

О проблеме значимости в физике

А. М. БАЛДИН

Проблемы значимости в естествознании, проблемы сравнительного ценностного анализа важности тех или иных научных исследований и направлений занимают в философской литературе в последнее время одно из центральных мест. По этому поводу высказывается довольно много дискуссионных, противоречивых, а часто и довольно неопределенных, расплывчатых суждений. Все это объясняется новизной и актуальностью указанных проблем. Актуальность исследования ценностных аспектов естествознания в большой степени обусловлена потребностями практики планирования, организации и прогнозирования науки, потребностями, связанными с экологическим кризисом и бурным ростом объема научной информации. Сравнительно-ценностный анализ различных научных направлений и разделов исследовательских программ в настоящее время является неотъемлемым элементом научной деятельности. Практическое решение этих проблем получило настолько сильное развитие, что более подробное его изучение, как нам представляется, может снять значительное количество недоразумений, встречающихся в философских анализах ценностных аспектов естествознания. К числу таких недоразумений мы относим, например, так называемую проблему «лидера науки», «физикализации» и «биологизации» естествознания, высказываемые утверждения типа «Более общая категория цели, содержащая трактовку ценности, отвергнута физикализмом и остается вне рамок математики»¹, «Для подлинно единой науки нет нужды при оценке любых своих коллизий прибегать к арбитражу какой-либо инстанции, лежащей за ее пределами»², «Знание, не находящее применения, не обладает актуальной ценностью»³, выдвигаемый некоторыми авторами принцип «самоценности мышления», заключения «о недопустимости оценки с политической или моральной точек зрения научных теорий как именно научных»⁴ и т. д.

Определение значимости научных направлений, например, при разработке программ исследований в крупнейших центрах по исследованию в области физики высоких энергий и физики атомного ядра, представляет, с нашей точки зрения, исключительно большой интерес. Чрезвычайная актуальность сравнительно-ценностного анализа научных направлений обусловлена резко изменившимся за последнее десятилетие характером научной деятельности, в том числе и в физике. Получение и обобщение экспериментальных фактов, которые существенно выводят за рамки установленных законов природы,— основной путь развития фундаментальных наук. Однако с развитием науки получение таких

¹ Ценностные аспекты современного естествознания (тезисы докладов к теоретической конференции). Обнинск, 1973, стр. 103.

² Там же, стр. 29.

³ Там же, стр. 30.

⁴ Там же, стр. 68.

фактов становится все более и более трудной научно-технической задачей. Даже гениальной интуиции, необыкновенной изобретательности и бесконечного трудолюбия недостаточно для постановки современного эксперимента в области фундаментальной физики. Необходимы значительные материальные средства, большая помощь целых коллективов инженеров, техников, рабочих высшей квалификации. Необходимы новейшие средства переработки информации — ЭВМ и просмотрово-измерительные автоматические устройства. Необходимо участие промышленных предприятий. Создание крупных исследовательских центров оказалось непосильным для ряда государств, и поэтому возникла необходимость в организации международных исследовательских центров. Это требует участия в создании установок для физиков-экспериментаторов не только инженеров, рабочих и экономистов, но и специалистов в области международных отношений. Не случайно современные исследовательские центры физиков — ускорители — называют пирамидами нашего времени. Они так же, как и египетские пирамиды, отражают уровень развития не только науки и техники, но и экономики, политики, культуры эпохи.

Тенденция к индустриализации науки, к консолидации усилий представителей разных стран, народов и специальностей не является особенностью только физики элементарных частиц. Эта тенденция прослеживается и в развитии других наук. Объединение усилий одновременно означает объединение интересов. При этом стоимость исследований становится доступной и для ученых малых стран. Так, страны Западной Европы объединили свои усилия для создания самого современного ускорительного центра (ЦЕРН), причем на этот центр базируется более 150 университетов и научно-исследовательских институтов, в которых трудится более половины всех физиков Западной Европы. Аналогичную роль для социалистических стран выполняет Объединенный институт ядерных исследований (г. Дубна).

Современный исследовательский центр все больше становится похожим на завод по производству «полуфабрикатов информации». На крупных установках получают миллионы фотографий, на которых зафиксированы следы взаимодействий частиц высоких энергий, либо записи результатов на магнитную ленту. Эти полуфабрикаты информации рассылаются в университеты и НИИ многих стран для последующей обработки и извлечения физических результатов. Возник даже специальный термин «физика на расстоянии» для обозначения исследований, ведущихся на основе «полуфабриката информации».

В последние годы происходит объединение усилий ученых и инженеров капиталистических и социалистических стран. Сейчас имеется опыт совместного создания крупных исследовательских установок физиками и инженерами СССР и Соединенных Штатов Америки, СССР и Франции, СССР и ЦЕРН. Создаваемые установки должны обеспечивать массовое производство высококачественного «полуфабриката информации», который мог бы полностью удовлетворить интересы всех участников объединенного научного исследования. Поскольку заключение соответствующих соглашений требует соблюдения интересов целых стран, то организация современных экспериментов является компетенцией учреждений, отвечающих за государственную политику.

