

УДК 167; 539.125:94; 316.33:001

DOI:

10.15372/PS20180406

В.С. Пронских

**СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА
ПРОТО-МЕГАСАЙЕНС КАК ЗОНЫ ОБМЕНА:
СОЦИАЛЬНО-ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ¹**

В настоящей работе в рамках концепции зон обмена изучена социальная история прото-мегасайенс, т.е. раннего этапа развития мегасайенс – совместных ускорительных экспериментов СССР и США в физике высоких энергий на сверхзвуковой газовой мишени по проверке теории Редже, проводившихся в 1970-х годах в NAL близ Чикаго. К экспериментам прото-мегасайенс мы относим эксперименты, которые по масштабам еще не достигают развитой мегасайенс, но уже обладают ее отличительными чертами, такими как особая роль политических и институциональных компонентов и ослабление роли эпистемических критериев завершения экспериментов. Представление об эксперименте как единстве социально-политических, материально-технических и научно-теоретических составляющих позволило рассматривать его как зону обмена и применить при анализе обобщенную модель зон обмена Галисона и Коллинза. В работе показано, что на историко-архивном материале возможно проследить изменения структуры эксперимента и его эволюцию от принудительного типа к фракционированному и далее к межязыковому, однако отмечено, что последний в модели переход к субверсивному типу отсутствует ввиду вытеснения в научном сообществе теории Редже кварковой моделью. Это демонстрирует применимость обобщенной модели и допустимость рассмотрения эксперимента как зоны обмена. Также отмечено, что переход к прото-мегасайенс произошел без изменения объекта исследований, что указывает на ведущую роль развития сообществ в возникновении мегасайенс.

Ключевые слова: эксперимент; мегасайенс; зоны обмена; физика высоких энергий; социальная история; ОИЯИ; NAL; обобщенная модель

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-011-00046.

V.S.Pronskikh

STRUCTURE AND EVOLUTION OF PROTO-MEGASCIENCE EXPERIMENTS AS TRADING ZONES: THE SOCIAL-HISTORICAL DIMENSION

The social history of the proto-megascience experiments (an early stage of megascience) is studied in the framework of the generalized trading zone model through the example of the joint US-USSR accelerator-based experiments that tested the Regge theory with a supersonic gas-jet target at NAL near Chicago in 1970s. We attribute to proto-megascience the experiments that do not yet reach the scale of the developed megascience and, nevertheless, reveal certain its characteristic traits, such as a special role of political and institutional components as well as an alleviated role of the epistemic criteria for ending of experiments. The representation of experiment as a unity of sociopolitical, material, and theoretical components enables to consider it as a trading zone and apply to its analysis Galison's and Collins's generalized model of trading zones. Historical and archival materials allow to trace the changes in the structure of experiments and its evolution from coercive through fractionated to interlanguage, however, it is remarked that the last in the model transition to the subversive type is absent in the experiments analyzed due to the displacement of the Regge theory by the quark model in the scientific community. The applicability of the generalized model to the experiments supports the view that the consideration of the experiments as the trading zone is plausible. It is also noted that the absence of any changes in the object of study in the course of transition to proto-megascience points to community development as the driving force in the emergence of megascience.

Keywords: experiment, megascience, trading zones, high-energy physics, social history, JINR, NAL, generalized model, ending of experiments

Особенности и проблемы мегасайенс

Несмотря на то, что упоминания термина «мегасайенс» применительно к большой науке встречаются в зарубежной литературе начиная с 1990х годов, впервые развернутое определение мегасайенс² как такого типа экспериментальной большой науки (преимуще-

² В философской литературе на русском языке употреблялся близкий по звучанию термин «меганаука», под которым понимались «наиболее фундаментальные проблемы строения и эволюции Вселенной, природы элементарных частиц, сущности жизни» [11] или междисциплинарная наука «от кварков до квазаров и черных дыр, включающая в свое содержание натуралистику, гуманитаристику и компьютеристику» [1]. В нашем подходе используется наиболее распространенное в современной литературе определение [29], которое подразумевает не объединение всех наук, а напротив, эпистемическую разобщенность. Приставка «мега» относится к масштабам

ственно физики высоких энергий) больших объемов финансирования, установок, коллективов и длительности, в которой исследования превращаются в традиции, теряя эпистемические критерии завершения исследований, было предложено [29]. В работе термин был введен на основе результатов многолетних усилий авторов по изучению богатого историко-архивного материала Национальной Ускорительной Лаборатории им. Э. Ферми. Такое понимание мегасайенс является наиболее распространенным в зарубежной литературе и принято за основное в настоящем исследовании.

В [15] в ходе критического анализа материала [29] было выявлено, что при формировании цепочек экспериментов мегасайенс в научном сообществе нарастает разобщенность, связанная с разделением сообществ пограничными объектами, обмен которыми начинает опосредовать и подменять познавательные практики. Появление граничных объектов превращает часть научного сообщества мегасайенс, отделяемую от теории явления пограничными объектами, в неэпистемическую в отношении этой теории. В результате научное сообщество мегасайенс начинает стратифицироваться на более и менее эпистемически привилегированные группы в зависимости от доступа либо к определенным знаниям практикам (теориям высокого уровня), либо к эпистемическим ресурсам (таким, как данные), что создает ситуацию эпистемического неравенства. Особая роль ресурсов в мегасайенс позволяет рассматривать мегасайенс и как экономическую инновацию. В [6] мегасайенс (меганаука, понимаемая как локально централизованная сеть материальных при глобальной распределенности интеллектуальных ресурсов) рассматривается как форма сетевой организации и анализируется как организационно-управленческая инновация при помощи аппарата кооперационных сетей и когнитивного картирования. Как отмечается, при особой организации такой сети «появляется возможность вернуться к идеалу классической науки, в которой, наряду с научными учреждениями и коллективами, центральную роль играли ученые» [6, с.15]. На фундаментальное противоречие с идеалом классической науки, которое возникло в мегасайенс как противоречие между устремлениями индивидуального разума в поисках исти-

приборов и коллективов, которые превосходят индивидуальные человеческие возможности.

