к завершению, и эксперты находят общий язык, и «базисные предложения» считаются принятыми, и решено, какая специальная теория попадает под их удар — наивный фальсификационист больше не испытывает сострадания к тем, кто продолжает «увиливать».



5 шой исследовательской программе. *Мой подход предпо-  
 10 лагает новый критерий демаркации между «зрелой  
 наукой», состоящей из исследовательских программ,  
 и «незрелой наукой», работающей по затасканно-  
 15 му образцу проб и ошибок*<sup>286</sup>. Например, мы имеем  
 гипотезу, затем получаем ее опровержение и спасаем  
 ее с помощью вспомогательной гипотезы, не являю-  
 щейся *ad hoc*, в том смысле, о котором шла речь выше.  
 Она может предсказывать новые факты, часть кото-  
 10 рых могут даже получить подкрепление<sup>287</sup>. Такой  
 «прогресс» может быть достигнут и при помощи лос-  
 кутной, произвольной серии разрозненных теорий.  
 Для хорошего ученого такой суррогат прогресса не  
 является удовлетворительным; может быть, он даже  
 15 отвергнет его как не являющийся научным в подлин-  
 ном смысле. Он назовет такие вспомогательные ги-  
 потезы просто «формальными», «произвольными»,  
 «эмпирическими», «полуэмпирическими» или даже  
 «*ad hoc*»<sup>288</sup>.

<sup>286</sup> Разработка этого критерия демаркации в двух последую-  
 щих параграфах была улучшена уже тогда, когда рукопись  
 находилась в печати, благодаря исключительно ценным заме-  
 чаниям, полученным мною в беседе с П. Милем в Миннеапо-  
 лисе в 1969 г.

<sup>287</sup> Ранее [93] я различал, следуя Попперу, два критерия «под-  
 гонки». Я называл *ad hoc1* теории, которые не имеют избыточ-  
 ного содержания по сравнению со своими предшественницами  
 (или соперницами), т. е. не предсказывали никаких новых фак-  
 тов; я называл *ad hoc2* теории, которые предсказывали новые  
 факты, но при этом полностью заблуждались: ни одно из та-  
 ких предсказаний не получало подкрепления.

<sup>288</sup> Формула излучения Планка (как она приведена в [146])  
 является хорошим примером. Такие гипотезы, которые не яв-  
 ляются ни *ad hoc1*, ни *ad hoc2*, но все же неудовлетворитель-  
 ны в смысле, обозначенном здесь, можно назвать гипотезами  
*ad hoc3*. Эти три (все с уничижительным оттенком) смысла *ad  
 hoc* могут быть с успехом помещены в «Оксфордский словарь  
 английского языка». Интересно отметить, что термины «эмпи-  
 рическая» и «формальная» одинаково синонимичны *ad hoc3*.

*Зрелая наука состоит из исследовательских программ, которыми предсказываются не только ранее неизвестные факты, но, что особенно важно, предвосхищаются также новые вспомогательные теории; зрелая наука, в отличие от скучной последовательности проб и ошибок, обладает «эвристической силой».* Вспомним, что положительная эвристика мощной программы с самого начала задает общую схему предохранительного пояса. Эта эвристическая сила порождает автономию теоретической науки.

В этом *требовании непрерывного роста* заключена моя рациональная реконструкция широко распространенного требования «единства» или «красоты» науки. Оно позволяет увидеть слабость *двух* — по видимости весьма различных — видов теоретической работы. Во-первых, слабость программ, которые, подобно марксизму или фрейдизму, конечно, являются «единицами», предлагают грандиозный план, по которому определенного типа вспомогательные теории изобретаются для того, чтобы поглощать аномалии, но которые в действительности всегда изобретают свои вспомогательные теории вслед одним фактам, не предвидя в то же время других. (Какие *новые* факты предсказал марксизм, скажем, начиная с 1917 г.?) Во-вторых, она бьет по приглашенным, не требующим воображения скучным сериям «эмпирических» подгонок, которые так часто встречаются, например, в современной социальной психологии. Такого рода подгонки способны с помощью так называемой «статистической техники» сделать возможными некоторые «новые» предсказания и даже наволховать несколько неожиданных крупниц истины. Но в таком теоретизировании нет никакой объединяющей идеи, никакой эвристической силы, никакой непрерывности. Из них

Миль в своей блестящей работе [119] отмечает, что в современной психологии — особенно в социальной психологии — многие якобы «исследовательские программы» состоят из череды таких уловок ad hoc.



нельзя составить исследовательскую программу, и в целом они бесполезны<sup>289</sup>.

- 5 Мое понимание научной рациональности, хотя и основанное на концепции Поппера, все же отходит от некоторых его общих идей. До известной степени я присоединяюсь как к конвенционалистской позиции Леруа в отношении теорий, так и к конвенционализму Поппера по отношению к базисным предложениям. С этой точки зрения, ученые (и, как я показал, 10 математики<sup>290</sup>) поступают совсем не иррационально,

<sup>289</sup> Прочитав работы Миль [119] и Ликкена [112], можно было бы удивиться тому, что роль статистической техники в социальных науках главным образом определяется тем, что она дает аппарат для фальшивых подкреплений и тем самым видимость «научного прогресса», тогда как в действительности за этим не стоит ничего, кроме псевдо-интеллектуального мусора. Миль пишет, что «в физических науках обычным результатом улучшения экспериментальных условий, приборов или возрастания числа данных является повышение трудностей «наблюдательного барьера», который данная физическая теория должна преодолеть; в то же время в психологии и в некоторых так называемых поведенческих науках обычный результат подобного улучшения экспериментальной точности заключается в том, что снижается барьер, через который теория должна перескочить». Или, как пишет Ликкен, «статистическая значимость [в психологии] является, между прочим, наименее важным атрибутом хорошего эксперимента; она не является достаточным условием для того, чтобы утверждать, что теория удовлетворительно подкреплена, что имеющие смысл эмпирические факты прочно установлены, и что экспериментальный отчет должен быть опубликован». Я думаю, что большая часть теоретизирования, о котором пишут Миль и Ликкер является *ad hoc*. Таким образом, методология исследовательских программ могла бы помочь нам сформулировать законы, которые стали бы на пути у потоков интеллектуальной мути, грозящей затопить нашу культурную среду еще раньше, чем индустриальные отходы и автомобильные газы испортят физическую среду нашего обитания.

<sup>290</sup> См.: [92].

когда пытаются не замечать контрпримеры, или, как они предпочитают их называть, «непокорные» или «необъяснимые» примеры, и рассматривают проблемы в той последовательности, какую диктует положительная эвристика их программы, разрабатывают и применяют свои теории, не считаясь ни с чем<sup>291</sup>. Вопреки фальсификационистской морали Поппера, ученые нередко и вполне *рационально* утверждают, что «экспериментальные результаты ненадежны или что расхождения, которые, мол, существуют между данной теорией и экспериментальными результатами, лежат на поверхности явлений и исчезнут при дальнейшем развитии нашего познания»<sup>292</sup>. И, поступая так, они *могут* вовсе не идти «вразрез с той критической установкой, которая... должна характеризовать ученого»<sup>293</sup>. Разумеется, Поппер прав, подчеркивая, что «догматическая позиция верности однажды принятой теории до последней возможности имеет важное значение. Без нее мы никогда не смогли бы разобраться в содержании теории — мы отказались бы от нее прежде, чем обнаружили всю ее силу; и, как следствие, ни одна теория не могла бы сыграть свою роль упорядочения мира, подготовки нас к будущим событиям или привлечения нашего внимания к вещам,

<sup>291</sup> Таким образом исчезает методологическая асимметрия между универсальными и единичными предложениями. Можно было бы принять конвенцию: в рамках «твердого ядра» мы решаем «принимать» универсальные, в рамках «эмпирического базиса» — единичные предложения. Логическая асимметрия между универсальными и единичными предложениями играет фатальную роль только для индуктивиста-догматика, который желает брать уроки только у твердо установленного опыта и логики. Конвенционалист, конечно, может «допустить» такую логическую асимметрию: при этом он не обязан (хотя может) быть индуктивистом. Он «допускает» некоторые универсальные предложения, но не потому, что они дедуцируются (или выводятся индуктивно) из единичных.

<sup>292</sup> [154, гл. 9, русск. перев., с. 74].

<sup>293</sup> Там же.



5 которые мы иначе никогда не имели бы возможность наблюдать»<sup>294</sup>. Таким образом, «догматизм» «нормальной науки» не мешает росту, если он сочетается с попперианским по духу различием хорошей, прогрессивной нормальной науки, и плохой, регрессивной нормальной науки; а также, если мы принимаем *обязательство* элиминировать — при определенных объективных условиях — некоторые исследовательские программы

10 Догматическая установка науки, которой объясняются ее стабильные периоды, взята Куном как главная особенность «нормальной науки»<sup>295</sup>. Концептуальный каркас, в рамках которого Кун пытается объяснить непрерывность научного развития, заимствован из  
15 социальной психологии; я же предпочитаю нормативный подход к эпистемологии. Я смотрю на непрерывность науки сквозь «попперовские очки». Поэтому там, где Кун видит «парадигмы», я вижу *еще* и рациональные «исследовательские программы».

---

<sup>294</sup> [156, русск. перев., с. 28]; сходное замечание см. в [163, с. 49; русск. перев., с. 264]. Но эти замечания, по-видимому, противоречат другим его же замечаниям в [161] и поэтому их можно понять как признаки того, что Поппер постепенно осознавал неустранимую аномалию в своей же исследовательской программе.

<sup>295</sup> В самом деле, мой критерий демаркации между зрелой и незрелой наукой можно истолковать как переработку в духе Поппера идеи Куна о «нормальности» как отличительной характеристике (зрелой) науки; он также усиливает мою прежнюю аргументацию, направленную против рассмотрения наиболее фальсифицируемых предложений как наиболее научных. Помимо прочего, эта демаркация между зрелой и незрелой наукой уже содержится в [91] и [92], где я называл первую «дедуктивной догадкой», а вторую — «наивностью проб и ошибок» (см., например, [92], гл. 7, «Дедуктивная догадка против наивной догадки»).

## 4. Исследовательская программа Поппера против исследовательской программы Куна

Теперь кратко подведем итоги спора Куна с Поппером.

Мы показали, что Кун прав в своих возражениях против наивного фальсификационизма, а также когда он подчеркивает *непрерывность* научного развития, *упорство* в борьбе за выживание некоторых научных теорий. Но Кун неправ, полагая, что, развенчивая наивный фальсификационизм, он тем самым опрокидывает все виды фальсификационизма. Кун выступает против всей исследовательской программы Поппера, он исключает *всякую* возможность рациональной реконструкции роста науки. Кратко сопоставляя взгляды Юма, Карнапа и Поппера, Уоткинс замечает, что, по Юму, рост науки индуктивен и иррационален, по Карнапу, — индуктивен и рационален, по Попперу, — не индуктивен и рационален<sup>296</sup>. Это сопоставление можно продолжить: по Куну, рост науки не индуктивен и иррационален. *С точки зрения Куна, не может быть никакой логики открытия — существует только психология открытия*<sup>297</sup>. Например, по Куну, наука *всегда* изобилует аномалиями, противоречиями, но в «нормальные» периоды господствующая парадигма задает образец роста, который может быть отброшен в период «кризиса». «Кризис» — психологическое понятие, здесь оно обозначает нечто вроде паники, которой заражаются массы ученых. Затем появляется новая «парадигма», несоизмеримая со своей предшественницей. Для их сравнения нет рациональных критериев. Каждая

<sup>296</sup> [202, с. 231].

<sup>297</sup> См.: [90]; эта позиция фактически представлена и в [89].

