

АКАДЕМИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК при ЦК КПСС

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ИНТЕНСИВНЫЙ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ

Часть I

Москва — 1985

А.М. БАЛДИН,
академик АН СССР, директор Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований

ЗНАЧЕНИЕ КРУПНЫХ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ В СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКЕ И ИХ ЭКОНОМИКА

По роду деятельности я — физик-теоретик и экономического образования не имею. Однако когда около 16 лет назад мне пришлось стать директором ускорительного центра, я понял, что без самообразования в области экономики и социологии мне не обойтись.

Я полностью оценил известное высказывание великого физика Макса Планка о том, что он хотел посвятить свою жизнь экономике, но потом понял, что эта наука слишком сложна, и перешел в физики-теоретики.

Задачи современного ускорительного центра многообразны. Получение и обобщение экспериментальных фактов, которые существенно выходят за рамки известных законов природы, — основной путь развития фундаментальных исследований. Однако с развитием науки получение таких 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 измерительные комплексы, автоматические устройства.

Создание крупных исследовательских центров оказалось экономически непосильным для ряда государств, и поэтому возникла необходимость в организации международных исследовательских центров. Это потребовало, в свою очередь, участия в создании установок для физиков-экспериментаторов не только инженеров, рабочих и экономистов, но и специалистов в области международных отношений. Не случайно со-

временные исследовательские центры физиков - ускорители - называют пирамидами нашего времени. Они так же, как и египетские пирамиды, отражают уровень развития не только науки, техники, но и экономики, политики, культуры эпохи. Экономике современного ускорительного центра можно рассматривать и как модель сложной экономической системы со своими внутренними связями, и как подсистему, входящую в большую экономическую систему - государство или группу государств.

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 подразумевает объединение интересов. Как реализуется это объединение? Современный исследовательский центр все больше становится похожим на завод по производству "полуфабрикатов информации". На крупных и дорогих установках получают миллионы фотографий, на которых зафиксированы следы взаимодействий частиц высоких энергий, либо записи результатов на магнитные ленты. Создание таких установок и особенно пучков частиц высоких энергий (создание собственно ускорителей) и требует объединения усилий больших коллективов.

Объединение же интересов состоит в том, что продукт - "полуфабрикаты информации" - распределяется между университетами и НИИ различных стран, объединивших свои усилия и финансовые возможности. Возник даже специальный термин "физика на расстоянии" для обозначения исследований, ведущихся в научных центрах, не имеющих своих ускорителей. В мире имеется всего около 20 ускорительных центров, а научных центров, ведущих исследования по физике высоких энергий, - около 800. Причем большинство физиков - потребителей "полуфабриката информации" из этих 800 центров контактируют всего лишь с 5-6 ускорительными центрами. Таков размах "физики на расстоянии". Для передачи информации по фи-

зике высоких энергий используются уже радио и телефонная сеть, даже спутники связи. Происходит объединение усилий ученых и инженеров капиталистических и социалистических стран. Сейчас имеется опыт совместного создания крупных исследовательских установок физиками и инженерами СССР и США, СССР и Франции, СССР и ЦЕРН (самый современный ускорительный центр, объединяющий более половины всех физиков Западной Европы).

Итак, современный ускорительный центр реализует большие материальные ценности и вовлекает в орбиту своей деятельности многие тысячи людей, интересы которых очень сложно сочетаются. Создаваемые установки должны обеспечивать массовое производство высококачественного "полуфабриката информации", который мог бы полностью удовлетворить интересы всех участников объединенного научного исследования. Поскольку заключение соглашений требует соблюдения интересов целых стран, то организация современных экспериментов является также компетенцией учреждений, отвечающих за государственную политику. Прежде чем создавать прибор большой стоимости, физики должны договориться между собой о том, в каком направлении исследований наиболее вероятно появления экспериментальных фактов, существенно меняющих представления о картине мира, наиболее значимых с точки зрения внутренней логики развития науки. Затем они должны доказать обществу необходимость такого рода информации.