ны и неизбежностью командных усилий с присущими им разделением труда и иерархиями как отличительной чертой этого типа организации науки, обращали внимание [29], и разрешение этого противоречия организационными мерами хотя и является сложной задачей, могло бы послужить ориентиром на пути снятия проблем развития мегасайенс.

На необходимость организационных инноваций указывается и в [3, с.55], где неэффективность и нарастание роли социальных детерминант в науке связываются с тем, что традиционный способ ее организации (Mode 1) себя исчерпал, и отмечается, что в результате кардинальных изменений этоса и онтоса большой науки ученый все больше превращается в служащего «структуры армейско-корпоративного типа». Еще более пессимистичная точка зрения на роль мегасайенс предлагается в [5], где утверждается, что утрата учеными целостного мировосприятия ввиду разобщенности, а также вызванная этим ограниченность их познавательных перспектив дисциплинарными границами и картинами мира способствует повсеместному распространению псевдонауки. Рассматривая механизмы эволюции эпистемологических стандартов по мере роста масштабов научных исследований [19] указывает, что изменения стандартов, а именно выход на передний план статистических критериев и рост роли и многообразия форм теоретической нагруженности экспериментов мегасайенс (нейтринных, БАК, гравитационных), связаны, в первую очередь, с изменением природы самого объекта исследований, а социальные преобразования сообщества отнесены ко вторичным факторам.

Социальные изменения оказываются отличительной чертой современного этапа развития мегасайенс, в связи с чем [20, с.78] относит «распределение эпистемологического труда и эпистемологической ответственности» к особенностям современной научной эпистемологии. Еще одно противоречие, вызываемое к жизни разрастанием коллективов экспериментаторов мегасайенс до многих тысяч человек, – противоречие между непостоянством и распределенностью знания по нестабильным, гетерогенным и изменчивым во времени и пространстве коллективам-коллаборациям физиков и необходимостью локализовать авторство утверждений, приписав его некоторой группе участников эксперимента [2]. Подобное противоречие может свидетельствовать о том, что индивид приближается в экспериментальной физике высоких энергий к ограничениям

этого способа познания [16]. Как отмечается в [17], процессы, связанные с развитием мегасайенс, бросают вызов «эпистемологии присутствия» и «образу бесстрастного познающего субъекта как «чистого зеркала природы»».

Несколько иной взгляд на причины того, почему наука превращается в большую науку и начинает заниматься мегапроектами, предлагается в [8], где эти процессы связываются с тем, что наука превращается в полноценный социальный институт, «начиная динамично взаимодействовать с образованием, бизнесом, политикой, СМИ». Тот факт, что создание научных мегаустановок (не только Большого адронного коллайдера, но и суперкомпьютеров, супермикроскопов и телескопов, суперлазеров) рассматривается в качестве условия ускорения научно-технического прогресса, создает, согласно [7], видимость возврата к преднаучной коммуникации. Однако, как утверждается в [7], на самом деле имеет место развитие самих человеческих сообществ, а развитие собственно мегаустановок при этом, хотя и является важным фактором, но вовсе не единственным. Развитие мегасайенс, основанной на использовании мегаустановок, оказывается одним из элементов развития сообществ, в связи с чем внимание к социальному аспекту познавательных практик мегасайенс оказывается особенно важным.

При детальном анализе истории экспериментов с дифракционным рассеянием протонов, которая является центральной темой данной работы, обнаруживается, что мегапроект и мегаустановка необязательно являются необходимым условием развития мегасайенс, примером чего может служить прото-мегасайенс. Прото-мегасайенс была определена [32] как такой тип мегасайенс (переходный между большой наукой 1930-х-1940-х и мегасайенс конца XX в.), в котором размеры коллективов и приборов, стоимость и длительность экспериментов еще не превышали таковых первой половины XX в., но тем не менее в ней уже обнаруживались важные черты, отличающие мегасайенс от большой науки прошлого. Во-первых, эпистемологические критерии окончания экспериментов отошли на второй план; вместо этого экспериментальные программы стали прекращаться в результате исчерпания ресурса, сопровождающегося потерей интереса в сообществе. Во-вторых, при организации и проведении экспериментов ведущую роль стала играть политика, причем, в отличие от большой науки предшествующего периода (атомный проект), политика стала играть не разъединяющую,

а объединяющую роль, приводя вместо обострения конфронтации к возникновению международных научных коллабораций. В-третьих, коллективы экспериментаторов становились культурно гетерогенными (по причине как их международной, так и разделения труда) и глобально пространственно распределенными. При этом они оставались локально координируемыми. В таком понимании определение экспериментов мегасайенс (и прото-мегасайенс) перекликается и с понятием технонауки как единства науки, технологий, политики и финансов (взятого вместе с их предпосылками, такими, как идеология, общественная мораль и образование) [13].

Особая роль социальных процессов в познавательных практиках мегасайенс, разделение и культурные различия сообществ, а также сложность обмена знаниями между ними требуют уделить внимание механизмам обмена. В качестве возможного способа описания процессов межкультурного взаимодействия в науке широко используется концепция зон обмена [25], которая в последние годы нашла свое достойное место в философской и социологической литературе на русском языке.