парадигма имеет свои собственные критерии. Этот кризис уничтожает не только старые теории и правила, но также и критерии, по которым мы доверяли им. Новая парадигма приносит совершенно новое понимание рациональности. Нет никаких сверх-парадигматических критериев. Изменение в науке — лишь следствие того, что ученые примыкают к движению, имеющему шансы на успех. Следовательно, с позиции Куна, научная революция иррациональна и ее нужно рассматривать специалистам по психологии толпы.

Сведение философии науки на психологию науки — не изобретение Куна. Еще раньше волна психологизма пошла вслед за провалом джастификационизма. Многие видели в джастификационизме единственно возможную форму рационализма: конец джастификационизма означал, казалось, конец рациональности вообще. Крушение тезиса о том, что научные теории могут быть доказательно обоснованы, что прогресс науки имеет кумулятивный характер, вызывало панику среди сторонников джастификационизма. Если «открыть — значит доказать», но доказать ничего нельзя, то и открыть ничего нельзя, а можно только претендовать на открытие. Поэтому разочарованные джастификационисты, точнее, экс-джастификационисты, решили, что разработка критериев рациональности — безнадежное дело и все, что остается, — это изучать и описывать. Научный разум в том виде, как он проявляет себя в деятельности известных ученых.

После крушения ньютоновской физики Поппер разработал новые, не джастификационистские критерии. Кое-кто из тех философов, на которых произвело столь сильное впечатление падение джастификационистской рациональности, теперь стали прислушиваться, часто из третьих уст, к необычным лозунгам, выдвинутым наивным фальсификационизмом. Найдя их несостоятельными, они приняли неудачу наивного фальсификационизма за конец всякой рациональности. Разработка рациональных критериев опять предстала как безнадежное предприятие; опять-таки



раздались призывы ограничиться изучением Научного Разума<sup>298</sup>. Критическая философия должна была уступить место тому, что Полани назвал «посткритической» философией. Но в исследовательской программе Куна была новая идея: изучать следует не мышление отдельного ученого, а мышление Научного Сообщества. Психология индивидуума сменяется социальной психологией; подражание великим ученым — подчинением коллективной мудрости сообщества.

Но Кун просмотрел утонченный фальсификационизм Поппера и ту исследовательскую программу, начало которой было им положено. Поппер заменил центральную проблему классического рационализма, *старую проблему поиска оснований, новой проблемой погрешимо-критического развития* и приступил к разработке объективных критериев этого развития. Здесь я пытался продвинуть его программу еще дальше. Я думаю, что тот небольшой шаг вперед, который удалось сделать, достаточен хотя бы для того, чтобы отбить критические выпады Куна<sup>299</sup>.

<sup>298</sup> Между прочим, так же как некогда кое-кто из ранних экс-джастификационистов возглавил волну скептического иррационализма, теперь некоторые экс-фальсификационисты оказались на гребне новой волны того же скептического иррационализма и анархизма. Лучшим примером является работа Фейерабенда [58].

<sup>299</sup> Действительно, как я уже говорил, мое понятие «исследовательской программы» может быть понято как реконструкция, в духе объективного «третьего мира», куновского социально-психологического понятия парадигмы: поэтому куновское «гештальт-переключение» может происходить без снятия попперовских очков. (Я здесь не касаюсь тезиса Куна и Фейерабенда о том, что теории не могут элиминироваться по объективным основаниям потому, что соперничающие теории «несоизмеримы», а следовательно, не могут ни противоречить одна другой, ни сравниваться по эмпирическому содержанию. Однако мы можем сделать их, при помощи словаря, противоречащими друг другу, а их содержание — срав-



Реконструкция научного прогресса как размножения соперничающих исследовательских программ, прогрессивных и регрессивных сдвигов проблем, создает картину научной деятельности, во многом отличную от той, которая предстает перед нами, если развитие науки изображается как чередование смелых теорий и их драматических опровержений. В главных чертах эта реконструкция опирается на идеи Поппера, в особенности на «запрете» конвенционалистских, т. е. уменьшающих эмпирическое содержание, уловок. Главное отличие этой реконструкции от первоначального замысла Поппера состоит, я полагаю,

нимым. Если мы желаем элиминировать программу, нам нужны какие-то методологические критерии. Такая критериальная детерминация является стержнем методологического фальсификационизма; например, никакой результат статистической выборки не будет противоречить статистической теории, пока мы не сделаем его противоречащим ей при помощи правил отбрасывания Поппера). [Утверждение Лакатоса о том, что «несоизмеримые» теории можно привести к общему «логическому знаменателю», то есть установить логическое противоречие между ними «при помощи словаря», иначе говоря, переведа обе сравниваемые теории на некий, общий для них, язык, не нашло убедительного подтверждения. Тезис Куайна о неполной переводимости семантически замкнутых систем пока еще никем всерьез не опровергнут. Тем не менее, Лакатос прав в том, что в реальной практике науки ученые действительно часто работают с «несоизмеримыми» теориями так, будто они «соизмеримы»: устанавливают между ними логические связи, в том числе отношение противоречия, полагают одну теорию «предельным» или частным случаем другой и т. д. Это говорит о том, что методологическая рефлексия и реальная научно-исследовательская деятельность — далеко не одно и то же. Ориентируясь только на мудрость, методологии, наука быстро зачахла бы, не совершив своего подвига. Но, отбросив этот ориентир, наука была бы обречена на блуждания в потемках. Развитие науки — это разрешение постоянно возрождающегося противоречия, внутренне присущего рациональности. — *Прим. перев.*].

в том, что в моей концепции критика не убивает — и не должна убивать — так быстро, как это представлялось Попперу. *Чисто негативная, разрушительная критика, наподобие «опровержения» или доказательства противоречивости не устраняет программу.* 5  
*Критика программы является длительным, часто удручающе длительным процессом, а к зарождающимся программам следует относиться снисходительно*<sup>300</sup>. Конечно, можно ограничиться указанием на вырождение исследовательской программы, но 10  
 только *конструктивная критика* с помощью соперничающих программ приводит к реальному успеху; что же касается поражающих воображение результатов, то они становятся видны только после рациональной реконструкции всего процесса. 15

Нельзя отрицать, что Куну удалось показать, как психология науки способна раскрывать важные и, прямо скажем, грустные истины. Но психология науки не может рассчитывать на свою автономию. *Рост науки, каким он предстает в рациональной рекон-* 20  
*струкции*, имеет место, по существу, в мире идей, в платоновском или попперовском «третьем мире», в мире знания, ясность и чистота которого не зависит от познающего субъекта<sup>301</sup>.

<sup>300</sup> То, что экономисты и другие обществоведы с недоверием относятся к попперовской методологии, отчасти объясняется разрушительным воздействием наивного фальсификационизма на зарождающиеся исследовательские программы.

<sup>301</sup> Первый мир — материальных объектов, второй — мир сознания, третий — мир высказываний, истин, критериев: мир объективного знания. Наиболее важные современные работы, в которых проводится это различие: [166], [165], см. также впечатляющую программу Тулмина в его [193]. Отметим, что многие положения Поппера из [161] и даже из [163] выглядят как описание психологического различия между Критическим Разумом и Индуктивным Разумом. Однако, психологическая терминология Поппера в большой степени может быть переинтерпретирована в терминах третьего мира: см. [135].



Исследовательская программа Поппера направлена на описание этого объективного *роста* науки<sup>302</sup>. Исследовательская программа Куна, по-видимому, стремится к описанию *изменения* в («нормальном») научном мышлении (будь то мышление индивида или целого сообщества)<sup>303</sup>. Но зеркальное отражение третьего мира в мышлении индивидуального ученого — пусть даже «нормального» — обычно является карикатурой оригинала; если описывать эту карикатуру, не соотнося ее с оригиналом из третьего мира, можно получить карикатуру на карикатуру. Нельзя понять историю науки, не учитывая взаимодействия этих трех миров.

<sup>302</sup> Фактически исследовательская программа Поппера выходит за пределы науки. Понятие «прогрессивного» и «регрессивного» сдвига проблем, идея размножения теорий могут быть экстраполированы на любой вид рациональной дискуссии и, таким образом, стать инструментом общей теории критики; см. мои работы [95], [96] и [98]. (Мою книгу [92] можно рассматривать как рассказ о не-эмпирической прогрессивной исследовательской программе; [93] включает в себе рассказ о не-эмпирической регрессивной программе индуктивной логики).

<sup>303</sup> Действительное состояние мыслей, убеждений и т. п. относится ко второму миру; состояние нормального мышления находятся в чулане где-то между вторым и третьим. Исследование того, что происходит в умах ученых относится к компетенции психологии; исследование того, что происходит в «нормальных» (или «здоровых») умах ученых, относится к психологической философии науки. Есть два вида психологической философии науки. Согласно первому, никакой философии науки быть не может, кроме психологии индивидуального ученого. Согласно второму, существует психология «научного», «идеального» или «нормального» мышления: это превращает философию науки в психологию этого идеального мышления, вдобавок предлагает нечто вроде психотерапии, позволяющей преобразовывать чье-либо мышление в идеальное. Я подробно рассматриваю этот второй вид психологизма в [98]. Кун, кажется, не видит этого различия.

## Приложение: Поппер, фальсификационизм и «тезис Дюгема–Куайна»

Поппер начинал как догматический фальсификационист в 20-х гг., но скоро осознал несостоятельность этой позиции и воздерживался от публикаций, пока не придумал *методологический фальсификационизм*. Это была совершенно новая идея в философии науки, и выдвинута она была именно Поппером, который предложил ее как решение проблем, с которыми не мог совладать догматический фальсификационизм. В самом деле, центральной проблемой философии Поппера является противоречие между положениями о том, что наука является критической и в то же время подверженной ошибкам. Хотя Поппер предлагал и последовательную формулировку, и критику догматического фальсификационизма, он так и не сделал четкого разграничения между наивным и утонченным фальсификационизмом.

В одной из своих прежних статей<sup>304</sup> я предложил различать три периода в деятельности Поппера — *Поппер*<sub>0</sub>, *Поппер*<sub>1</sub> и *Поппер*<sub>2</sub>. *Поппер*<sub>0</sub> — догматический фальсификационист, не опубликовавший ни слова, он был выдуман и «раскритикован» сначала Айером, а за тем и другими<sup>305</sup>. В этой статье я наде-

---

<sup>304</sup> См. [94].

<sup>305</sup> Айер, кажется, был первым, кто приписал догматический фальсификационизм Попперу. (Айеру также принадлежит миф, по которому попперовская «определенная опровержимость» является критерием не только эмпирического характера высказываний, но и их осмысленности; см. [7, гл. 1, с. 38, 2-е изд.]. Даже сегодня многие философы (см. [80] или [138]) обрушивают свою критику на чучело Поппера<sub>0</sub>. Мидоуэр [118] назвал догматический фальсификационизм «одной из силь-

5 юсь окончательно прогнать этот призрак. Поппер<sub>1</sub> —  
 наивный фальсификационист, Поппер<sub>2</sub> — утонченный  
 фальсификационист. *Реальный* Поппер развивался от  
 догматического к наивному методологическому  
 10 фальсификационизму в 20-х гг., он пришел к «прави-  
 лам принятия» утонченного фальсификационизма в  
 50-х гг. Этот переход был отмечен тем, что к перво-  
 начальному требованию проверяемости было добав-  
 лено требование «независимой проверяемости»<sup>306</sup>, а  
 15 затем и третье требование о том, чтобы некоторые  
 из независимых проверок приводили к подкреплени-  
 ям<sup>307</sup>. Но реальный Поппер никогда не отказывался  
 от своих первоначальных (наивных) правил фальси-  
 фикации. Вплоть до настоящего времени он требует,  
 20 чтобы были «заранее установлены критерии опро-  
 вержения»; следует договориться относительно того,  
 какие наблюдаемые ситуации, если они будут дей-  
 ствительно наблюдаться, означают, что теория опро-  
 вергнута»<sup>308</sup>. Он и сейчас трактует «фальсификацию»  
 как исход дуэли между теорией и наблюдением без

нейших идей» попперовской методологии. Нагель в рецензии  
 на книгу Мидоуэра критиковал ее автора за то, что тот черес-  
 чур полагается на утверждения Поппера [138, с. 70]. Своей  
 критикой Нагель пытается убедить Мидоуэра в том, что «фаль-  
 сификация не обладает иммунитетом от человеческих оши-  
 бок» (см. [116, с. 54]). Но и Нагель, и Мидоуэр плохо прочитали  
 Поппера: в его «Логике открытия» дана наиболее сильная  
 критика догматического фальсификационизма.