После получения необходимой поддержки встает масса организационных и, по сути дела, экономических вопросов, затем возникают 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 выбора критериев значимости¹, для решения которой используются много-

1. См. Балдин А.М. О проблеме значимости в физике. - Вопросы философии, 1974, № 10, с. 75.

численные теоретико-игровые и информационные концепции ценности, теория принятия решений, экспертные оценки и т.п.

На данном совещании нас интересует в основном функционирование современного ускорительного центра как экономической системы. Решение проблемы оптимального функционирования экономической системы, как я понял в результате знакомства с соответствующей литературой, должно начинаться с точной и ясной формулировки цели. Это позволяет сформулировать критерии полезности, нужности каждого мероприятия, каждого экономического или административного решения. В принципе в дальнейшем эту проблему можно выразить и математически, т.е. сформулировать в многомерном пространстве параметров системы наиболее целесообразную, оптимальную программу ее развития. Так выглядит дело в идеале, в теории, а на практике все оказывается много сложнее.

Исследуемая система является подсистемой, и ее цели должны быть хорошо согласованы с целями и критериями большей системы. Или, проще говоря, цели и интересы ускорительного центра должны быть подчинены народным, государственным целям и интересам и уж во всяком случае им не противоречить. Цели и интересы нашего общества ясно сформулированы марксистско-ленинской экономической теорией. Они не только точны и определены, они чрезвычайно гуманны. Они не противоречат интересам человечества в целом. Однако, как я понял, в частности, из статей академика Н.П.Федоренко, экономистам не удалось сформулировать глобальный, главный критерий полезности экономических решений и мероприятий. Некоторые из них даже считают, что такого критерия быть не может. Они полагают, что полезность можно связать только с интересами определенной группы людей или определенного (например, ныне живущего) поколения. Иногда его заменяют требованием максимального увеличения производительности труда. Но ведь можно резко повысить производительность труда, например, в горнодобывающей промышленности в интересах обеспечения ныне живущих поколений людей

сырьем и лишить ресурсов поколения грядущие. Или: сооружая плотины, мы получаем много дешевой энергии, но искусственные водохранилища поглощают большие пространства плодородной земли или леса. Что важнее? Без критерия полезности мы не знаем, что мы принесем: больше пользы или вреда, сооружая водохранилища, крупный завод, город, повышая или понижая цены на тот или иной продукт.

Отсутствие такого общего критерия ясно ощущается и в организации научных исследований. Некоторые философы утверждают, что всякая истина есть благо, и стремление к истине, к правильному пониманию картины мира должно всемерно поддерживаться. Однако необходимо также позаботиться и о том, чтобы процессы "установления истин" не нанесли непоправимого ущерба окружающей среде, экономике, человеческой личности, международным отношениям, не затормозили бы развитие других направлений большой научной значимости. Наконец, научная истина может попасть в руки милитаристов, расистов или просто гангстерских шаяк и нанести человечеству страшный вред. Итак - истина, но не любой ценой. Но какова цена? Где критерий? Кроме того, необходим разумный баланс требований значимости того или иного научного результата как с точки зрения внутренней логики науки, так и с точки зрения практического применения. Нарушение этого баланса может привести либо к безразличию общества к науке, либо к потере перспектив в фундаментальных исследованиях.

Большей частью экономисты впадают, на мой взгляд, в другую крайность - стараются заменить глобальный критерий большой совокупностью частных критериев, относящихся к отдельным параметрам системы. Но эта практика содержит большую опасность пропустить какой-нибудь важный параметр и при оптимизации нанести по этому параметру большой вред системе. Кроме того, результат экономического исследования большей частью должен формулироваться по двоичной системе: да - нет, строить - не строить, принять решение или отклонить. Говоря языком математики, при этом мы отображаем многомерное про-

странство параметров, характеризующих систему, на пространство, обладающее всего двумя точками (да - нет).