Российская перспектива исследований зон обмена

Подробное обсуждение механизмов обмена знаниями и продуктами познавательного труда между сообществами мегасайенс было начато в российской философской литературе сравнительно недавно. Предыстория возникновения научной лаборатории в ходе развития «коммуникативно-междисциплинарных зон трансфера знания», которые выполняли посредническую функцию между средневековым университетом и академиями наук Нового времени, рассматривается в [7]. Взгляд на механизмы обмена обсуждается в [15], где рассматриваются как эпистемологические, так и этические импликации ограничений обмена знаниями между сообществами в научных экспериментах, которые отнесены к разновидности зон обмена. В [18] зоны обмена Галисона анализируются с целью понять, что обуславливает возможность установления локальной координативности в этих зонах без необходимости перевода на универсальный язык, и делается вывод, что понимание является следствием «локальных коллективных практик», то есть совместной человеческой деятельности. Необходимость конструирования междисциплинарных и трансдисциплинарных зон обмена в российских услови-

ях связывается с тем, что, с одной стороны, общество остро нуждается в квалифицированных инженерно-технических кадрах, а с другой, требующаяся для решения задачи воспроизводства кадров интеграция науки в общество осложнена разрывом между наукой и обществом [9]. Таким образом, акцент смещается с внутринаучных зон обмена на внешние, которые должны возникнуть между наукой и обществом.

Усложнение концептуального аппарата конкретных наук и развитие большой науки и мегасайенс требуют особых усилий для преодоления разобщенности и привлечения новых сил в науку и технологии. При конструировании зон обмена, отмечается в [10], медиаторную и конструктивистскую функцию выполняет эпистемология, она же осуществляет понимание способов их формирования и функционирования. Зона обмена понимается как единство «интеллектуальных, материальных и социальных компонентов, образующих «территорию коммуникации» для совместной деятельности по созданию новых творческих продуктов» [10, с.34], что, с одной стороны, является расширением галисоновского определения зон обмена как мест, где происходит коммуникация, а с другой, вполне согласуется с нашим пониманием научного эксперимента как зоны обмена [14; 15].

К отдельным типам зон обмена [4] предлагается относить такие, в которых из двух взаимодействующих сторон (культур) одна либо проявляет пассивность (отдельные студенты в вузах, особенно при изучении непрофильных предметов), либо активно противодействует коммуникации (например, при попытках контакта носителей научного мировоззрения с представителями альтернативных познавательных практик). Вопрос об отношении таких взаимодействий к зонам обмена мы обсудим в следующем параграфе, где рассмотрим характеристики и применение обобщенной модели зон обмена.

Обобщенная модель зон обмена

Универсальная обобщенная модель зон обмена, описывающая их структуру и эволюцию, была предложена недавно Г.Коллинзом, Р.Эвансом и М.Горманом (КЭГ). Авторы модели указывают, что они определяют «в качестве зон обмена такие места, в которых сообщества с глубокими проблемами в коммуникации могут вступать в коммуникацию. В тех случаях, когда нет проблемы

коммуникации, имеет место просто обмен, а не зоны обмена» [28]. Однако, обсуждая примеры различных типов зон обмена, авторы выходят за рамки своего определения зон обмена как «мест» и неявно используют определение, близкое к [10], в частности относя к зонам обмена научный проект. В обобщенной модели авторы рассматривают таксономию зон обмена по двум осям: коллаборативность-коэрцитивность и гомогенность-гетерогенность. Зоны обмена, соответственно, в этой модели могут быть четырех основных типов, в зависимости от положения на этих осях: гетерогенно-коэрцитивные, гетерогенно-коллаборативные, гомогенно-коллаборативные и гомогенно-коэрцитивные. Каждому такому сочетанию осей соответствуют некоторые идеальные типы зон. Обобщенная модель предусматривает и эволюцию зон обмена от гетерогенных к гомогенным, начиная с коэрцитивных, где принуждение служит для инициирования зоны, и заканчивая также коэрцитивными, в которых зона использует принуждение для распространения собственных образцов.

Наиболее ярким примером *гетерогенно-коэрцитивных (или принудительных) зон*, в представлении КЭГ, может служить рабство: рабы-гребцы на римских галерах были существенно культурно различны с римлянами и выполняли свою работу за воду и пищу под угрозой физического наказания. Такой тип обмена требовал только комбинации поощрения и наказания для своей реализации. Близкими по масштабу культурных различий и механизмам взаимодействия могут являться отношения между научным сообществом и обывателями, а также любые ситуации коммуникации, когда одна группа не допускает распространения своего языка за пределы сообщества (например, физики-теоретики по отношению к экспериментаторам [24]). При этом вторая (подчиненная) группа может также не стремиться изучить язык доминирующей группы и ознакомить ее со своим языком. Такие зоны обмена возникают в модели первыми. В науке к первому типу можно отнести, например, начальный этап создания междисциплинарной коллаборации: для развития нанонауки факультеты собирают химиков, биологов, инженеров, использующих различные языки, и принуждают их к сотрудничеству при помощи институциональных инструментов. В случае успеха результатом подобного гетерогенно-коэрцитивного сотрудничества может явиться заявка на совместный проект или грант. Ситуации обмена, описанные в [4], на наш взгляд, согласуются с гетерогенно-коэрцитивным типом зон в том случае, если установить

полноценный самоподдерживающийся обмен не удастся. Например, при недостатке мотивации студентов к изучению непрофильного предмета в случае, если институционального принуждения недостаточно, такая ситуация закончится отсутствием взаимопонимания между преподавателем и студентом, не разовьется и не перейдет в следующий тип. В таком случае можно считать, что зона обмена остановилась в своем развитии в первом, гетерогенно-коэрцитивном типе. Если же одна из сторон уклонилась от коммуникации (как при попытках контакта официальной науки с альтернативной), то взаимодействия не произошло и зона не возникла вообще.