Ошибка Мидоуэра простибельна: на блестящих ученых,  
 чьи теоретические способности страдали от тирании индук-  
 тивистской логики открытия, фальсификационизм, даже в его  
 догматической форме, должен был произвести потрясающее  
 впечатление освобождения. (Помимо Мидоуэра, другой но-  
 белевский лауреат, Эклз под влиянием Поппера изменил свое  
 вначале скептическое отношение к смелым фальсифицируе-  
 мым умозрениям; см. [41, с. 274–275]).

<sup>306</sup> [158].

<sup>307</sup> [161, с. 242 и далее; русск. перев., с. 365].

<sup>308</sup> [163, с. 38; русск. перев., с. 247].

необходимого участия другой, лучшей теории. Реальный Поппер никогда не объяснял в деталях процедуру апелляции, по результату которой могут быть устранены некоторые «принятые базисные предложения». Таким образом, реальный Поппер — это 5 Поппер<sub>1</sub> с некоторыми элементами Поппера<sub>2</sub>.

Идея демаркации между прогрессивными и регрессивными сдвигами проблем, как она обсуждалась в этой статье, основана на концепции Поппера; по сути, эта демаркация почти тождественна его известному критерию демаркации между наукой и метафизикой<sup>309</sup>. 10

Поппер первоначально имел в виду только *теоретический* аспект проблемных сдвигов, что нашло выражение в гл. 20 [153] и дальнейшую разработку в [157]<sup>310</sup>. Впоследствии он добавил к этому обсужде- 15

<sup>309</sup> Если у читателя возникнут сомнения относительно правильности моей трактовки критерия демаркации Поппера, ему стоит перечислить соответствующие главы [161], пользуясь при этом замечаниями Масгрейв [133]. Последняя работа направлена против Бартли, который ([8]), ошибочно приписал Попперу критерий демаркации наивного фальсификационизма.

<sup>310</sup> В [154] Поппер главным образом выступал против уловок ad hoc, протаскиваемых исподтишка. Поппер (вернее, Поппер1) требует, чтобы замысел потенциально негативного эксперимента был представлен вместе с теорией, с тем чтобы смиренно подчиниться приговору экспериментаторов. Из этого следует, что конвенционалистские ухищрения, которые уже после такого приговора позволяют исходной теории выкрутиться задним числом и увильнуть от его исполнения, должны быть отвергнуты eo ipso [в силу этого (*лат.*) — *Прим. пер.*]. Но если мы допускаем опровержение, а затем переформулируем теорию при помощи уловок ad hoc, мы можем допустить ее уже как «новую» теорию; и если она проверяема, то Поппер1 принимает ее для того, чтобы подвергнуть новой критике: «Всякий раз, когда обнаруживается, что некоторая система была спасена с помощью конвенционалистской уловки, мы должны снова проверить ее и отвергнуть, если этого потребуют обстоятельства» [161, гл. 20; русск. перев., с. 110].



ние эмпирического аспекта ([160])<sup>311</sup>. Однако запрет, наложенный Поппером на «конвенционалистские уловки» в одних отношениях слишком строг, в других — слишком слаб. Он слишком *строг*, поскольку, согласно Попперу, новый вариант прогрессивной программы *никогда* не принимает уменьшающую эмпирическое содержание уловку, специально для поглощения аномалии; в таком варианте *невозможны* констатации вроде следующей «Все тела подчиняются законам Ньютона, за исключением семнадцати аномальных случаев». Но так как необъясненных аномалий всегда сколько угодно, я допускаю такие формулировки: объяснение *есть шаг вперед* (т. е. является «научным»), если, по крайней мере, оно объясняет *некоторые* прежние аномалии, которые не получили «научного» объяснения ранее. Если аномалии считаются подлинными (хотя и не обязательно неотложными) проблемами, не так уж важно, придаем ли мы им драматический смысл «опровержений» или снижаем его до уровня «исключений», *в таком случае* различие чисто лингвистическое. Такой уровень терпимости к ухищрениям *ad hoc* позволяет продвигаться вперед даже на противоречивых основаниях. Проблемные сдвиги могут быть прогрессивными, несмотря на противоречия<sup>312</sup>. Однако запрет, налагаемый Поппером на уловки, уменьшающие эмпирическое содержание, также слишком слаб, с его помощью нельзя, например, разрешить «парадокс присоединения» или исключить ухищрения *ad hoc*. От них можно избавиться только потребовав, чтобы *вспомогательные гипотезы формировались в соответствии с положительной эвристикой подлинной исследовательской программы*. Это новое требование подводит нас к проблеме *непрерывности в науке*.

Эта проблема была поднята Поппером и его последователями. Когда я предложил свою теорию ро-

<sup>311</sup> Подробнее см. [91, особенно с. 388–390].

<sup>312</sup> Такую терпимость редко можно встретить (если вообще можно встретить) в учебниках по методам науки.



ста, основанную на идее соревнующихся исследовательских программ, я опять таки следовал попперовской традиции, которую пытался улучшить. Сам Поппер еще в своей «Логике открытия» 1934 г. подчеркивал эвристическое значение «влиятельной метафизики»<sup>313</sup>, за что некоторые члены Венского кружка называли его защитником вредной философии<sup>314</sup>. Когда его интерес к роли метафизики ожил в 50-х гг., он написал очень интересный «Метафизический эпилог» к своему послесловию «Двадцать лет спустя» к «Логике научного исследования» (в гранках с 1957 г.)<sup>315</sup>.

<sup>313</sup> См., например, [161, конец гл. 4; русск. перев., с. 60]; см. также [167, р. 93]. Вспомним, что такое значение метафизики отрицалось Кантом и Дюгемом. Среди тех, кто больше других сделал для того, чтобы повернуть вспять антиметафизическое течение в философии и истории науки, надо назвать Барта. Поппера и Койре.

<sup>314</sup> Карнап и Гемпель в своей рецензии на эту книгу пытались защитить Поппера от этих обвинений (см. [31] и [73]). Гемпель писал: «Поппер слишком подчеркивает некоторые стороны своей концепции, сближающие его с некоторыми ориентированными на метафизику мыслителями. Будем надеяться, что эта исключительно ценная работа будет понята правильно и в ней не увидят новую, быть может, даже логически корректную метафизику».

<sup>315</sup> Орывок из этого послесловия заслуживает того, чтобы его здесь процитировать: «Атомизм — это прекрасный пример непроверяемой метафизической теории, чье влияние на науку превосходило влияние многих проверяемых теорий... Самой последней и самой значительной до сих пор была программа Фарадея, Максвелла, Эйнштейна, де Бройля и Шредингера, рассматривавшая мир... в терминах непрерывных полей... Каждая из этих метафизических теорий функционировала в качестве программы для науки прежде чем стать проверяемой теорией. Она указывала направление, в котором следует искать удовлетворительные научно-теоретические объяснения, и создавала возможность того, что можно назвать оценкой глубины теории. В биологии, по крайней мере, в течение некоторого времени подобную роль играли теория эволюции, клеточная теория



Но Поппер связывал упорство в борьбе за выживание теории не с *методологической неопровержимостью*, а скорее, с *формальной неопровержимостью*. Под «метафизикой» он имел в виду формально определяемые предложения с кванторами «все» или «некоторые» либо чисто экзистенциальные предложения. Ни одно базисное предложение не могло противоречить им из за их логической формы. Например, высказывание «Для всех металлов существует растворитель» в этом смысле было бы «метафизическим», тогда как теория Ньютона, взятая сама по себе, таковой не была бы<sup>316</sup>. В 50-х гг. Поппер также поднял проблему, как критиковать метафизические теории, и предложил ее решение<sup>317</sup>. Агасси и Уоткинс опубликовали несколько интересных статей о роли такой «метафизики» в науке, в которых связывали ее с непрерывностью научного прогресса<sup>318</sup>. Мой анализ

и теория бактериальной инфекции. В психологии можно назвать в качестве метафизических исследовательских программ сенсуализм, атомизм (т. е. такая теория, согласно которой опыт складывается из далее не разложимых элементов, например, чувственных данных) и психоанализ. Даже чисто экзистенциальные суждения иногда наводили на мысль и оказывались плодотворными в истории науки, даже если не становились ее частью. В самом деле, мало какая теория оказала такое влияние на развитие науки, как одна из чисто метафизических теорий, согласно которой «существует вещество, способное превратить неблагородные металлы в золото (т. е. "философский камень")»; хотя эта теория была неопровержимой, никогда не подтвержденной, и сейчас в нее никто не верит».

<sup>316</sup> См., в частности [154, гл. 66]; в издании 1959 г. Поппер добавил разъясняющее примечание, чтобы подчеркнуть: в метафизических кванторных предложениях квантор существования должен интерпретироваться как «неограниченность»; но это, конечно, было уже вполне разъяснено в 15-й гл. первоначального издания. [См. русск. перев., с. 93–96].

<sup>317</sup> См. [163, с. 198–199; см. русск. перев., с. 248]; первая публикация этого фрагмента — в 1958 г.

<sup>318</sup> См. [200], [199], [2], [3].

отличается от них тем, что, во-первых, я иду гораздо дальше в стирании различий между «наукой» и «метафизикой», в смысле, который придан этим терминам Поппером; я даже воздерживаюсь от употребления термина «метафизический». Я говорю только о научных исследовательских программах, твердое ядро которых выступает как неопровержимое, но не обязательно по формальным, а, возможно, и по методологическим причинам, не имеющим отношения к логической форме. Во-вторых, резко отделяя *дескриптивную* проблему историко-психологической роли метафизики от *нормативной проблемы* различения прогрессивных и регрессивных исследовательских программ, я пытаюсь продвинуть решение последней гораздо дальше, чем это сделано ими.

В заключение, я хотел бы рассмотреть «тезис Дюгема-Куайна» и его отношение к фальсификационизму.

Согласно этому тезису, при достаточном воображении любая теория (состоит ли она из отдельного высказывания либо представляет собой конъюнкцию из многих) всегда может быть спасена от «опровержения», если произвести соответствующую подгонку, манипулируя фоновым (background) знанием, с которым связана эта теория. По словам Куайна, «любое предложение может сохранить свою истинность, если пойти на решительную переделку той системы, в которой это предложение фигурирует. И наоборот, по той же причине ни одно предложение не обладает иммунитетом от его возможной переоценки»<sup>319</sup>. Куайн идет дальше и дает понять, что под «системой» здесь можно подразумевать всю «целостность науки». «С упрямством опыта можно совладать, прибегнув к какой либо из многих возможных переоценок какого-либо из фрагментов целостной системы, [не исключая возможной переоценки самого упрямого опыта]»<sup>320</sup>.

<sup>319</sup> [172, гл. 11].

<sup>320</sup> Там же; замечание в квадратных скобках мое.