Из изложенного ясно, насколько многомерным становится критерий выбора наиболее важного научного направления, создания новой установки для проведения чисто фундаментальных исследований. Прежде чем создавать прибор, стоимость которого сравнима с бюджетом небольшого государства, физики должны договориться между собой о том, в каком направлении исследований наиболее вероятно появление экспериментальных фактов, существенно меняющих представления о картине мира, наиболее значительных с точки зрения внутренней логи-

ки развития науки. Затем они должны доказать обществу необходимость получения такого сорта информации. После получения необходимой поддержки встает масса организационных вопросов, и затем — проблемы распределения «полуфабриката информации», вопросы авторства, приоритета и т. д. На всех уровнях этой деятельности существенны все типы и уровни ценностных аспектов, включая социальный, нравственный, психологический. Наиболее важной является проблема критериев значимости и методики выбора между возможными вариантами, для решения которой используются многочисленные теоретико-игровые и информационные концепции ценности, теория принятия решений и т. д.

В ЦЕРН в качестве важнейшего критерия значимости (после критерия фундаментальности результата) принимают число физиков, которые будут ориентироваться на тот или иной прибор, на то или иное научное направление. Обусловлено это основной целью, стоящей перед ЦЕРН, — развитием науки и культуры стран-участниц исследований, число же физиков имеет прямое отношение к уровню преподавания и является очень стабильным параметром для данного университета или данной страны.

Недостаточность этого критерия очевидна, поскольку он не дает возможности учитывать инерцию мышления научных работников и, кроме того, позволяет придавать одинаковый вес суждениям всех участников сотрудничества, тогда как дар предвидения и интуиция — это свойства, которые присущи людям далеко не в равной степени.

Любой из возможных и обсужденных критериев является неполным и недостаточным, и неизбежно встает проблема обоснования классификации научных направлений по системе критериев. Многомерные же классификации не дают ясной ориентировки, ясного представления, необходимого для принятия решений, для выбора. Наибольшую практическую пользу, на наш взгляд, имело бы такое определение значимости научных направлений, которое позволило бы расположить их в виде последовательности в порядке убывающей значимости. В конечном же счете опроное значение имело бы введение числовой меры. Как отмечал в 1932 году С. Г. Струмилин, «наука, начинающаяся там, где мы имеем дело с мерой, весом и счетом, не удосужилась еще разрешить задачу измерения объективной ценности даже своих собственных достижений»⁵. Необходимость определения количественной меры значимости давно назрела, и сейчас научные работники все реже и реже проявляют склонность вежливо поддерживать положение, согласно которому все научные направления равны. Ошибки, допущенные при разработке научных программ, могут стоить (и такое уже случается) колоссальных потерь материальных и людских ресурсов.

Мы говорим здесь для определенности о чисто фундаментальных исследованиях, для которых цель и система ценностей определены классиками естествознания — создание теоретической основы, минимальной системы понятий и утверждений, из которых логическим путем можно получить все понятия и утверждения экспериментальных наук (картину мира). Отсюда следует иерархия значимости полученных фундаментальных результатов — какого уровня знания касается новый результат: общих принципов физики (симметрии, принципы инвариантности), законов природы, моделей — или же связан с составлением таблицы экспериментальных данных. Вместе с тем, ввиду большой сложности, комплексности современных исследований при оценке значимости отдельных научных направлений необходимо применять комплекс критериев, а критерий научной значимости, фундаментальности следует рассматривать наряду со всеми остальными. В противном случае «выяснение истины» (философский тезис «всякая истина есть благо») может нанести непоправимый ущерб окружающей среде, экономике, человеческой

⁵ С. Г. Струмилин. К методологии учета научного труда. М., АН СССР, 1932.

личности, международным отношениям, затормозить развитие других направлений большой научной значимости.

Интересен опыт американских ученых по введению меры значимости. Он отражает идею, использованную в военном программировании⁶. В американской литературе в качестве универсального средства планирования всей научной деятельности США рекомендуется методика ПАТТЕРН. Методика ПАТТЕРН основана на принципе деления сложной проблемы на более мелкие подпроблемы до тех пор, пока каждая подпроблема не сможет быть всесторонне (разные критерии) и надежно количественно оценена экспертами (метод экспертных оценок). Характерным числом является коэффициент относительной важности. Сумма коэффициентов относительной важности для каждого уровня иерархии принимается равной единице. Методика возникла в результате анализа наиболее трудного места в планировании — разрыва между стратегическими планами и механизмом их материально-технического обеспечения, или, иначе говоря, противоречия между ростом новых потребностей и потенциальных технических возможностей их удовлетворения и более медленным увеличением экономических возможностей. Проблема организации сотни тысяч ученых и исследователей, постановка для них задачи на 15—20 лет вперед для обеспечения поставленных целей с распределением нескольких миллиардов долларов потребовали очень тщательной разработки критериев значимости.