В случае успеха на следующем этапе, согласно обобщенной модели зон обмена, зона может стать *гетерогенно-коллаборационной* (или *фракционированной*). В зоне второго типа могут происходить следующие изменения: во-первых, изменяется топология зоны, поскольку изначально находившиеся в разных отделах или кафедрах специалисты перемещаются в одну (или соседние) лаборатории, где их взаимодействие становится более интенсивным; во-вторых, на смену институциональному принуждению приходят общие интересы и разделяемая всеми участниками цель по созданию определенной технологии (или получению определенного знания) и возникает сотрудничество (коллаборация). Однако дисциплинарные языки на этом этапе остаются различными, поэтому реализуется два основных механизма взаимодействия между дисциплинарными культурами.

Первый способ взаимодействия, связанный с материальной культурой, основан на использовании так называемых «пограничных объектов». Пограничными объектами (см.: [33]) называют объекты, которым в разных культурах придается разный смысл в силу их глобальных различий, но при этом оказывается возможной локальная координация их действий по поводу обращения с этими объектами. В качестве одного их примеров подобных пограничных объектов [28] приводят карты Калифорнии, составленные представителями разных наук: специалисты по охране природы и помогавшие им любители природы составили карты мест для кемпинга и троп на территории штата, а биологи составили карты, раскрашенные различными цветами, репрезентирующими зоны обитания различных биовидов. При этом одни и те же использованные обеими группами контурные карты штата с обозначенными на них геополитическими границами позволяли им как договориться о том, что обе

карты относятся к штату Калифорния, так и использовать стандартизованные процедуры для записи и сопоставления информации. В описываемом примере Калифорния выступала в роли пограничного объекта, а, как отмечали авторы, пограничные объекты в сочетании со стандартизованными процедурами функционируют как креольский язык (креол). В контексте междисциплинарного научного проекта в качестве пограничных объектов могут выступать изделия и технологии, разрабатываемые полидисциплинарными коллективами.

В начале совместного проекта группы вовлеченных специалистов лишь локально координируют свои действия в связи с совместным созданием или использованием некоторого изделия или технологии-пограничного объекта, однако по мере углубления взаимодействия они частично становятся способны овладеть языками друг друга, приобретая *интеракционную компетентность* в языках друг друга. Интеракционная компетентность служит вторым механизмом взаимодействия сообществ во фракционированных зонах обмена (второго типа) и может быть определена как частичное овладение профессиональным языком другого сообщества, на уровне, достаточном для полноценной коммуникации с использованием нового языка в некотором контексте. В качестве примера интеракционной компетентности нередко приводят описанную Г. Коллинзом [23] способность социологов, изучавших сообщество физиков-гравитационщиков, отвечать на вопросы о гравитационных волнах, составленные также физиками-гравитационщиками, таким образом, что представители гравитационного сообщества не могли отличить ответы, данные социологом, от ответов специалистов-физиков. На наш взгляд, в том случае, если ситуация обучения студента в вузе переходит в этот тип, то тот становится интеракционным экспертом в некотором предмете, например, студент-инженер приобретает способность отвечать на вопросы курса по истории философии, не становясь при этом историком философии в полном смысле этого слова, способным осуществлять философскую рефлексию и квалифицированно работать с источниками.

Согласно КЭГ, в случае междисциплинарных проектов, коллективы которых составлены из ученых разных специальностей, коммуникация в зоне второго типа может начинаться с приобретения интеракционной компетентности в языках друг друга и по мере развития проекта приводить к созданию жаргонов (особых терми-

нов, понятных всем участникам), затем пиджинов (упрощенных языков, созданных из смеси элементов двух активных языков), а затем и полноценных креолов (полноценных научных языков), переводя зону в третий тип. Можно предположить, что курс истории и философии науки для студентов естественнонаучных и технических специальностей может развиваться в креол, например, за счет того, что использование оригинальных текстов классиков при таком обучении минимизировано, вместо этого предлагается к освоению некоторый нарратив-интерпретация, а язык курса будет содержать множество элементов языков конкретных наук. В результате этих процессов культура постепенно становится более гомогенной (то есть все участники осваивают одни и те же упрощенные языки) и зона переходит в третий тип.

Следующий, третий тип зон обмена КЭГ назвали *межъязыковым*, или *гомогенно-коллаборационным*. Межъязыковой характер зон обмена третьего типа проявляется в том, что в результате совместной практики, сопровождающейся развитием интеракционной компетентности, развивается новая научная дисциплина, которая может быть уподоблена полноценному креолу, возникшему из взаимодействия двух или нескольких культур-дисциплин. Примерами могут служить нанонаука, биохимия, феноменология элементарных частиц. Такие науки становятся полноценными языками, которые располагают уже своими кафедрами и факультетами, которыми обучаются студенты и на которых пишутся учебники. На наш взгляд, хороший пример подобного креола – учебник и курс философии для непрофильных специальностей. Если такая наука становится все более распространенной и всеохватной и постепенно превращается в стабильную исследовательскую программу (что происходит, например, с нанонауками, но, видимо, не происходит с учебным курсом философии), то такая зона обмена переходит в четвертый тип.

