

Председательствующий:

Слово предоставляется т.БАЛДИНУ А.М. - директору Лаборатории высоких энергий Института. Тема его доклада "Проблема значимости в современной физике и экономика научного центра".

Проблемы значимости в естествознании, проблемы сравнительно ценностного анализа важности тех или иных научных исследований и направлений занимают в философской литературе одно из центральных мест. Актуальность исследования ценностных аспектов науки в большой степени обусловлена потребностями практики планирования, организации и прогнозирования научной деятельности, потребностями, связанными с экологическим кризисом^{ис} и бурным ростом объема научной информации. Большое значение имеет также резкое изменение за последние 20-30 лет характера научной деятельности. Существенны и изменения в понимании роли научно-технического потенциала в жизни общества.

По роду деятельности я — физик-теоретик и экономическим образованием не обладаю. Однако, когда около 16 лет тому 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.

Организация современного ускорительного центра сложна и многообразна. Получение и обобщение экспериментальных фактов, которые существенно выходят за рамки установленных законов природы — основной путь развития фундаментальных наук. Однако с развитием науки получение таких фактов становится всё 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. Необходимо участие промышленных предприятий.

Создание крупных исследовательских центров оказалось экономически 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 также как и египетские пирамиды отражают уровень развития не только науки и техники, но 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.

Неслучайно Председатель Совета Министров СССР Н.А.Тихонов недавно говорил о том, что Дубна как международный центр социальных стран могла бы служить моделью для других организаций, а не только для учреждений ядерной физики.

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 всё 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. Причём большинство физиков-потребителей "полуфабриката" информации из этих 800 центров базируется всего лишь на 5-6 ускорительных центрах. Отсюда ясен размах "физики на расстоянии". Для передачи информации по физике высоких энергий используют уже радио и телефонную сеть, и 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. Последний представляет собой 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 сложны^о считаются. Создаваемые установки должны обеспечивать массовое производство высококачественного "полуфабриката информации" который мог бы полностью удовлетворить интересы всех участников объединённого 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 появление экспериментальных фактов, существенно меняющих представления о картине мира, наиболее значимых с точки зрения внутренней логики развития науки. Затем они должны доказать обществу необходимость такого сорта информации.

После получения необходимой поддержки встает масса организационных и по сути дела экономических 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, ^{нрав} пространственный, психологический. Наиболее важной является проблема критериев значимости* и методика выбора между возможными вариантами, для решения которой используются многочисленные теоретико-игровые и информационные концепции ценности, теория принятия решений, экспертные оценки и т.п.

Трудно назвать такую область человеческой деятельности, которая не была бы существенна в работе ускорительного центра. Но есть и такие области науки и техники, каких в других местах просто нет.

Например, самые современные проблемы квантовой теории поля, ультрасовременная техника, включающая магнитные поля и сверхглубокий вакуум, протяженностью во много километров. Уровень технической сверхпроводимости в ускорительной технике много выше чем в любой другой области науки и техники. О побочных выходах физики высоких энергий, имеющих прикладную экономически оцениваемую значимость ^{рез} будет ниже.

На данном совещании нас интересует в основном функционирование современного ускорительного центра как экономической системы и чем может быть полезен (говоря модным языком) этот экономический эксперимент. Решение проблемы оптимального функционирования экономической системы, как я понял в результате знакомства с соответствующей литературой и в результате практической деятельности должно начинаться с точной и ясной формулировки цели. Такая формулировка по-

* См. Балдин А.М. "О проблеме значимости в физике". Вопросы философии № 10, 1974, стр.75

звонят затем сформулировать критерии полезности, нужности каждого мероприятия каждого экономического или административного решения. В принципе в дальнейшем эту проблему можно сформулировать и математически: записать некоторые уравнения и неравенства и более или менее строго сформулировать в многомерном пространстве параметров системы наиболее целесообразную, оптимальную программу её развития. Так выглядит дело в идеале, в теории, а на практике всё оказывается много сложнее.

Исследуемая система является подсистемой и её цели должны быть хорошо согласованы с целями и критериями большой 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 Федоренко Н.П., экономистам не удалось сформулировать глобальный, главный критерий полезности экономических решений и мероприятий. Некоторые экономисты даже считают, что такого критерия ^{быть не может, они полагают, что полезность можно считать 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 ныне живущих поколений людей ~~и сырьем~~ и лишить ресурсов поколения грядущие. Или: сооружая плотины, мы получаем много дешевой энергии, но искусственные водохранилища поглощают большие пространства плодородно^н земли или леса. Что важнее? Без критерия полезности мы не знаем, что мы принесём больше пользы или вреда, сооружая водохра-

нилица, 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 "выяснение истины" не нанесло непоправимый ущерб окружающей среде, экономике, человеческой личности, международным отношениям, не затормозило бы развитие других направлений большой научной значимости. Наконец, продукт "поисков истины" может попасть в руки милитаристов, расистов или просто гангстерских шаяк и нанести человечеству страшный вред. Итак — истина, но не любой ценой. Но каков^а/цена? Где критерий? Кроме того необходим разумный баланс требований значимости того или иного научного результата с точки зрения как внутренней логики науки, так и с точки зрения практических приложений. Нарушение этого баланса может привести либо к безразличию общества к науке, либо к потере перспективы в фундаментальных исследованиях.