Однако вернемся к экономике ускорительного центра. Как определяется его целевая функция? Каковы критерии его оптимального функционирования? Какую продукцию ожидает государство (большая система) от научного центра (подсистемы)? Главные цели ускорительного центра: 1) получение результатов фундаментального характера; 2) создание условий для исследований возможно большему числу физиков-потребителей. Хотя получение фундаментальных результатов как цель научных исследований понимается широко, тем не менее критерий фундаментальности результата, сформулированный классиками естествознания, часто забывают и называют фундаментальными исследованиями получение экспериментальных фактов, которые в принципе можно получить расчетным, дедуктивным путем, исходя из уже изученных законов природы. Поскольку целью фундаментальных исследований является создание теоретической основы, минимальной системы понятий и утверждений, из которых можно в принципе логическим путем получить все понятия и утверждения фундаментальных наук (картину мира), то фундаментальными экспериментальными исследованиями следует считать получение фактов, которые в принципе лежат вне возможностей их толкования современной теорией. Такие факты в физике за последние 20-30 лет были получены только на ускорителях.

В физике в настоящее время происходит революция, по своим масштабам сравнимая с созданием теории электромагнетизма или теории структуры атома. Имеется в виду разработка принципа локальной калибровочной инвариантности, который позволил объединить электромагнитные и слабые взаимодействия, сформулировать теорию сильных (ядерных) взаимодействий, объяснить структуру таких элементарных частиц, как протон и нейтрон, изменить основные представления об атомном ядре. Этот принцип дал новый подход к основным понятиям и утверждениям физики, например, таким, как понятие простран-

ства, законы сохранения или делимость целого на части.

Получение результата, удовлетворяющего критерий фундаментальности, влияет на государственный престиж (согласие с целями большой системы) и служит основным мерилем научно-технического потенциала, который приобретает значимость экономического и оборонного потенциалов. Именно поэтому все индустриально развитые государства создают ускорительные центры и активно поддерживают фундаментальные исследования. Количественную характеристику критерия фундаментальности дать невозможно, так как истинная значимость фундаментального результата может быть оценена только спустя значительное время. Что касается второй цели (предоставление условий), то для нее существует хороший количественный критерий значимости того или иного решения или мероприятия. В ЦЕРНе 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 ЦЕРНом, — развитием науки и культуры его стран-участниц, подготовкой кадров высшей квалификации. Число активно работающих физиков имеет прямое отношение к уровню преподавания и в то же время является стабильным параметром для данного университета, для данной страны. Последнее очень важно для экономических расчетов и прогнозов. Недостаток количественного критерия очевиден — не учитывает инерцию мышления научных работников и, кроме того, придает одинаковый вес суждениям всех участников сотрудничества, тогда как дар предвидения и интуиция присущи людям далеко не в равной степени. Тем не менее он обладает свойствами оценки потребительской значимости. А потребительская значимость вполне может претендовать на один из главных критериев эффективности экономики в целом.

Как видно из изложенного, цели ускорительных центров хорошо согласуются с широкими интересами (государства, человечества). Кроме того, ясно, что для оценки оптимальности

функционирования центра, прогнозов и планов его развития имеются два очень общих критерия, один из которых количественный и имеющий к тому же характер критерия потребительской значимости продукта труда. Как применяются, реализуются эти критерии в экономике научного центра? Решение о сооружении нового ускорителя или крупной установки принимается исходя прежде всего из прогноза получения фундаментальных результатов. Результат только тогда фундаментальный, когда он получен достоверно и впервые в мире. Тот, кто получил результат вторым, тот получил всего лишь подтверждение. Отсюда возникает требование рекордности параметров установки или как минимум ее конкурентоспособности с аналогичными установками, создаваемыми в мире.