Последний, четвертый тип зон обмена в обобщенной модели КЭГ, *гомогенно-коэргитивный*, также назван авторами *субверсивным*. На этом этапе новые участники из других дисциплин, которые присоединяются к новой культуре, более не могут привносить в нее новые элементы, так как превратившаяся в «нормальную науку» в куновском смысле новая дисциплина навязывает «новообращенным» уже готовые образцы. Все новые идеи, приходящие из других областей, подавляются доминирующей парадигмой новой культуры.

Одним из примеров этого типа зон может быть специальная теория относительности (СТО) Эйнштейна, которая вытеснила ньютоновскую механику. Хотя имеется точка зрения, что такое вытеснение произошло не полностью, и СТО и ньютоновская механика в некотором смысле продолжают сосуществовать, так как модели системы и ее состояний остались в специальной теории относительности Эйнштейна теми же, что и в механике Ньютона. [12]. Тем не менее, в большинстве приложений СТО стала, безусловно, доминирующей, и прибегающие в ходе работы к механическим расчетам быстро движущихся объектов специалисты вынуждены принимать аппарат СТО без каких-либо изменений и не могут вносить туда каких-либо новшеств или изменений, не рискуя быть отторгнутыми сообществом. Такой же субверсивной зоной в физике послужила кварковая модель, вытеснившая все остальные модели сильных взаимодействий. Пример субверсивной зоны обмена из ненаучной области, детально обсуждаемый Галисоном и Коллинзом, – сеть ресторанов МакДональдс за пределами США. Во многих странах рестораны МакДональдс приобрели такую популярность, что начали задавать стандарты кухни и обслуживания в этих странах, а затем и вытеснить рестораны национальных кухонь, обгоняя их по популярности. Очевидно, что в случае учебных курсов подобного вытеснения вузовскими курсами философии профессиональной не происходит. Напротив, попав из вуза в профессиональную среду, бывший непрофильный студент либо доучивается, либо переучивается на язык действующих профессионалов области наук. В последнем случае, как и в случае экспериментов прото-мегасайенс, обсуждаемых в настоящей работе, эволюция зоны обмена останавливается на третьем типе.

Как отмечают КЭГ, эволюция зон обмена может проходить в направлении от первой ко второй, третьей и затем четвертой, однако их эволюция может прерваться на любом этапе. В настоящей работе обобщенная модель и таксономия зон обмена будет применена для понимания эволюции такой зоны обмена, как цепочка совместных экспериментов по малоугловому рассеянию протонов на протонах СССР-США [32]. На основе этого будет предпринята попытка осмыслить социальную историю раннего этапа мегасайенс.

Эксперименты прото-мегасайенс в физике высоких энергий как зона обмена

Рассмотрение эксперимента мегасайенс как единства материальных, физико-теоретических и социально-политических компонент, что в нашем понимании соответствует определению зоны обмена, позволяет применять к анализу его социальной истории обобщенную модель зон обмена КЭГ. Пример цепочки экспериментов, по отношению к которой применимость обобщенной модели зон обмена будет обсуждаться, – исследования рассеяния протонов на протонах под малыми углами, которые выполнялись в 1970-1980 гг. на ускорителе протонов Main Ring Национальной Ускорительной Лаборатории (NAL, с 1974 года им. Э. Ферми) в городе Батавия близ Чикаго совместной группой ученых и инженеров из Объединенного Института Ядерных Исследований (ОИЯИ) и США. В описываемых экспериментах в качестве центрального прибора (установки) использовалась газоструйная водородная мишень, изготовленная специально для этих целей в ОИЯИ в Дубне.

Идея эксперимента E-36 состояла в том, чтобы впрыскивать струйки водорода (ядро которого – протон) поперек канала ускорителя, по которому летят разогнанные до близких к скорости света (десятки и сотни гигаэлектронвольт) скорости протоны. Детекторы эксперимента регистрировали протоны ускорителя после их столкновений с перпендикулярно к ним движущимися протонами газа под малыми углами к направлению первоначального движения, то есть лишь незначительно отклонявшимися от своей исходной траектории. Эксперименты в NAL опирались на общепринятую в 1960е годы теорию сильных взаимодействий, теорию Редже, которая претендовала на описание взаимодействий сильновзаимодействующих частиц (адронов), и в частности, протонов. Теория Редже (реджистика) основывалась на так называемом S-матричном формализме, который был подходом, альтернативным ныне общепринятой квантовой хромодинамике (КХД), а затем, по мере выхода КХД на первые роли, был практически предан забвению, но постепенно переродился в то, что впоследствии привело к теории струн. Ввиду того, что к 1970 г. кварковая модель (и ее аппарат в виде КХД) еще не стала общепризнанной и доминирующей теорией в физике элементарных частиц (это произошло только в 1974 г., после так называемой «ноябрьской революции» – экспериментального обнаружения

предсказанного моделью J/ψ мезона), описываемые эксперименты были поставлены таким образом, что не могли бы предоставить информацию о кварках, то есть регистрировать частицы, рождавшиеся под большими углами (что требовалось бы для обнаружения кварковых эффектов).