Этот тезис допускает двойственную интерпретацию. *Слабая интерпретация* выражает только ту мысль, что невозможно прямое попадание эксперимента в узко определенную теоретическую мишень, и, кроме того, возможно сколько угодно большое разнообразие путей, по которым развивается наука. Это бьет лишь по догматическому, но не по методологическому фальсификационизму, отрицается только возможность *опровержения* какого либо изолированного фрагмента теоретической системы.

При *сильной интерпретации* тезис Дюгема-Куайна исключает какое бы то ни было правило рационального выбора из теоретических альтернатив; в этом смысле он противоречит всем видам методологического фальсификационизма. Это различие не было ясно проведено, хотя оно имеет жизненное значение для методологии. Дюгем, по-видимому, придерживался только слабой интерпретации, в теоретическом выборе он видел действие человеческой «проницательности», правильный выбор всегда нужен для того, чтобы приблизиться к «естественному порядку вещей»<sup>321</sup>. Со своей стороны, Куайн, продолжая традиции американского прагматизма Джемса и Льюиса, по-видимому, придерживается позиции, близкой к сильной интерпретации<sup>322</sup>.

<sup>321</sup> Как полагал Дюгем, сам по себе эксперимент никогда не может осудить отдельную теорию (такую, как твердое ядро исследовательской программы); чтобы вынести «приговор» нужен еще и «здоровый смысл», «проницательность» и действительно хороший метафизический инстинкт, помогающий отыскать путь вперед, точнее сказать, путь к «некоторому в высшей степени замечательному порядку» (см. заключительные фразы его «Приложения» ко 2-му изданию [40]).

<sup>322</sup> Куайн говорит о предложениях, располагающихся на «различных расстояниях от чувственной периферии» и, следовательно, в большей или меньшей степени подверженных изменениям. Но что такое «сенсорная периферия» и как измерить расстояние до нее — определить очень трудно. Согласно Куайну, «те соображения, по которым человек может отка-

Рассмотрим подробнее слабую интерпретацию тезиса Дюгема—Куайна. Пусть некоторое «предложение наблюдения»  $O$  выражает «упрямый опыт», противоречащий конъюнкции теоретических (и «наблюдательных») предложений  $h_1, h_2, \dots, h_n, J_1, J_2, \dots, J_n$ ,<sup>5</sup> где  $h_1$  — теория, а  $J_1$  — соответствующее граничное условие. Если запустить «дедуктивный механизм», можно сказать, что из указанной конъюнкции логически следует  $O$ ; однако наблюдается  $O'$ , из чего следует не  $O$ . Допустим к тому же, что все посылки независимы и все равно необходимы для вывода  $O$ .<sup>10</sup>

В таком случае можно восстановить непротиворечивость, изменяя *любое* из предложений, встроенных в наш «дедуктивный механизм». Например, пусть  $h$ , — предложение «Всегда, когда к нити подвешивается груз, превышающий предел растяжимости этой нити, она разрывается»;  $h_2$  — «Вес, равный пределу растяжимости данной нити — 1 ф»,  $h_3$  — «Вес груза, подвешенного к этой нити — 2 ф». Наконец, пусть  $O$  — предложение «Стальная гиля в 2 ф подвешена на нити там то и тогда-то, и при этом нить не разорвалась». Возникающее противоречие можно разрешить разными способами.<sup>15</sup>

Приведем несколько примеров (1) Мы отвергаем  $h_1$ ; выражение «подвешивается груз» заменяем выражением «прикладывается сила»; вводим новое граничное условие на потолке лаборатории, где производится испытание, прикреплен скрытый от непосредственного наблюдения магнит (или какой-нибудь другой источник, возможно, даже неизвестной нам силы) (2) Мы отвергаем  $h_2$ ; предполагается, что поскольку предел растяжимости нити *зависит* от ее влажности, а данная нить увлажнена, то предел *ее* ра-

заться от унаследованного им научного знания в угоду сиюминутным чувственным представлениям, в той мере, в какой они рациональны, являются прагматическими» [172]. Но прагматизм для Куайна, как и для Джемса или Леруа, есть лишь ощущение психологического комфорта; мне кажется иррациональным называть это «рациональностью».



5     стяжимости = 2 ф. (3) Мы отвергаем  $h_3$ , подвешенная гирька в действительности весит только один фунт, но ее взвесили на испорченных весах (4) Мы отвергаем  $O$ , хотя в этом предложении зафиксирован факт, разрыва на самом деле не было, дело в том, что данный факт зафиксирован профессором, известным своими буржуазно либеральными взглядами, а его ассистенты, исповедующие революционную идеологию, привыкли истолковывать все, что скажет этот профессор, «с точностью до наоборот», если факт подтверждается, они *видят*, что он опровергается (5) Мы отвергаем  $h_2$ , данная нить — не просто нить, а «супернить», а «супернити» вообще не рвутся<sup>323</sup>. Можно продолжать до бесконечности. Пока хватает воображения, действительно можно заменить любую из посылок, *встроенных в «дедуктивный механизм»*, внося изменения в различно удаленные от этого «*дедуктивного механизма*» части нашего знания и, таким образом, восстанавливая непротиворечивость.

20     Можно ли из этого вполне банального наблюдения вывести общую формулу *«всякая проверка бросает вызов всей целостности нашего знания»*? А почему бы и нет? Сопротивление этой «холистской догме относительно "глобального" характера всех проверок»<sup>324</sup> со стороны некоторых фальсификационистов вызвано просто семантическим смешением двух различных понятий «проверки» (или «вызова») упрямого экспериментального результата, имеющего место в нашем знании.

30     Попперовская интерпретация «проверки» (или «вызова») состоит в том, что данный результат  $O$  противоречит («бросает вызов») конечной хорошо определенной конъюнкции посылок  $T$ :  $O \& T$  не может быть истинной. Но с этим не будет спорить ни один сторонник тезиса Дюгема–Куайна. *Куайновская интерпретация «проверки» (или «вызова»)* состо-

<sup>323</sup>  $O$  «защите понятий путем их сужения» и «опровержениях путем их расширения» см. [92].

<sup>324</sup> [163, гл. 10; русск. перев., с. 362].

ит в том, что *замещение* O&T может быть вызвано некоторым изменением и вне O и T. Следствие из O&T может противоречить некоторому положению H из какой либо удаленной части нашего знания. Однако никакой попперианец не станет этого отрицать. 5

Смешение этих двух понятий проверки приводит к некоторым недоразумениям и логическим промахам Кое-кто, интуитивно ощущая, что рассуждения по правилу *modus tollens*, исходящие из опровержения, могут относиться к весьма неявным посылкам из целостности нашего знания, отсюда ошибочно заключают, что ограничение *ceteris paribus* — это посылка, *конъюнктивно* соединенная с вполне очевидными посылками. Но «удар» может наноситься не рассуждением по *modus tollens*, а быть следствием последовательного замещения исходного «дедуктивного механизма»<sup>325</sup>. 10

Таким образом, «слабый тезис Куайна» тривиальным рассуждением удерживается. Но «сильный тезис Куайна» вызывает протест и наивного, и утонченного фальсификациониста. 15

Наивный фальсификационист настаивает на том, что из противоречивого множества научных высказываний можно вначале выделить (1) проверяемую теорию (она будет играть роль *ореха*), затем (2) принятое базисное предложение (*молоток*), все прочее будет считаться бесспорным фоновым знанием (*наковальня*). Дело будет сделано, если будет предложен метод «закалки» для молотка и наковальни, чтобы с их помощью можно было расколоть орех, совершая тем самым «негативный решающий эксперимент» Но наивное «угадывание» в этой системе слишком про- 20 25 30

<sup>325</sup> Типичные примеры такого смешения — неумная критика, которой подвергают Поппера Кэнфилд и Лерер [29]. Штегмюллер, последовав за ними, угодил в логическую трясину [187, с. 7]. Коффа вносит ясность в этот вопрос [32]. К сожалению, в этой статье я иногда выражался неточно, что позволяет увидеть в ограничении *ceteris paribus* независимую посылку проверяемой теории. На этот легко устранимый недостаток мне указал К. Хаусон.



извольно, чтобы обеспечить сколько-нибудь серьезную закалку (Грюнбаум, со своей стороны, прибегая к помощи теоремы Бэйеса, пытается показать, что, по крайней мере, «молоток» и «наковальня» обладают высокими степенями вероятности, основанными на опыте, и, следовательно, «закалены» достаточно, чтобы их использовать для колки орехов)<sup>326</sup>.

Утонченный фальсификационист допускает, что *любая* часть научного знания может быть заменена, *но* только при условии, что это будет «прогрессивная» замена, чтобы в результате этой замены могли быть предсказаны новые факты. При такой рациональной реконструкции «негативные решающие эксперименты» не играют никакой роли. Он не видит ничего предосудительного в том, что какая то группа блестящих исследователей сговариваются сделать все возможное, чтобы сохранить свою любимую исследовательскую программу («концептуальный каркас», если угодно) с ее священным твердым ядром. Пока гений и удача позволяют им развивать свою программу «прогрессивно», пока сохраняется ее твердое ядро, они вправе делать это. Но если тот же гений видит необходимость в *замене* («прогрессивной») даже самой бесспорной и подкрепленной теории, к которой он охладел по философским, эстетическим или личностным основаниям — доброй ему удачи! Если две команды, разрабатывающие конкурирующие исследовательские программы соревнуются между собой, скорее всего, победит та из них, которая обнаружит более

<sup>326</sup> Грюнбаум вначале занимал позицию, близкую к догматическому фальсификационизму, когда исследуя весьма поучительные примеры из истории физической геометрии, приходил к выводу, что можно определить ложность некоторых научных гипотез (см. [67] и [68]). Потом он изменил свою позицию [62] и в ответ на критику М. Хессе [76] и других авторов определил ее так: «По крайней мере, иногда мы можем определить ложность гипотезы, какие бы намерения и цели ни стояли за ней, хотя эта фальсификация не исключает возможности ее последующей реабилитации» [70, p. 1092].



творческий талант, победит — если Бог не накажет ее полным отсутствием эмпирического успеха. Путь, по которому следует наука, прежде всего, определяется творческим воображением человека, а не универсумом фактов, окружающим его. Творческое воображение, вероятно, способно найти новые подкрепляющие данные даже для самых «абсурдных» программ, если поиск ведется с достаточным рвением<sup>327</sup>. Этот поиск *новых подтверждающих данных* — вполне естественное явление. Ученые выдвигают фантастические идеи и пускаются в выборочную охоту за новыми фактами, соответствующими их фантазиям. Это можно было бы назвать процессом, в котором «наука создает свой собственный мир» (если помнить, что слово «создает» здесь имеет особый, побуждающий к размышлениям смысл). Блестящая плеяда ученых, получая финансовую поддержку процветающего общества для проведения хорошо продуманных экспериментальных проверок, способна преуспеть в продвижении вперед даже самой фантастической программы или, напротив, низвергнуть любую, даже самую, казалось бы, прочную цитадель «общепризнанного знания».

Здесь догматический фальсификационист в ужасе воздевает руки к небу. Пред ним возникает призрак инструментализма в духе кардинала Беллармино, вы-

<sup>327</sup> Типичным примером может служить ньютоновский принцип гравитационного взаимодействия, по которому тела на огромных расстояниях мгновенно чувствуют влечение друг к другу. Гюйгенс называл эту идею «абсурдной», Лейбниц — «окультурной», и самые выдающиеся ученые столетия «поражались тому, как он [Ньютон] мог решиться на столь огромное число исследований и труднейших вычислений, не имевших другого основания, кроме самого этого принципа» (см. [82, с. 117–118]). Я уже говорил, что неверно было бы относить теоретический прогресс исключительно на счет достоинств теоретиков, а эмпирический — считать просто делом везения. Чем большим воображением обладает теоретик, тем с большей вероятностью его теоретическая программа достигнет хотя бы какого-либо эмпирического успеха (см. [93, с. 387–390]).