Большой частью экономисты впадают в другую крайность — стараются заменить глобальный критерий большой совокупностью частных критериев, относящихся к отдельным параметрам системы. Но эта практика содержит большую опасность пропустить^к 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, принимать решение или отклонить. Говоря языком математики при этом мы отображаем многомерное пространство параметров, характеризующих систему на пространство обладающее

всего двумя точками (да - нет). Но существуют очень общие утверждения о таких отображениях: в ответе получается вероятностное суждение 50%-за и 50% - против (типа орёл - решка). Этот результат нам знаком и из подведения итогов соревнования между подразделениями: чем по больш^ему числу независимых параметров мы оцениваем деятельность сопоставимых подразделений, тем (в среднем) меньше разрыв в суммарном числе баллов между подразделениями. Размышляя над этими проблемами, я понял, что экономика не только слишком трудна, но и как наука находится в процессе становления её основ. Её методы, выводы и рекомендации нужно принимать крайне осторожно. В этом заключении меня особенно убедила книга Дж. фон Неймана и О.Моргенштерна "Теория игр и экономическое поведение". Один из крупнейших математиков первой половины XX века фон Нейман около 20 лет развивал эту тему, ничего не публикуя около 15 лет. Книга подводит итоги этой важной многолетней и очень продуктивной деятельности, тем не менее в ней встречаются утверждения типа: "Эти проблемы имеют в своей основе попытки точного описания стремления индивидуума к извлечению максимальной пользы... Общеизвестно, сколь значительны - а фактически и непреодолимы - встречающиеся на пути решения этой задачи трудности" "...в настоящее время в экономической теории не существует универсальной системы и если она и будет создана, то едва ли это произойдет в ближайшее время". Таким образом рекомендации экономистов и решения администраторов довольно легкий объект для критики, поскольку они всегда принимаются на ограниченном подпространстве параметров системы и любое расширение этого подпространства показывает слабость рекомендации или ^{не} оптимальность решения. Однако это не должно вызывать пессимизма ибо пессимизм всегда являлся признанием бездарности, признаком отсутствия идей. Надо просто отдавать себе отчет в ограниченности

постановки задачи для любой оптимизации, отчёт в том, что решения принимаются в условиях значительной неопределенности. Особенно, когда решения обусловлены долгосрочным прогнозом.

Вернемся к экономике ускорительного центра. Как определяется его целевая функция? Каковы критерии значимости, определяющие его оптимальное функционирование? Какую продукцию ожидает государство (большая система) от научного центра (подсистемы)? Главные цели ускорительного центра формулируются следующим образом: (1) получение результатов фундаментального характера, существенно влияющих на создание теории. (2) Предоставление условий для исследований возможно большему числу физиков-потребителей. Хотя получение фундаментальных результатов как цель научных исследований широко понимается, тем не менее критерий фундаментальности результата, сформулированный классиками естествознания часто забывают и называют фундаментальными исследованиями получение экспериментальных фактов, которые в принципе можно получить расчётным, дедуктивным путём, исходя из хорошо установленных законов природы. Поскольку целью фундаментальных исследований является создание теоретической основы, минимальной системы понятий и утверждений, из которых можно в принципе логическим путём 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, рассчитанных на высокие энергии. 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 фундаментальных частиц как протон или нейтрон, ^и применить основные представления об атомном ядре. Этот принцип дал новый подход к основным понятиям и утверждениям физики, например, таким как понятие пространства, законы сохранения или делимость целого на части.

Получение результата, удовлетворяющего критерию фундаментальности, влияет на государственный престиж ^{согласно с целями} (связанное с) большой системой) и служит основным мериллом научно-технического потенциала страны 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. ^(при предоставлении условий) Что касается второй цели, то для неё 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, подготовку 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 расчётов и прогнозов. Недостаточность этого критерия очевидна - он не учитывает инерцию мышления научных работников и кроме того он придаёт одинаковый вес

суждениям всех участников сотрудничества, тогда как дар предвидения и интуиция присущи людям далеко не ^вравной степени. Тем не менее он обладает свойствами оценки потребительской значимости. А потребительская значимость вполне может претендовать на один из главных критериев оценки продукта труда и экономики в целом.