В теории Редже вероятности рассеяния протонов на протонах под малыми углами выражаются через функции, которые назывались полюса Редже, или реджеоны; ведущий реджеон был назван помероном в честь советского теоретика И.Я. Померанчука. Все экспериментальные измерения рассеяний протонов на протонах выражались через помероны, а теорема Померанчука гласила, что вероятности рассеяний при росте энергий протонов стремятся к некоторому постоянному значению. Надо отметить, что начиная с 1960-х годов и до недавнего времени теоретиками КХД неоднократно предпринимались усилия описать и малоугловые рассеяния, для которых успешно применялась теория Редже, с использованием аппарата КХД, то есть связать их с кварковыми взаимодействиями, однако эти попытки имели весьма ограниченный успех и не были достаточно активными. Ввиду этого малоугловые процессы не могли быть применены для изучения кварков, которые проявлялись лишь в процессах с вылетом частиц из точки взаимодействия под большими углами (к направлению исходных взаимодействующих частиц), что обусловило практически полную утрату интереса к физике этих процессов уже к концу 1970-х годов. Одной из основных задач эксперимента, имевшего в NAL номер E-36, была проверка теоремы Померанчука о линейности роста вероятностей рассеяний под малыми углами с ростом энергии столкновений в максимально достижимой области энергий, для чего требовались все более высокие энергии протонов.

Подобные эксперименты с дубненской газовой мишенью в конце 1960х ставились группой В.А. Никитина (ОИЯИ) в подмосковном Протвино на серпуховском ускорителе с энергией протонов 70 гигаэлектронвольт, и отклонений от теоремы Померанчука обнаружено не было. Однако в 1970 г. на Рочестерской конференции в Киеве доклад В.А. Никитина о протвинских экспериментах привлек интерес Э. Маламуда, экспериментатора из NAL. Маламуд сообщил Никитину, что NAL создает ускоритель, который будет способен ускорять протоны до энергии 200 гигаэлектронвольт, и у двух физиков вскоре возникла идея провести подобный протвинскому экспе-

римент в Батавии и подвергнуть теорему Померанчука дальнейшей проверке, т.е. понять пределы ее применимости. Поскольку планы сотрудничества возникли в период холодной войны, хотя и на ее этапе, называемом разрядкой международной напряженности, подготовка совместного эксперимента потребовала нетривиальных усилий, в том числе политического характера, которые и определили характер этой зоны обмена.

Подготовка экспериментов: гетерогенно-коэргитивная зона обмена

Первым институциональным решением в NAL, которое обусловило возможность проведения эксперимента совместно с физиками из СССР в Батавии, явилось волевое решение директора NAL Р.Р. Вилсона об одобрении эксперимента вопреки решению Программного комитета Лаборатории. Согласно стандартной процедуре заявки на проведение новых экспериментов должны были одобряться Программным Комитетом, который являлся совещательным органом для директора. Выполнение его рекомендаций не было строго обязательным для руководителя лаборатории, но тем не менее прецедентов игнорирования подобных рекомендаций в NAL не было зафиксировано ни до E-36, ни в последующие периоды. В 1970 г., после того как Никитин и Маламуд подали в дирекцию NAL заявку на эксперимент и приступили каждый в своей лаборатории к подготовке (газовой мишени в Дубне и ускорителя в NAL), Программный Комитет NAL довел до сведения Вилсона, что он отказывается дать необходимое одобрение. Тем не менее при состоявшейся вскоре личной встрече с Никитиным и Маламудом Вилсон известил коллаборантов, что несмотря на отрицательное решение комитета он своей властью утверждает их заявку. Такой шаг Вилсона явился если не нарушением формальных правил Лаборатории, то, по крайней мере, серьезным отступлением от ее неписанных правил и традиций. Поступок директора NAL был, очевидно, вызван тем, что область физики на ускорителях элементарных частиц была незадолго до того признана руководством США областью, где сотрудничество между СССР и США было не только допустимым, но и желательным [29].

Хотя в предшествовавший решению Вилсона период, в 1950-х и начале 1960-х годов ускорители считались секретной областью, по-

скольку в военных кругах обоих противоборствующих блоков существовали планы по использованию ускорителей для уничтожения ракет и спутников противника [35], впоследствии в кругу ускорительных физиков и инженеров было осознано, что необходимых для этого потоков частиц и энергий ускоренных пучков в обозримом будущем создать не удастся. Поэтому сотрудничество в ускорителях и в политических кругах было признано непроблематичным с военной точки зрения. Помимо того, сотрудничество позволяло быть в курсе передовых разработок друг друга в этой сфере. В отличие от большинства своих нижестоящих коллег в NAL, Вилсон, во-первых, был более осведомленным о веяниях в высших эшелонах власти, во-вторых, был большим энтузиастом международного сотрудничества, в-третьих, власть директора национальной лаборатории в период нескольких десятилетий после Второй мировой войны была достаточно велика, и он обладал достаточной самостоятельностью в отношении научной программы Лаборатории. Все эти факторы позволили Вилсону принять достаточно серьезное решение, открывавшее дорогу сотрудничеству с Дубной (и, таким образом, с СССР) в весьма напряженный период международных отношений и запустить институциональный механизм благоприятствования совместному эксперименту. Возникающая в результате этого зона обмена становилась гетерогенной в смысле различий культур сотрудничающих сторон и их научных языков (мишенные технологии Дубны и ускорительные в NAL), но также принудительной, поскольку волевое решение Вилсона заставляло включиться в поддержку сотрудничества институциональные механизмы NAL, которые до этого, по своей собственной воле и в силу политических причин, посредством отрицательного решения Программного Комитета, были остановлены.