Близкая по идее методика была применена американскими физиками при разработке национальной программы по физике. Основное внимание уделялось разработке системы критериев значимости. Затем национальная программа по физике была разбита на элементы, которые можно сравнивать в рамках этой системы критериев. Система критериев состояла из трех групп: внутренняя значимость, внешняя значимость и структурная значимость. Внутренняя значимость определяется вероятностью обнаружения принципиально новых закономерностей (критерий фундаментальности), потенциальной возможностью для широких обобщений, готовностью научного направления к его детальной разработке, а также содержит учет смещения интересов ведущих ученых в сторону того или иного элемента программы.

Внешняя значимость определяется по таким критериям, как влияние на развитие других наук (включая не только влияние самих результатов, но экспериментальной техники, методики), влияние на технику, технологию, инженерное дело, медицину, преподавание, а также по таким, как возможности решения социальных проблем, возможности немедленных (экономически оцениваемых) приложений, рост национального престижа, развитие международного сотрудничества.

Структурная значимость определяется по таким критериям, как эффективность использования имеющихся в данной области ресурсов (материальных и людских), в какой степени для разработки данного элемента программы необходимы принципиально новые методы, приборы и специальности, в какой степени развитие данного элемента программы необходимо для поддержания тонуса определенной области науки.

При применении критериев особое значение приобретает вес каждого из них. Первой и второй группе был присвоен одинаковый вес, а третьей (структурная значимость) — одна треть от первых. Третья группа оценивает наиболее быстро меняющуюся во времени часть относительной значимости. Процедура подсчета значимости стояла в балльной оценке (от 0 до 10 баллов) каждого элемента программы по каждому из уравновешенных критериев. Наиболее важным результатом, демонстрирующим приемлемость подхода, является исключительно

⁶ См., например, Ю. В. Катасонов. США: военное программирование. М., «Наука», 1972; М. М. Лопухин. «ПАТТЕРН» — метод планирования и прогнозирования научных работ. М., изд-во «Советское радио», 1972.

небольшой разброс в оценках, несмотря на то, что в голосовании участвовало около двухсот специалистов самых различных областей физики. В результате удалось прийти к соглашению о расположении всех основных элементов (69 пунктов) национальной программы США по физике в порядке убывающей значимости.

Расположение критериев значимости отдельно по первой и второй группе довольно резко делит элементы программы на имеющие большее и меньшее практическое и соответственно чисто научное значение. В то же время разделение на фундаментальную и прикладную физику является неправомерным, ибо каждый раздел имеет и ту и другую значимости. По второй группе критериев на первые места выходят такие элементы, как лазеры и мазеры, квантовая оптика, ядерная спектроскопия, термоядерные исследования, а разделы, относящиеся к физике элементарных частиц, занимают сороковые места. Тогда как по первой группе критериев первые пять мест занимают разделы программы, относящиеся к физике элементарных частиц, а последующие четыре раздела занимает астрофизика и, только начиная с десятого места, появляются разделы, связанные с лазерами и мазерами.

Наибольший интерес представляет расположение по объединенному критерию значимости. В этом списке первое и третье места принадлежат лазерам и мазерам и пять из восьми первых мест — физике элементарных частиц. Характерно, что некоторые разделы физики элементарных частиц в этом списке оказались в середине и даже в конце, то же касается и лазерной проблематики, физики конденсированных сред, ядерной физики. Это является яркой иллюстрацией того, что принадлежность научного направления к той или иной области науки не определяет его значимости. Иначе говоря, при подходе к оценке различных научных направлений с точки зрения расширенного понятия значимости (а как мы видели, этот подход уже входит в практику фундаментальных исследований) не возникает привилегированных областей науки (сами собой исчезают проблемы «физикализации» и «биологизации», проблема лидера вообще). Расширенное понятие значимости в науке является неизбежным и очень важным инструментом при выработке оптимальной стратегии, без которой немислимы современные фундаментальные исследования, требующие участия больших коллективов людей, международной кооперации, привлечения индустриальных методов. Даже чисто теоретические исследования в последнее время все больше и больше оцениваются с точки зрения их предсказательной силы и возможностей интерпретации этих сложных экспериментов, служащих основным (а в последнее время даже единственным) источником фактов, которые выводят за рамки установленных законов природы.

Таким образом, наука стала настолько сложным организмом и настолько тесно связана с практической деятельностью людей, что основной ее критерий значимости — критерий, связанный с внутренней логикой развития науки, — становится частью многомерного критерия. Необходим разумный баланс требований как со стороны внутренней логики науки, так и со стороны ее практической значимости. Нарушение этого баланса может привести либо к безразличию общества к науке, либо к потере перспективы в фундаментальных исследованиях. Разработка методики сведения многомерного критерия к единой количественной мере значимости отдельных научных направлений — насущная потребность практики планирования науки и оценки ее достижений. Поставленная задача должна включать не только установление системы коэффициентов относительной значимости, но и определение ее динамики. Учет динамики означает, что система целей и значимостей может резко меняться как в связи с развитием техники и самой науки, так и под воздействием внешних обстоятельств (экологическая проблема, энергетический кризис и т. п.) и нуждается в постоянном пересмотре.