ходящий из-под надгробия, под которым он был, казалось, навеки уложен достижениями ньютоновской «доказательно обоснованной науки». На голову утонченного фальсификациониста падают обвинения в том, что он, дескать, создает прокрустовы матрицы, в которые пытается втиснуть факты. Это может даже изображаться как возрождение порочного иррационалистического альянса между грубым прагматизмом Джемса и волюнтаризмом Бергсона, некогда триумфально побежденного Расселом и Стеббингом<sup>328</sup>. На самом же деле утонченный фальсификационизм соединяет в себе «инструментализм» (или «конвенционализм») со строгим эмпирическим требованием, которого не одобрили бы ни средневековые «спасатели явлений», вроде Беллармино, ни прагматисты, вроде Куайна, ни бергсонисты, вроде Леруа. Это требование Лейбница–Уэвелла–Поппера, согласно которому *хорошо продуманное создание матриц должно происходить гораздо быстрее, чем регистрация фактов, которые должны быть помещены в эти матрицы*. Пока это требование выполняется, не имеет значения, подчеркивается ли «инструментальный» аспект рождаемых воображением исследовательских программ для выявления новых фактов и надежных предсказаний, или же подчеркивается предполагаемый рост попперовского «правдоподобия»; (“verissimilitude”), т. е. выясненного различия между истинным и ложным содержанием какой либо из ряда теоретических версий»<sup>329</sup>. Таким образом, утонченный фальсификационизм объединяет то лучшее, что есть и в

<sup>328</sup> См. [176], [178] и [18]. Джастификационист Рассел презирает конвенционализм: «Когда возвышается воля, падает знание. В этом и состоит самое значительное изменение в характере философии нашего века. Оно было подготовлено Руссо и Кантом...» [178, с. 787]. Поппер, конечно же, многое почерпнул и у Канта, и у Бергсона (см. [154, гл. 2 и 4]).

<sup>329</sup> О понятии «правдоподобия» см. [163, гл. 10], а также следующее примечание; о понятии «надежности» (trustworthiness) см. [93, с. 390–405] и [95].





волюнтаризме, и в реалистических концепциях роста научного знания.

Утонченный фальсификационист не принимает сторону ни Галилея, ни кардинала Беллармино. Он не с Галилеем, ибо утверждает, что наши фундамен- 5 тальные теории, каковы бы они были, все же могут выглядеть абсурдом и не иметь никакой достоверности для божественного ума; но он и не с Беллармино, если только кардинал не согласится, что научные те- 10 ории все же могут, в конечном счете, вести к увеличению истинных и уменьшению ложных следствий и, *в этом строго специальном смысле*, могут увеличивать свое «правдоподобие»<sup>330</sup>.

<sup>330</sup> «Правдоподобие» имеет два различных смысла, которые не следует смешивать. Во-первых этот термин, может пониматься как «сходство с истиной» (iruthlikeness); в этом смысле, я думаю, все научные теории, когда-либо созданные человеческим умом, в равной степени являются «непохожими на истину» (unverissimilar) и «окультными». Во-вторых, он может означать квазитеоретическое размерное отличие между количеством истинных и ложных следствий теории, отличие, которое мы в точности никогда не можем определить, но о котором можем делать предположения. Поппер использует термин «правдоподобие» именно в этом специальном смысле [163, гл. 10]. Но когда он утверждает, что этот второй смысл тесно связан с первым, то это ведет к ошибкам и недоразумениям. В первоначальном «до-попперовском» смысле термин «правдоподобие» мог означать лишь интуитивно различимую «похожесть на истину», либо наивный прототип попперовского эмпирического понятия «правдоподобия». Интересные выдержки, приводимые Поппером, говорят в пользу второго значения, но не первого (см. [163, с. 399; русск. перев., с. 351]). Беллармино, вероятно, мог бы согласиться с тем, что теория Коперника имела высокую степень «правдоподобия» в попперовском специальном смысле, но не с тем, что она была «правдоподобна» в первом, интуитивном, смысле. Большинство «инструменталистов» являются «реалистами» в том смысле, что согласны с возрастанием «правдоподобия» теорий в попперовском смысле; но они же не являются «реалистами», если под реализмом

понимать уверенность в том, что, например, полевая концепция Эйнштейна интуитивно ближе к Замыслу Вселенной, чем концепция ньютоновского взаимодействия тел на расстоянии. Поэтому целью науки может быть возрастание «правдоподобия» в попперовском смысле, но без обязательного возрастания классического правдоподобия. Последняя идея, как говорил сам Поппер, в отличие от первой, «опасно неопределенна и метафизична» [163, с. 231; русск. перев., с. 35].

Попперовское «эмпирическое правдоподобие» в некотором смысле реабилитирует идею кумулятивного роста в науке. Но движущей силой кумулятивного роста «эмпирического правдоподобия» является революционизирующий конфликт с «интуитивным правдоподобием».

Когда Поппер работал над своей статьей «Истина, рациональность и рост знания», у меня было нелегкое чувство по отношению к его отождествлению этих двух понятий правдоподобия. И было так, что я спросил его: «Можем ли мы реально говорить о том, что одна теория лучше соответствует действительности, чем другая? Существуют ли степени истинности? Не опасное ли заблуждение выражаться так, как если бы истина, в смысле Тарского, располагалась где-то в некоем метрическом или хотя бы в топологическом пространстве, и поэтому имело бы смысл рассуждать о двух теориях — скажем, о предшествующей теории  $t_1$  и последующей теории  $t_2$ , — что  $t_2$  вытесняет  $t_1$  или являет собой больший прогресс, чем  $t_1$ , поскольку она ближе подходит к истине, чем  $t_2$ ?» (см. [161, с. 232; русск. перев., с. 350–351]). Поппер отверг мои опасения. Он чувствовал, и был прав, что предложил очень важную новую идею. Но он ошибался, полагая, что его новая специальная концепция «правдоподобия» полностью поглощает проблемы, связанные со старым интуитивным «правдоподобием». Кун говорит: «Если мы считаем, что, например, полевая теория “ближе подходит к истине”, чем старая теория вещества и силы, то это означало бы, при серьезном отношении к словам, что последние основания природы больше похожи на поля, чем на вещество и силы» [88, с. 265]. Кун прав, за исключением того, что, как правило, отношение к словам не бывает «серьезным». Я надеюсь, что это примечание послужит прояснению обсуждаемой проблемы.

# Литература

1. *Agassi J.* How are Facts Discovered // *Impulse*, 1959, v. 3, № 10, p. 2–4.
2. *Agassi J.* The Confusion between Physics and Metaphysics in the Standard Histories of Sciences // *Proceedings of the 10th Intern. Congress of the History of Science*. 1964, v. 1, p. 231–238.
3. *Agassi J.* Scientific Problems and their Roots in Metaphysics // *The Critical Approach to Science and Philosophy*, ed. by M. Bunge, 1964, p. 189–211.
4. *Agassi J.* Sensationalism // *Mind*, 1966, v. 75, p. 1–24.
5. *Agassi J.* The Novelty of Popper's Philosophy of Science // *Intern. Phil. Quart.*, 1968, v. 8, p. 442–463.
6. *Agassi J.* Popper on Learning from Experience // *Studies in the Philosophy of Science*, ed. by N. Rescher. 1969.
7. *Ayer A.* *Language, Truth and Logic*, 1936 (2 ed. — 1946).
8. *Bartley W.* Theories of Demarcation between Science and Metaphysics // *Problems in the Philosophy of Science*, ed. by Lakatos and Musgrave. 1968, p. 40–64.
9. *Becke, Sitte.* Zur Theorie des  $\beta$ -Zerfalls // *Zeitschrift für Physik*, 1933, Bd. 86, S. 105–119.
10. *Bernal J.* *Science in History*. 1965 (3 ed.) [русск. перев.: *Бернал Дж.* Наука в истории общества. М., 1956].
11. *Bernstein R.* *A Comprehensive World: On Modern Science and its Origins*. 1961.
12. *Bethe, Peierls R.* The «Neutrino» // *Nature*, 1934, v. 133, p. 532.
13. *Bohr N.* On the Constitution of Atoms and Molecules // *Phil. Magazine*, 1913, v. 26, p. 1–25, 476–502, 857–875 [русск. перев.: *Бор Н.* О строении атомов и молекул // *Избр. научн. труды*. Т. 1. М., 1970, с. 84–148].
14. *Bohr N.* Letter to Rutherford, 6.3.1913; publ. in [22], p. XXXVIII–XXXIX.
15. *Bohr N.* The Spectra of Helium and Hydrogen // *Nature*, 1913, v. 92, p. 231–232 [русск. перев.: *Бор Н.* Спектры водорода и гелия // *Избр. научн. труды*, Т. 1, с. 149–151].

16. *Bohr N.* The Structure of the Atom. Nobel Lecture // *Nature*, 1921, v. 107, p. 104–107 [русск. перев. *Бор Н.* Структура атома // *Бор Н.* Избр. научн. труды, т. 1, М., 1970, с. 285–292].
17. *Bohr N.* Letter to «*Nature*» // 1926, v. 117, p. 264.
18. *Bohr N.* Chemistry and the Quantum Theory of Atomic Constitution // *Journal of the Chem. Society*, 1932, v. 1, p. 349–384 [русск. перев.: *Бор Н.* Химия и квантовая теория строения атома // Избр. научн., труды, т. II, М., 1970. С. 75–110].
19. *Bohr N.* Light and Life // *Nature*, 1933, v. 131, p. 421–423, 457–459 [русск. перев.: *Бор Н.* Свет и жизнь // *Бор Н.* Избр. научн. труды, т. II, М., 1970, с. 111–119].
20. *Bohr N.* Conservation Laws in Quantum Theory // *Nature*, 1936, v. 138, p. 25–26 [русск. перев.: *Бор Н.* Законы сохранения в квантовой физике // Избр. научн. труды, т. II, М., 1970. С. 202–203].
21. *Bohr N.* Discussion with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics // *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*, ed. by Schilpp. 1949, v. 1, p. 201–241 [русск. перев.: *Бор Н.* Дискуссии с Эйнштейном по проблемам теории познания в атомной физике // Избр. научн. труды, т. II, М., 1970. С. 399–433].
22. *Bohr N.* On the Constitution of Atoms and Molecules, 1963.
23. *Born M.* Einstein's theory of Relativity, N. Y., 1962 (1 ed. — 1920) [русск. перев.: *Борн М.* Эйнштейновская теория относительности. М., 1972].
24. *Born M.* Max Karl Ernst Ludwig Planck // *Obituary Notices of Fellows of the Royal Society*, 1948, vol. 6, pp. 161–180.
25. *Born M.* The Statistical Interpretation of Quantum Mechanics. Nobel Lecture (1954) [русск. перев.: *Борн М.* Статистическая интерпретация квантовой механики // *Борн М.* Физика в жизни моего поколения. М., 1963. С. 301–315].
26. *Braithwaite R.* The Relevance of Psychology to Logic // *Aristotelian Society Suppl. Volumes*, 1938, v. 17, p. 19–41.
27. *Braithwaite R.* Scientific Explanation. Cambr., 1953.
28. Callendare. The Pressure of Radiation and Carnot's Principle // *Nature*, 1914, v. 92, p. 553.
29. *Canfield, Lehrer K.* A Note on Prediction and Deduction // *Philosophy of Science*, 1961, v. 28, p. 204–208.
30. *Carnap R.* Über Protokolsätze // *Erkenntnis*, 1932–1933, Bd. 3, S. 215–228.
31. *Carnap R.* Review of Popper's «*Logik der Forschung*» // *Erkenntnis*, 1935, Bd. 5, S. 290–294.