Следующим препятствием на пути сотрудничества, возникшим неожиданно для коллаборантов в 1970 г., когда разработка мишени для экспериментов в Батавии подходила к завершению, стал отказ СССР и ОИЯИ оплачивать проживание дубненской группы в США на протяжении года, в течение которого планировалось осуществление первого эксперимента. Согласно существовавшим договоренностям между блоками, отправка семерых физиков для экспериментов в США предполагала в качестве ответной меры направление такого же числа физиков из США в СССР, а, поскольку такие взаимообразные планы отсутствовали, для направления

группы Никитина в Батавию средства выделены быть не могли. В физике высоких энергий это обстоятельство осложнялось тем, что серпуховской ускоритель (бывший к началу 1970 лидирующим в мире по энергии ускоряемых протонов с энергией 70 гигаэлектронвольт) с вводом в эксплуатацию ускорителя NAL на энергию 200 гигаэлектронвольт утрачивал свое лидерство, и интерес к нему со стороны зарубежных физиков значительно ослабевал, что делало поиск желающих ехать из США в СССР по обмену практически невозможным. Формальные межгосударственные соглашения и инструкции препятствовали началу сотрудничества.

Однако в октябре 1970 г. Вилсон направляет Г. Сиборгу, возглавлявшему Комиссию по атомной энергии США с 1961 по 1971 гг., письмо, в котором выражает опасение, что «возможности NAL в конце концов превзойдут таковые Серпухова, после чего интерес среди ученых США в работах в Серпухове определенно снизится и может даже исчезнуть. Пагубным результатом может стать то, что сотрудничество с необходимостью остановится». «Чтобы этого не случилось, – продолжает Вилсон, – я настаиваю, что мы должны признать важность балансирования одного эксперимента в одной лаборатории против одного в другой, и вместо этого требовать соблюдения баланса в как возможно более широком диапазоне наук, с той целью, чтобы достичь истинно желаемых последствий. И Вы лучше меня знаете, насколько они превосходят чисто научные». [34] Как свидетельствуют архивные документы, Сиборг со вниманием отнесся к предложению директора NAL и нашел решение проблемы финансирования эксперимента Никитина-Маламуда в ходе визита в Батавию руководителя Государственного комитета по атомной энергии СССР и Полномочного представителя СССР в ОИЯИ А.М. Петросьянца в апреле 1971 г. Письмо заместителя Вилсона Э. Голдвассера Никитину, отправленное 21 апреля 1971 г., гласит: «Мне приятно сообщить Вам, что 16 апреля в ходе ужина в честь доктора Петросьянца доктор Сиборг объявил, что он столь воодушевлен перспективами сотрудничества США-СССР, что заявляет, что в ходе рабочего визита советских ученых они будут размещены в Лаборатории или вблизи ее *в качестве гостей Лаборатории*» [курсив В.П.] [26]. Таким образом, вторая серьезная проблема, возникшая на пути формирования зоны обмена, была преодолена американской стороной с использованием институциональных механизмов высшего научно-политического уровня – по прямому указу

нию Сиборга, вновь отступая от инструкций и существующих традиций, NAL обеспечила жильем дубненских экспериментаторов за свой счет. Этот шаг имел не только практическое, но и политическое значение, поскольку явился способом обойти существовавшие препоны в правилах двусторонних межгосударственных договоренностей. Политическая воля Сиборга послужила еще одним стимулом, способствовавшим возникновению коэргитивной зоны обмена.

Следующий серьезный барьер сотрудничеству, преодоление которого потребовало институциональных решений в NAL, был связан с внутринаучной конкуренцией в научной среде американской лаборатории. Результаты протвинских экспериментов группы Никитина были в конце 1960-х передним краем изучения физики сильных взаимодействий, публиковались в ведущих научных изданиях и привлекали внимание многих, в том числе и американских, экспериментаторов. Среди тех, кто активно изучал возможности постановки аналогичных экспериментов с использованием нового ускорителя NAL, были Р. Кэрриган из NAL и его коллега А. Мелиссинос из Рочестерского университета. Они планировали использовать аналогичную по конструкции дубненской газовую мишень, однако фокусировались на несколько другом аспекте: помимо упругих рассеяний протонов, которые были в центре внимания Никитина и Маламуда, они интересовались неупругим рассеянием. Однако различия между этими задачами были в основном лишь в анализе и интерпретации данных, а с аппаратурной точки зрения они претендовали в NAL на тот же участок ускорителя, что и Никитин и Маламуд, более того, им требовалась газовая мишень той же конструкции, что и дубненская (которую они предлагали изготовить в США, несмотря на то, что опыта создания и использования сверхзвуковых газовых криогенных мишеней для ускорителей в США в тот период не имелось).

Процедура организации нового эксперимента в NAL в 1970-е годы состояла в следующем: сначала некоторая инициативная группа приглашалась подать предварительную заявку на эксперимент (письмо о намерениях) в дирекцию, а после ее рассмотрения, в случае успеха, им давалось поручение подготовить уже полную, окончательную заявку (предложение эксперимента), которая, в случае ее принятия, служит основанием для утверждения эксперимента и начала его финансирования. Между одобрением предварительной заявки и моментом готовности полной заявки иногда проходило до-

вольно длительное время, в течение которого эксперимент еще не является окончательно утвержденным и в планах могут произойти любые изменения. Именно это и произошло с экспериментом Никитина и Маламуда. В период, когда они, получив предварительное одобрение, получили от дирекции поручение подготовить полную заявку и приступили к работе, конкурирующая группа Кэрригана и Мелиссиноса подала в дирекцию свою, альтернативную заявку на эксперимент. Нестандартность ситуации заключалась в том, что NAL являлась (и является) национальной лабораторией США, предназначенной, в первую очередь, для проведения экспериментов национальными группами, такими, как Кэрриган и Мелиссинос, которые были аффилированы с научными организациями США. Ввиду того что Никитин представлял ОИЯИ, их с Маламудом группа считалась международной и имела более низкий приоритет³. Таким образом, согласно правилам NAL, возможность проведения эксперимента следовало предоставить Кэригану и Мелиссиносу.