Как используется второй критерий, ясно из сказанного выше. Если прибор оказывается малоперспективным с точки зрения получения на нем фундаментального результата, физики-потребители переходят с него на другие, более перспективные приборы. При этом один из важнейших экономических параметров - годовая стоимость работы одного физика - делается на малоперспективном приборе очень неблагоприятным, а дальнейшая эксплуатация прибора - неэффективной. Работает обратная связь, и принимается решение о прекращении эксплуатации прибора.

Я не имею возможности останавливаться на подцелях, параметрах и критериях более низких уровней. На основе этих критериев более низких уровней строится работа специализированных служб и функциональных подразделений центра. Они в основном детализируют и конкретизируют главные цели и критерии. Даже работа теоретических отделов научных центров оценивается не только по критерию фундаментальности, по привлечению специалистов других учреждений на основе "физики на расстоянии", но и по критерию предсказательной силы получаемых результатов для постановок новых экспериментов и создания базовых установок.

На одном виде деятельности научного центра следует

остановиться особо, так как этот вид деятельности не охватывается упомянутыми основными критериями, но имеет большое экономическое значение. Важно подчеркнуть, что в процессе создания установок и приборов физики высоких энергий в условиях капитализма, т.е. жесткой конкурентной борьбы, создаются принципиально новые технологии, методики, устройства, элементы приборов, которые дают большой экономически оцениваемый выход в технику и смежные области науки.

Среди результатов подобного рода, явившихся заметным вкладом в прогресс, такие, как: программное обеспечение больших ЭЕМ (стоимость которого значительно выше стоимости самих ЭЕМ), создание методики работы ЭЕМ "в линию", модульная электроника "КАМАК", а теперь и "ФАСТБАС", координатные детекторы ионизирующих излучений, связанные с ЭЕМ (нашедшие широкое применение в микробиологии, медицине, кристаллографии и др.). Особо следует отметить крупные объекты технической сверхпроводимости и автоматизированные криогенные устройства. Побочным результатом исследований с пучками многозарядных ионов стали ядерные фильтры Флерова, дающие большой народнохозяйственный эффект. Этот перечень можно продолжить. Существует даже мнение, что так называемых побочных выходов фундаментальных наук больше, чем целенаправленных прикладных исследований. Последнее связано с тем, что цели деятельности учреждений, занимающихся прикладными исследованиями, ставятся по необходимости очень узко. Эти цели довольно быстро достигаются, после чего учреждение теряет перспективу. У него возникают свои собственные интересы, которые обеспечиваются самооценкой экономической эффективности, часто далекой от реальности.

В капиталистических странах некоторые научные центры используют прикладные разработки для увеличения своего бюджета, занимаясь чем-то вроде торговли. Другие ограничиваются патентованием изобретений. В Японии, например, бюджет ускорительного центра строго определяется государством, и все поступления от частных фирм, использующих возможности

ускорительного центра (например, пучки синхротронного излучения для фирм электронной промышленности), направляются в государственный бюджет. ЦЕРН не занимается ни патентованием, ни зарабатыванием денег. Однако фирмы, выполняющие заказы ЦЕРНа, имеют от реализации черновских разработок большой доход. В частности, ими подсчитано, что только за счет этих доходов ЦЕРН себя полностью окупил.

Японии, как известно, именно высокий научно-технический потенциал позволил в кратчайшие сроки восстановить и развить экономику, разрушенную войной. Однако если в восстановительный период промышленность Японии развивалась на основе покупки лицензий, то позднее руководители государства поняли, что дальнейший прогресс невозможен без создания крупных центров фундаментальной науки и в первую очередь ускорительных центров.

Таким образом, вклад ускорительных центров в научно-технический потенциал государства хотя и трудно прогнозировать и оценивать, тем не менее можно уверенно сказать, что он существен. Наши ускорительные центры работают в хорошем соответствии с мыслью, высказанной на XXVI съезде КПСС: наука должна быть постоянным "возмутителем спокойствия", показывая, на каких участках наметились застой и отставание, где современный уровень знаний дает возможность двигаться быстрее, успешнее. Надо продумать, как превратить эту работу в неотъемлемую часть механизма управления.