32. *Coffa*. Deductive Prediction // Philosophy of Science, 1968, v. 35, p. 279–283.
33. *Crookes W.* Presidential Address to the Chemistry Section of the British Association // Report of British Ass., 1886, p. 558–576.
34. *Crookes W.* Report at the Annual general Meeting // Journ. of the Chem. Society, 1888, v. 53, p. 487–504.
35. *Davisson C. J.* The Discovery of Electron Waves. Nobel Lecture, 1937.
36. *Dirac P.* Does Conservation of Energy Hold in Atomic Processes? // Nature, 1936, v. 137, p. 298–299.
37. *Dirac P.* Is there an Aether? // Nature, 1951, v. 168, p. 906–907.
38. *Dorling*. Length Contraction and Clock Synchronisation: the Empirical Equivalence of the Einsteinian and Lorentzian Theories // The British J. for the Phil. of Science, 1968, v. 19, p. 67–69.
39. *Droyer*. History of the Planetary Systems from Thales to Kepler. 1906.
40. *Dubem P.* La Theorie Physique, Son Objet et la Structure, 1905 [русск. перев.: Дюгем П. Физическая теория, ее цель и строение, СПб, 1910].
41. *Eccles L. C.* The Neurophysiological Basis of Experience // The Critical Approach to Science and Philosophy, ed. by M. Bunge, 1964.
42. *Ehrenfest P.* Welche Zuege der Lichtquantenhypothese spielen in der Theorie der Warmestrahlung eine Wesentliche Rolle? // Annalen der Physik, 1911, Bd. 36, S. 91–118 [русск. перев.: Эренфест П. Какие черты гипотезы световых квантов играют существенную роль в теории теплового излучения // Эренфест П. Относительность. Кванты. Статистика М., Наука, 1972. С. 118–145].
43. *Ehrenfest P.* Zur Krise der Zichtather-Hypothese. 1913.
44. *Einstein A.* Über die Entwicklung unserer Anschauungen über das Wesen und die Konstitution der Strahlung // Physikalische Zeitschrift, 1909, Bd. 10, S. 817–826 [русск. перев.: Эйнштейн А. Собр. научн. трудов, т. III, М., 1966. С. 181–195].
45. *Einstein A.* New Experimente ueber den Einfluss der Erdbewegung auf die Lichtgeschwindigkeit relativ zuz Erde // Forschungen und Fortschritte, 1927, Bd. 3, S. 36 [русск. перев.: Эйнштейн А. Новые опыты по влиянию движения Земли на скорость света относительно Земли // Собр. научн. трудов, т. II, М., 1966, с. 188–189].



46. *Einstein A.* Letter to Schroedinger. 31.5.1928 [русск. перев.: Э. Шредингер. Новые пути в физике. М., 1971, с. 237–238].
47. *Einstein A.* Gedenkworte auf Albert A. Michelson // *Zeitschrift fur angewandte Chemie*, 1931, Bd. 44, S. 638 [русск. перев.: *Эйнштейн А.* Памяти Альберта А. Майкельсона // Собр. научных трудов, т. IV, М., 1967, с. 149–150].
48. *Einstein A.* Autobiographical Notes // *Albert Einstein. Philosopher-Scientist*, ed. by Schilpp, 1949, v. 1, p. 2–95 [русск. перев.: *Эйнштейн А.* Автобиографические заметки // Собр. научн. трудов, т. IV, М., 1967, с. 149–150].
49. *Ellis, Mott N. F.* Energy Relations in the  $\gamma$ -Ray Type of Radioactive Disintegration // *Proceed. of the Royal Society of London, Ser. A.*, 1933, v. 96, p. 502–511.
50. *Ellis, Wooster.* The average Energy of Disintegration of Radium E // *Proceed. of the Royal Society, Ser. A*, 1927, v. 117, p. 109–123.
51. *Evans E. J.* The Spectra of Helium and Hydrogen // *Nature*, 1913, v. 92, p. 5.
52. *Fermi E.* Tentative di una teoria dell emissione dei raggi «beta» // *Recerci Scientifici*, 1933, v. 4 (2), p. 491–495.
53. *Fermi E.* Versuch einer Theorie der  $\gamma$ -Strahlen. I // *Zeitschrift fur Physik*, 1934, v. 88, p. 161–177 [русск. перев.: *Ферми Э.* К теории  $\beta$ -лучей // Собр. научн. трудов, т. I. 1971. С. 525–541].
54. *Feyerabend P.* Comments on Gruenbaum's «Law and Convention in Physical Theory» // *Current Issue in the Philosophy of Science*, 1961, ed. by Feigl and Maxwell, p. 155–161.
55. *Feyerabend P.* Reply to Criticism // *Boston Studies in the Philosophy of Science*, ed. by Cohen R. and Wartofsky M., 1965, v. II, p. 223–261 [русск. перев.: *Фейерабенд П.* Ответ на критику // Структура и развитие науки М, 1978. С. 419–470].
56. *Feyerabend P.* On a Recent Critique of Complementarity // *Phil. of Science*, 1968–1969, v. 35, p. 309–331, v. 36, p. 82–105.
57. *Feyerabend P.* Problems of Empiricism II // *The Nature and Function of Scientific Theory*, ed. by Colodny, 1969.
58. *Feyerabend P.* Against Method // *Minnesota Studies for the Phil of Science*, 1970, v. 4 [русск. перев.: *Фейерабенд П.* Избр. труды по методологии науки, М., 1986. С. 125–466].
59. *Fowler A.* Observation of the Principal and Other Series of lines in the Spectrum of Hydrogen // *Monthly Notices of the Royal Astionomical Society*, 1912, v. 73, p. 62–71.
60. *Fowler A.* The Spectra of Helium and Hydrogen // *Nature*, 1913, v. 92, p. 95.



61. *Fowler A.* The Spectra of Helium and Hydrogen // *Nature*, 1913, v. 92, p. 232.
62. *Fowler A.* Series Lines in Spark Spectra // *Proceed of the Royal Society of London (A)*, 1914, v. 20, p. 426–430.
63. *Fresnel A. J.* Lettre é François Arago sur l'influence du Mouvement Terrestre dans quelques Pheno-menes Optiques // *Annales de Chimie et de Physique*, 1918, v. 9, p. 57.
64. *Galileo G.* Dialogo dei Massimi Sistemi, 1632 [русск. перев.: Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира. М.-Л., 1948].
65. *Gamow G.* Thirty Years that Shook Physics, 1966.
66. *Gruenbaum A.* The Falsifiability of the Lorentz Fitzgerald Contraction Hypothosis // *Brit Journ. for the Phil of Science*, 1959, v. 10, p. 48–50.
67. *Gruenbaum A.* Law and Convention in Physical Theory // *Current Issues in the Philosophy of Science*, 1961, p. 40–155.
68. *Gruenbaum A.* The Duhemian Argument // *Philosophy of Science*, 1960, v. 11, p. 75–87.
69. *Gruenbaum A.* The Falsifiability of a Component of a Theoretical System // *Mind, Matter and Method. Essays in Philosophy*, 1966, p. 273–305.
70. *Gruenbaum A.* Can We Ascertain the Falsity of a Scientific Hypothesis? // *Studium Generale*, 1969, p. 1061–1093.
71. *Heisenberg W.* Über Aufbau der Atomkerne // *Zeitschrift für Physik*, 1932, Bd. 77, S. 1–11, Bd. 78, S. 1956–1964 [русск. перев. Гейзенберг В. О строении атомных ядер // Нейтрон. Предыстория, открытие, последствия, М, 1975].
72. *Heisenberg W.* The Development of the Interpretation of Quantum Theory // *Niels Bohr and the Development of Physics*, 1955 [русск. перев.: Гейзенберг В. Развитие интерпретации квантовой теории // Н. Бор и развитие физики, М, 1958, с. 23– 45].
73. *Hempel C.* Review of Popper's «Logik der Forschung» // *Deutsche Literaturzeitung*, 1937, S. 309–314.
74. *Hempel C.* Some Theses on Empirical Certainty // *The Review of Metaphysics*, 1952, v. 5, p. 620–621.
75. *Henderson.* The upper Limits of the Continuous  $\beta$ -ray Spectra of Thorium C and C<sup>11</sup> // *Proceed. of the Royal Society of London Ser. A*, 1934, v. 147, p. 572–582.
76. *Hesse M.* Review of Grunbaum's «The Falsifiability» of a Component of a Theoretical System. // *The British J. for the Phil. of Science*, 1968, v. 18, p. 333–335.

77. *Hevesy G. V.* Letter to Rutherford 14.10.1913 [quoted in: Bohr N. On the Constitution of Atoms and Molecules, p. XLII].
78. Hund. Goettingen, Copenhagen, Leipzig im Rueckblick // Werner Heisenberg und die Physik unserer Zeit, ed. by Bopp, Braunschweig, 1961.
79. *Jaffe G.* Michelson and the Speed of Light. 1960.
80. *Jammer M.* The Conceptual Development of Quantum Mechanics, 1966 [русск. перев.: Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. М., 1985].
81. *Joffe A.* Zur Theorie der Strahlungerscheinungen // // Annalen der Physik, 1911, Bd. 36, S. 534–552 [русск. оригинал: Иоффе А. Ф. К теории лучистой энергии // Избранные труды в 2-х томах, Л., т. 2. С. 12–24].
82. *Jubos B.* Über die empirische Induktion // Studium Generale, 1966, Bd. 19, S. 259–272.
83. *Keynes L. M. A.* Treatise on Probability, 1921.
84. *Koyre A.* The Significance of the Newtonian Synthesis // Newtonian Studies. L., 1965.
85. *Koestler A.* The Sleepwalkers. 1959.
86. *Konopinski, Ublebenck G. E.* On the Fermi theory of  $\beta$ -radioactivity // Physical Review, 1935, v. 48, p. 7–12.
87. *Kramers.* Das Korrespondenzprinzip und der Schalenbau des Atoms // Die Naturwissenschaften, 1923, Bd. 11, S. 550–559.
88. *Kudar.* Der wellenmechanische Charakter des  $\beta$ -Zerfalls, I–II–III // Zeitschrift fuer Physik, 1929– 1930, Bd. 57, S. 257–60, Bd. 60, S. 168–75, 176–83.
89. *Kuhn T.* The Structure of Scientific Revolutions. Chicago, 1962 [русск. перев.: Кун Т. Структура научных революций. М., 1975].
90. *Kuhn T.* Logic of Discovery or Phychology of Research? // Criticism and the Growth of Knowledge. Cabr., 1970, p. 1–23 [русск. перев.: Кун Т. Логика открытия или психология исследования // Кун Т. Структура научных революций. М., 2001, с. 539–576].
91. *Lakatos I.* Infinite Regress and the Foundations of Mathematics // Aristotelian Society Supplementary Volume, 1962, v. 36, p. 155–184.
92. *Lakatos I.* Proofs and Refutations // The British Journal for the Philosophy of Science, 1963–64, vol. 14, p. 1–25, 120–39, 221–43, 296–342 [русск. перев.: Лакатос И. Доказательства и опровержения. М., 1967].