Не случайно в нашей печати появляется много статей, призывающих полнее учитывать в ценообразовании потребительскую стоимость, спрос. Ведь еще А.И.Крылов говорил: "Как хочешь ты трудись, но приобрести не льстись не благодарности на славы, коль нет в твоих трудах ни проку, ни забавы".

Как видно из изложенного, цели ускорительных центров хорошо согласуются с более 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 вторым 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 мало перспективным с точки зрения получения на нём 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 не благоприятный, а дальнейшая эксплуатация прибора не эффективной. Работает обратная связь и принимается решение о прекращении^{ии} 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 критериями, но имеет большое экономическое значение. Важно подчеркнуть, что в процессе создания установок и приборов физики высоких энергий в условиях 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 можно напомнить: программное обеспечение больших ЭВМ (стоимость которого значительно выше стоимости самих ЭВМ), методику работы ЭВМ "в линию", модульную электронику "КАМАК", а теперь и "ФАСТБАС". Координатные детекторы ионизирующих излучений, связанные с ЭВМ (нашедших важнейшие применения в микробиологии, медицине,

кристаллографии и др.). Особо следует отметить крупные объекты технической сверхпроводимости и автоматизированные криогенные устройства. Побочным результатом исследований с пучками многозарядных ионов являются ядерные фильтры Флёрва, дающие большой народно-хозяйственный эффект. Этот перечень можно продолжить. Существует даже мнение, что так называемые побочные выходы фундаментальных наук дают больше, чем целенаправленные прикладные исследования. 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 обеспечивают ^{ся} самооценкой экономической эффективности, часто далёкой от реальности. К прикладным исследованиям в центрах для фундаментальных исследований с целями, определенными выше, относятся по-разному. Некоторые учреждения используют прикладные разработки для увеличения своего бюджета, занимаясь чем-то вроде торговли. Другие - ограничиваются патентованием изобретений.

В некоторых странах (например, Япония) бюджет ускорительного центра строго определяется государством и все поступления от частных фирм, использующих возможности ускорительного центра (например, пучки синхротронного излучения для фирм электронной промышленности) поступают в государственный бюджет.

ЦЕРН не занимается ни патентованием ни зарабатыванием денег. Однако фирмы, выполняющие заказы ЦЕРНа, имеют от реализации ЦЕРНовских разработок большой доход. В частности, ими подсчитано, что только за счёт ^{ЦЕРН} этих доходов себя полностью окупил.

Очень интересна таблица полезностей, составленная на основе интервью с представителями 130 фирм, обслуживающих ЦЕРН по отдель-

ным разделам новой техники. Поскольку я не уверен, что существуют точные аналоги перевода на русский язык термина *utility/sale* я сохранил этот термин в приводимой ниже таблице.

	<i>utility/sale</i>
Криогеника и сверхпроводимость	1,7
Электроника	4,8
Электротехника I (магниты, энерго-снабжение, охлаждающее оборудование).	2,2
Электротехника II (кабели, высоко-частотное оборудование и т.п.)	
Компьютеры	17,3
Точная механика ^д (электромеханика)	31,6
Сталь	7,3
Вакуумное оборудование	3,2

Важно отметить, что около 80% этой ^{в 3х} полезности имеет своим происхождением рынок вне физики высоких энергий и вне ядерной физики, например, железно-дорожный транспорт, кораблестроение, выработка и передача энергии, холодильное дело и т.д. От 877 млн. швейцарских франков, израсходованных ЦЕРНом в Европейской промышленности из его полного бюджета 3500 млн. швейцарских франков (1955-1973 гг.) получена полезность 5000 млн. швейцарских франков.

У меня была очень интересная беседа с членом правительства Японии, который не задолго до создания японского ускорительного центра знакомился с ускорительными центрами Советского Союза. Японии, как известно, именно высокий научно-технический потенциал позволил в кратчайшие сроки восстановить и развить экономику, полностью разрушенную войной. Однако, если в восстановительный период про-

мышленность 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. Министр, в частности, отметил, что с помощью научно-технического потенциала создать экономический потенциал, как видим, можно. Однако на основе только экономического потенциала создать научный очень трудно, и привёл в качестве примера необычайно богатые арабские страны, которые пытаются это сделать.

Таким образом вклад ускорительных центров в научно-технический потенциал государств хотя и трудно спрогнозировать и оценить точно, тем не менее можно уверенно сказать, что он существенен. Наши ускорительные центры работают в хорошем соответствии с мыслью, высказанной в материалах XXVI съезда КПСС:

"Наука должна быть постоянным "возмутителем спокойствия" показывая на ^{каких} наших участках наметились застой и отставание, где современный уровень знаний даёт возможность двигаться быстрее, успешней. Надо продумать, как превратить эту работу в неотъемлемую часть механизма управления".

С. В. Аудиин
15/11/85