93. *Lakatos I.* Changes in the Problem of Inductive Logic // *Lakatos I. (ed.): The Problem of Inductive Logic, 1968, p. 315–417.*
94. *Lakatos I.* Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes // *Proceedings of the Aristotelian Society, 1968, v. 69, p. 149–186.*
95. *Lakatos I.* Popper zum Abgrenzungs — und Induktionsproblem // *Lenk H. (ed.): Neue Aspekte der Wissenschaftstheorie, 1971.*
96. *Lakatos I.* History of Science and its Rational Reconstructions // *Boston Studies in the Philosophy of Science, ed. by R. Cohen, R. Buck, v. 8, 1972, p. 174–182 [русск. перев.: Лакатос И. История науки и ее рациональные реконструкции // Структура и развитие науки, М., 1978. С. 203–269].*
97. *Lakatos I.* Replies to Critics // *Ibid., p. 174–182 [русск. перев.: Лакатос И. Ответ на критику // Структура и развитие науки. М., 1978. С. 322–336].*
98. *Lakatos I.* *The Changing Logic of Scientific Discovery.* London, 1973.
99. *Lakatos I.* *Proofs and Refutations and Other Essays in the Philosophy of Mathematics,* London, 1974.
100. *Laplace P. S.* *Exposition du Système du Monde, 1796 [русск. перев.: Лаплас П. Изложение системы мира, СПб., 1861].*
101. *Larmor L.* On the Ascertained Absence of Effects of Motion through the Aether, in Relation to the Constitution of Matter, and on the Fitzgerald — Lorentz Hypothesis // *Philosophical Magazine, ser. 6, 1904, v. 7, p. 621–625.*
102. *Laudan L.* Gruenbaum on «The Duhemian Argument» // *Philosophy of Science, 1965, v. 32, p. 295–299.*
103. *Lorentz H. A.* De l'Influence du Mouvement de la Terre sur les Phenomenes Lumineux // *Versl. Kon. Akad. Wetensch, Amsterdam, 1886, v. 2, p. 297–358.*
104. *Lorentz H. A.* The Relative Motion of the Earth and the Ether // *Versl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 1892, v. 1, p. 74–77.*
105. *Leibnitz G.* Letter to Conring. 19.3.1678.
106. *Le Roy E.* Science et Philosophie // *Revue de Metaphysique et de Morale, 1899, v. 7, p. 375–425, 503–562, 706–731.*
107. *Le Roy E.* Un Positivisme Nouveau // *Revue de Metaphysique et de Morale, 1901, v. 9, p. 138–153.*
108. *Lorentz H. A.* Stokes' theory of Aberration // *Versl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 1892, v. 1, p. 97–103.*
109. *Lorentz H. A.* Versuch einer Theorie des electrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Korpern, 1895.



110. *Lorentz H. A.* Concerning the Problem of the Dragging Along of the Ether by the Earth // *Versl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam*, 1897, v. 6, p. 266–272.
111. *Lorentz H. A.* The Rotation of Earth and its Influence on Optical Phenomen // *Nature*, 1923, v. 112, p. 103–104.
112. *Lykken.* Statistical Significance in Psychological Research // *Psychological Bulletin*, 1968, v. 70, p. 151–159.
113. *McCulloch L. R.* The Principles of Political Economy: with a sketch of the Rise and Progress of Science. 1825.
114. *MacLaurin C.* Account of Sir Isaac Newton's Philosophical Discoveries, 1748.
115. *Margenau H.* The Nature of Physical Reality. 1950.
116. *Marignac.* Commentary on Stas' Researches on the Mutual Relations of Atomic Weights. 1860 (reprinted in: Prout's Hypothesis // *Alembic Club Reprints*, v. 20, p. 48–58).
117. *Maxwell I. C.* Theory of Heat. 1871.
118. *Medawar.* The Art of the Soluble. 1967.
119. *Meehl.* Theory Testing in Psychology and Physics: a Methodological Paradox // *Philosophy of Science*, 1967, v. 34, p. 103–115.
120. *Meitner L.* Kernstruktur // *Handbuch der Physik, Zweite Auflage*, 1933, Bd. 22/1, S. 118–152.
121. *Meitner L., Orthmann.* Über einer absolute Bestimmung der Energie der primären  $\beta$ -Strahlen von Radium E // *Zeitschrift fuer Physik*, 1930, Bd. 60, S. 143–155.
122. *Michelson A.* The relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether // *American Journal of Science. Ser. 3.* 1881, v. 22, p. 120–129.
123. *Michelson A.* On the Application of Interference Methods to Spectroscopic Measurements, I–II // *Philosophical Magazine. Ser. 3 / 1891–1892*, v. 31, p. 338–346, v. 34, p. 280–299.
124. *Michelson A.* On the Relative Motion of the Earth and the Ether // *American Journal of Science, Ser. 4., 1897*, v. 3, p. 475–478.
125. *Michelson A., Gale.* The Effect of the Earth's Rotation on the Velocity of Light // *Astrophysical Journal*, 1925, v. 61, p. 137–145.
126. *Michelson A., Morley E. W.* On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether // // *American Journal of Science. Ser. 3 / 1881*, v. 34, p. 333–345.
127. *Milbaud.* La Science Rationnelle // *Revue de Metaphysique et de Morale*, 1896, v. 4, p. 280–302.
128. *Mill J. St.* A System of Logic, Ratiocinative and Inductive, Being a Connected View of the Principles of Evidence, and

- the Methods of Scientific Investigation, 1843 [русск. перев.: *Милль Дж. Ст. Система логики силлогистической и индуктивной. Изложение принципов доказательства в связи с методами научного исследования. М., 1914].*
129. *Miller D. C. Ether-Drift Experiments at Mount Wilson // Science, 1925, v. 41, p. 617–621.*
  130. *Morley E. W., Miller D. C. Letter to Kelvin (1904) // Philosophical Magazine, Ser. 6, v. 8, p. 753–754.*
  131. *Mosely G. G. Letter to «Nature» // Nature, 1914, v. 92, p. 554.*
  132. *Mott N. F. Wellenmechanik und Kernphysik // Handbuch der Physik, Zweite Auflage, 1933, Bd. 24/1, S. 785–841.*
  133. *Musgrave A. On a Demarcation Dispute // Problems in the Philosophy of Science, ed. by Lakatos I., Musgrave A., 1968, p. 78–88.*
  134. *Musgrave A. Impersonal Knowledge. Ph. D. Thesis, University of London, 1969.*
  135. *Musgrave A. Review of Ziman's «Public Knowledge: an Essay Concerning the Social Dimensions of Science» // The Brit. Journal for the Philosophy of Science, 1969, v. 20, p. 92–94.*
  136. *Musgrave A. The Objectivism of Popper's Epistemology // The Philosophy of Sir Karl Popper, 1973.*
  137. *Nagel E. The Structure of Science, 1961.*
  138. *Nagel E. What is True and False in Science: Medowar and the Anatomy of Research // Encounter, 1967, v. 29, № 3, p. 68–70.*
  139. *Neurath O. Pseudorationalismus der Falsifikation // Erkenntnis, 1935, Bd. 5, S. 353–365.*
  140. *Nickolson I. W. A possible Extension of the Spectrum of Hydrogen // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1913, v. 73, p. 382–385.*
  141. *Pauli W. Zur alteren und neueren Geschichte des Neutrinos // Pauli W. Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie, 1961, p. 156–180.*
  142. *Pearce Williams. Relativity theory: Its Origins and Impact on Modern Hhought, 1968.*
  143. *Peierls R. Interpretation of Shanklan's Experiment // Nature, 1936, v. 137, p. 904.*
  144. *Physics at the British Association // Nature, 1913–1914, v. 92, p. 353–365.*
  145. *Planck M. Über eine Verbesserung der Wienschen Spektralgleichung // Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 1900, Bd. 2, S. 202–204 [русск. перев.: *Планк М. Об одном улучшении закона излучения Вина // Избр. научн. труды, М., 1975, с. 249–250].**



146. *Planck M.* Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum // Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 1900, Bd. 2, S. 237–245 [русск. перев.: *Планк М.* К теории распределения энергии излучения нормального спектра // Избран, научн. труды, М., 1975. С. 251–267].
147. *Planck M.* Zwanzig Jahre Arbeit am Physikalischen Weltbild // Physica, 1929, Bd. 9, S. 193–222 [русск. перев.: *Планк М.* Двадцать лет работы над физической картиной мира // *Планк М.* Избр. научн. труды, М., 1975. С. 568–589].
148. *Planck M.* Scientific Autobiography, 1950 [русск. перев.: *Планк М.* Научная автобиография // *Планк М.* Избран. научн. труды, М., 1975. С. 649–663].
149. *Poincare H.* Les geometries non euclidiennes // Revue generale des Sciences Pures et Appliquees, 1891, v. 2, p. 769–774.
150. *Poincare H.* La Science et l'Hypothese. 1902 [русск. перев.: *Пуанкаре А.* Наука и гипотеза // *Пуанкаре А.* О науке. М., 1983. С. 5–152].
151. *Polanyi M.* Personal Knowledge. Towards a post-critical Philosophy, 1958 [русск. перев.: *Полани М.* Личностное знание. На пути к посткритической философии. М., 1985].
152. *Popkin H. R.* Scepticism, Theology and the Scientific Revolution in the Seventeenth Century // Problems in the Philosophy of Science, ed. by Lakatos I., Musgrave A., 1968, p. 1–28.
153. *Popper K.* Ein Kriterium des empirischen Charakters theoretischer Systeme // Erkenntnis, 1933, Bd. 3, S. 426–427 [русск. перев.: *Поппер К.* Критерий эмпирического характера теоретических систем // Логика и рост научного знания. М., 1983. С. 236–239].
154. *Popper K.* Logic der Forschung, 1934; расширенное английское издание: [160].
155. *Popper K.* Induktionslogik und Scheinlichkeit // Erkenntnis, 1935, Bd. 5, S. 170–172.
156. *Popper K.* What is Dialectic? // Mind, 1940, v. 49, p. 403–426 [русск. перев.: *Поппер К.* Что такое диалектика? // Диалектика и ее критики (препринт). М., 1986].
157. *Popper K.* The Open Society and its Enemies, v. I–II, 1945 [русск. перев.: *Поппер К.* Открытое общество и его враги, т. I–II, М., 1992].
158. *Popper K.* The Aim of Science // Ratio, 1957, v. I, p. 24–35.
159. *Popper K.* The Poverty of Historicism, 1957 [русск. перев.: *Поппер К.* Нищета историцизма // Вопросы философии, 1992, № 8, с. 49–79; № 9, с. 22–48, № 10, с. 29–58].

160. *Popper K.* Philosophy and Physics // Atti del XII Congresso Internazionale di Filosofia, 1960, v. 2, p. 363–374.
161. *Popper K.* The Logic of Scientific Discovery. 1959 [русск. перев.: *Поппер К.* Логика научного исследования, гл. I–VII, X // Логика и рост научного знания. М., 1983, с. 33–235].
162. *Popper K.* Testability and «ad-Hocness» of the Contraction Hypothesis // British Journal for the Philosophy of Science, 1959, v. 10, p. 50.
163. *Popper K.* Conjectures and Refutations, 1963 [русск. перев.: *Поппер К.* Предположения и опровержения. Рост научного знания. Гл. 1, 3, 10 // Логика и рост научного знания. М., 1983, с. 240–378].
- 163а. *Popper K.* Quantum Mechanics without «The Observer» // Quantum Theory and Reality. Berlin. 1967.
164. *Popper K.* Normal Science and its Dangers // Criticism and the growth of Knowledge, 1970, p. 51–58 [русск. перев.: *Поппер К.* Нормальная наука и опасности, связанные с ней // Кун Т. Структура научных революций. М., 2001. С. 525–576].
165. *Popper K.* Epistemology without a Knowing Subject // Proceed. of the Third Intern. Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science, Amsterdam, 1968, p. 333–373 [русск. перев.: *Поппер К.* Объективное знание. Эволюционный подход. Гл. 3. Эпистемология без познающего субъекта // *Поппер К.* Логика и рост научного знания. М., 1983. С. 439–459].
166. *Popper K.* On the Theory of the Objective Mind // Proceedings of the XIV International Congress of Philosophy, 1968, v. 1, p. 25–53.
167. *Popper K.* Remarks on the Problems of Demarcation and Rationality // Problems in the Philosophy of Science, ed. by Lakatos I., Musgrave A., 1968, p. 88–102.
168. *Popper K.* A Realist View of Logic, Physics and History // Physics, Logic and History, ed. by Yourgrau, Breck, 1969.
169. Power. Introductory Quantum Electrodynamics. 1964.
170. *Prokbovnik.* The Logic of Special Relativity, 1967.
171. *Prout W.* On the Relation between the Specific Gravities of Bodies in their Gaseous State and the Weights of their Atoms // Annals of Philosophy, 1815, v. 6, p. 321–330.
172. *Quine W.* From a Logical Point of View. 1953.
173. *Rabi.* Atomic Structure // Recent Advances in Science, ed. by Murphy G., Shamos M., 1956.
174. *Reichenbach H.* The Rise of Scientific Philosophy. 1951.



175. *Runge C.* Ether und Relativitätstheorie // Die Naturwissenschaften, 1925, v. 13, p. 440.
176. *Russell B.* The philosophy of Bergson, London, 1914.
177. *Russell B.* Reply to Critics // The Philosophy of Bertrand Russell, ed. by Schilpp, 1943, p. 681–741.
178. *Russell B.* History of Western Philosophy, 1946 [русск. пер.: *Рассел Б.* История Западной философии. Новосибирск, 1997].
179. *Rutherford E., Chadwick I., Ellis.* Radiations from Radioactive Substances. 1930.
180. *Schlick M.* Über das Fundament der Erkenntnis // Erkenntnis, 1934, Bd. 4, S. 79–99.
181. *Schroedinger E.* Might perhaps Energy be merely a Statistical Concept? // Il Nuovo Cimento, 1958, v. 9, p. 162–170.
182. *Shankland R.* An Apparent Failure of the Photon Theory of Scattering // Physical Review, 1936, v. 49, p. 8–13.
183. *Shankland R.* Michelson–Morley Experiment // American Journal of Physics, 1964, v. 32, p. 16–35.
184. *Soddy F.* The Interpretation of the Atom. 1932.
185. *Sommerfeld A.* Zur Quantentheorie der Spektrallinien // Annalen der Physik, 1916, Bd. 51, S. 1–94, 126–167.
186. *Stebbing.* Pragmatism and French Voluntarism, 1914.
187. *Stegmueller W.* Explanation, Prediction, Scientific Systematization and Non-Explanatory Information // Ratio, 1966, v. 8, p. 1–24.
188. *Stokes G.* On the Aberration of Light // Philosophical Magazine, 3 ser., 1845, v. 27, p. 9–15.
189. *Stokes G.* On Fresnel's Theory of the Aberration of Light // Philosophical Magazine, 3-d ser., 1846, v. 28, p. 76–81.
190. *Synge J.* Effects of Acceleration in the Michelson–Morley Experiment // The Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, New Series, 1952–1954, v. 26, p. 45–54.
191. *Ter Haar.* The Old Quantum Theory, 1967.
192. *Thomson J. J.* On the Waves associated with  $\beta$ -rays, and the Relation between Free Electrons and their Waves // Philosophical Magazine, 17th Ser., 1929, v. 7, p. 405–417.
193. *Toulmin S.* The Evolutionary Development of Natural Science // American Scientists, 1967, v. 55, p. 456–471.
194. *Treiman.* The Weak Interactions // Scientific American, 1959, v. 200, p. 72–84.
195. *Truesdell C.* The Program toward Rediscovering the Rational Mechanics in the Age of Reason // Archive of the History of Exact Sciences, 1960, v. 1, p. 3–36.



196. *Uhlenbeck G. E., Goudsmit S.* Ersetzung der Hypothese vom unmechanischen Zwang durch eine Forderung bezueglich des innerren Verhaltens jedes einzelnen Electrons // Die Naturwissenschaften, 1925, Bd. 13, S. 953–954.
197. *Uhlenbeck G. E., Goudsmit S.* Spinning electrons and the structure of spectra // Nature, 1926, v. 17, p. 264–265.
198. *Waerden van der B. L.* Sources of Quantum Mechanacs, 1967.
199. *Watkins J.* Between Analytic and Empirical // Philosophy, 1957, v. 32, p. 112–131.
200. *Watkins J.* Influential and Confirmable Metaphysics // Mind, 1958, v. 67, p. 344–365.
201. *Watkins J.* When are Statements Empirical? // British Journal for the Philosophy of Science, 1960, v. 10, p. 287–308.
202. *Watkins J.* Hume, Carnap and Popper // The Problem of Inductive Logic, ed. by Lakatos I., 1968, p. 271–282.
203. *Whewell W.* History of the Inductive Sciences, from the Earliest to the Present Time, v. I–III, 1837 [русск. перев.: *Уэвелль В.* История индуктивных наук от древнейшего и до настоящего времени, т. I–III, СПб., 1867–1868].
204. *Whewell W.* Philosophy of the Inductive Sciencies. Founded upon their History, v. I–II. 1840.
205. *Whewell W.* On the Transformation Hypothesis the History of Science // Cambridge Philosophical Transactions, 1851, v. 9, p. 139–147.
206. *Whewell W.* Novum Organon Renovation. Being the second part of the philosophy of the inductive sciences. 3-ed., 1858.
207. *Whewell W.* On the Philosophy of Discovery, Chapters Historical and Critical, 1860
208. *Whittaker E.* From Euclid to Eddington, 1947.
209. *Whittaker E.* History of the Theories of Aether and Electricity, v. II, 1953.
210. *Wisdom Ch.* The Refutability of «Irrefutable» Laws // The British Journal for the Philosophy of Science, 1963, v. 13, p. 303–306.
211. *Wu.* Beta Decay // Rendiconti della Scuola Internazionale di Fisica, «Enrico Fermi», XXXII Corso, 1966.
212. *Wu, Moskowski.* Beta Decay, 1966.



*Лакатос Имре*

**ИЗБРАННЫЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ  
ПО ФИЛОСОФИИ  
И МЕТОДОЛОГИИ НАУКИ**

ООО «Академический Проект»

Изд. лиц. № 04050 от 20.02.01.

111399, Москва, ул. Мартеновская, 3.

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
Федеральной службы по надзору в сфере защиты  
прав потребителей и благополучия человека  
77.99.60.953.Д.003959.04.08 от 22.04.08.

ООО «Трикта»

111399, Москва, ул. Мартеновская д. 3

*По вопросам приобретения книги просим обращаться  
в ООО «Трикта»:*

**111399, Москва, ул. Мартеновская, 3**

**Тел.: (495) 305 3702; 305 6092; факс: 305 6088**

**E-mail: [info@aproject.ru](mailto:info@aproject.ru)**

**[www.aproject.ru](http://www.aproject.ru)**

Подписано в печать 10.08.2008 г.

Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага писчая.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 25,2. Тираж 3000 экз.

Заказ № 3376.

Отпечатано в полном соответствии с качеством  
предоставленных диапозитивов  
в ОАО «Дом печати — ВЯТКА».  
610033, г. Киров, ул. Московская, 122

## КНИГА — ПОЧТОЙ

ИЗДАТЕЛЬСКО-КНИГОТОРГОВАЯ ФИРМА  
«ТРИКСТА»

предлагает заказать и получить по почте книги  
следующей тематики:

- ▶ психология
- ▶ философия
- ▶ история
- ▶ социология
- ▶ культурология
- ▶ учебная и справочная литература  
по гуманитарным дисциплинам  
для вузов, лицеев и колледжей

Прислав маркированный конверт с обратным  
адресом, Вы получите каталог, информационные  
материалы и условия рассылки.

Наш адрес:

**111399, Москва, ул. Мартеновская, 3,  
ООО «Трикта», служба «Книга — почтой».**

Заказать книги можно также по  
тел.: (495) 305-37-02, факсу: 305-60-88

или по электронной почте:  
**e-mail: [info@aproject.ru](mailto:info@aproject.ru)**

Просим Вас быть внимательными и указывать полный  
почтовый адрес и телефон/факс для связи.  
С каждым выполненным заказом Вы будете получать  
информацию о новых поступлениях книг.

**ЖДЕМ ВАШИХ ЗАКАЗОВ!**

**Издательство  
«АКАДЕМИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ»  
готовит к изданию в серии  
«Философские технологии»**

**Поппер К.**

## **Логика и рост научного знания**

**Пер. с англ. А.А. Никифорова**

В своей работе «Логика и рост научного знания» Карл Поппер (1902–1994), один из наиболее влиятельных философов науки XX в. и создатель критического рационализма, решает проблему демаркации науки от вненаучных форм знания. Поппер вводит принцип фальсификации научного знания, интерсубъективного характера истины и рациональности научных постулатов. Тем самым Поппер показал необходимость, но не достаточность принципа верификации в неопозитивизме. Он предложил в качестве дополнительного критерия демаркации метод фальсифицируемости: только та теория научна, которая может быть принципиально опровергнута опытом. Согласно этому критерию, высказывания или системы высказываний содержат информацию об эмпирическом мире только в том случае, если они обладают способностью прийти в столкновение с опытом, или более точно — если их можно систематически проверять, то есть подвергнуть проверкам, результатом которых может быть их опровержение».

Для студентов и всех интересующихся философией науки.

**Издательство  
«АКАДЕМИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ»  
готовит к изданию в серии  
«Философские технологии»**

Гуссерль Э.

**Идеи к чистой феноменологии  
и феноменологической философии**

Пер. с нем. А.В. Михайлова

Ключевая работа основателя феноменологии — одного из ведущих направлений современной мысли, подвергающее анализу непосредственные данности сознания — представляет собой подробное введение в феноменологическую проблематику. В книге обосновывается понимание феноменологии как чистой науки, философского метода и мыслительной установки. Традиционные философские вопросы о восприятии и переживании, о сознании и мышлении, о разуме и действительности разворачиваются оригинальным образом. С немецкой обстоятельностью Гуссерль разбирает особенности феноменологической редукции, учения о ноэме и ноэзисе, позиции трансцендентального идеализма.

**Издательство  
«АКАДЕМИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ»  
готовит к изданию в серии  
«Философские технологии»**

**Гегель Г.В.Ф.**

## **Феноменология духа**

**Пер. с нем. Г.Г. Шпета,  
комментарии Ю.Р. Селиванова**

Книга эта — вершина классической философии и, одновременно, водораздел между классическим периодом философии и новейшей философской мыслью. Нет такого мыслителя, который не испытал бы на себе влияние философской системы и философского метода Гегеля. Вплоть до настоящего времени Гегель представляется нам не мыслителем прошлого, а действующим философом, идеи которого вызывают разные, порой противоречивые, чувства, но практически никого не оставляют равнодушным. Научное значение «Феноменологии духа» — не только в богатейшем материале, который сосредоточен в работе, но и в первую очередь в самом методе философского исследования, который послужил основой актуальной в настоящее время науки.

Работа снабжена развернутыми понятийными комментариями, выполненными специально для настоящего издания.

**Имре ЛАКАТОС**

**Избранные  
произведения  
по философии  
и методологии  
науки**

**Доказательства и опровержения  
(как доказываются теоремы)**

**История науки и ее рациональные  
реконструкции**

**Фальсификация и методология  
научно-исследовательских  
программ**

**В «Доказательствах и опровержениях»**

Имре Лакатос (1922–1974), мыслитель, оказавший значительное влияние на философию и историю науки XX века, разбирает доказательства знаменитой теоремы Эйлера о многогранниках и получающихся при этом парадоксах. В работе «Фальсификация и методология научно-исследовательских программ» (1970) он выступает одним из наиболее глубоких и последовательных критиков концепции смены парадигм Т. Куна и противопоставляет этому свою методологию научно-исследовательских программ, ставшую одной из лучших моделей философии науки.

ISBN 978-5-902358-48-0



9 785902 358480 >