Поскольку политическая ситуация, глубоко осознаваемая Вилсоном и дирекцией NAL, требовала поощрения сотрудничества с СССР, Лаборатория не только вновь запустила институциональные механизмы стимулирования сотрудничества, но и использовала эту ситуацию как прецедент для изменения научной политики Лаборатории в целом. Как писал в июле 1972 г. заместитель директора NAL Э. Голдвассер сотруднику Госкомитета по использованию атомной энергии СССР И.И. Смолину: «Как Вам известно, мы получили заявку от американской группы уже после подачи американо-советской коллаборацией письма о намерениях, но до представления ими полной заявки. Мы, таким образом, столкнулись с серьезной проблемой в том, как поступить с интересным физическим экспериментом, о котором идет речь» [27]. Дирекцией NAL было найдено элегантное решение, которое заключалось в том, что обе группы были объединены в один коллектив с более широкой физической программой, учитывавшей интересы обеих групп. Чтобы сделать такое объединение возможным, пришлось изменить структуру и иерархию коллектива: если изначально Никитин имел все шансы возглавить эксперимент, поскольку был единственным, кто

³ Ситуация в международных организациях, например ОИЯИ, была прямо противоположная: наивысшим приоритетом обладали международные коллективы и исследования, в которых были заинтересованы страны-участницы и их коллективы.

имел опыт руководства и проведения экспериментов с газовой мишенью (в Протвино), то после объединения, с учетом пожеланий большинства участников, руководителем эксперимента был назначен опытный американский физик Родни Кул⁴. Нестандартное решение дирекции Лаборатории об объединении конкурирующих групп, с одной стороны, принудительно запустило институциональный механизм развития зоны обмена, забуксовавший в третий раз, а с другой, легло в основу будущей политики Лаборатории. Поскольку слияние групп произошло на удивление безболезненно и не привело к каким-либо конфликтам среди участников, несмотря на весьма глубокие культурные различия, подобная практика вскоре стала совершенно рядовым способом примирения конкурирующих коллективов в Лаборатории.

Начало экспериментов: формирование гетерогенно-коллаборационной зоны обмена

К 1972 г., когда все административные и финансовые барьеры были преодолены благодаря политической воле руководства NAL и Комиссии по атомной энергии, и созданы институциональные механизмы для поддержки сотрудничества СССР-США, ускоритель в Батавии построен и запущен, а мишень сконструирована в Дубне, зона обмена приобрела довольно явный гетерогенно-коэргитивный характер. Она формировалась конструктивным вмешательством институциональных механизмов, но физически была распределенной: часть деятельности по подготовке эксперимента и ускорителя происходила в NAL, часть, касающаяся мишени и коллектива Никитина – в Дубне, а взаимодействие между ними осуществлялось по телексу. Взаимодействие было достаточно интенсивным: сеансы обмена телекс-сообщениями осуществлялись каждую неделю, включая праздничные дни.

Тем не менее, для проведения эксперимента после доставки мишени и приезда группы Никитина в Батавию стало необходимо перевести эксперимент как зону обмена в следующую фазу – гетерогенно-коллаборативную, что было вызвано следующими причинами. Во-первых, превращение зоны из коэргитивной в коллабора-

⁴ Как вспоминает Р.Кэрриган, при обсуждении фигуры руководителя, в коллективе возник консенсус, что руководитель «не должен быть русским» [21].

тивную требовалось, чтобы эксперимент стал самоподдерживающейся системой, не опирающейся на институциональное принуждение: измерения и анализ данных требовали столь тонко внутренне скоординированной и слаженной работы гетерогенного коллектива экспериментаторов, что ей невозможно эффективно было бы управлять внешним вмешательством. Во-вторых, газовая мишень, установленная на ускоритель в Батавии, становилась пограничным объектом, который разные участники эксперимента видели сквозь разную оптику: от инженеров-криогенщиков, которые усматривали в мишени криогенную ловушку, основной функцией которой было замораживание струек водорода и своевременное удаление инея, пока он не испортил вакуум ускорителя, до аналитиков данных, для которых прибор был поставщиком данных-точек на графиках, через которые они проводили кривые, полученные из решений уравнений, предоставленных теоретиками. В-третьих, возникала необходимость выработать термины или даже общий язык, на котором возможно было бы формулировать инструкции по управлению мишенью, ее обслуживанию и интерпретации данных.

Ключевым в преобразовании эксперимента как гетерогенно-коэргитивной зоны в гетерогенно-коллаборационную явилось решение руководства Лаборатории по стимулированию установления личных дружеских отношений между вновь прибывшими дубненцами и американскими участниками эксперимента. Незадолго до прибытия экспериментаторов из Дубны Р. Кэрриган, ранее руководитель конкурирующей команды, а затем коллаборатор, который, наряду с Маламудом стал соруководителем совместного эксперимента от американской стороны, направил всем американским участникам эксперимента меморандум, в котором каждой семье дубненцев приписывались компаньоны – семья американцев из числа участников. Меморандум содержал таблицу, в которой напротив имени каждого из семерых прибывающих физиков указывалось имя его жены, а также имена компаньонов – американского физика и его жены [22]. Такое внимание к семьям было вызвано тем, что, как понимала американская сторона, члены семей дубненцев не могли легко социализироваться в Батавии, ибо практически не владели английским языком, их визовый статус не позволял трудоустройство в США, а отсутствие личного автотранспорта и навыков вождения делало их проживание в деревне Лаборатории (достаточно удаленной от населенных пунктов и центров культурной жизни) изоли-

рованным. В то время, пока экспериментаторы (которые были мужчинами) находились в Лаборатории, подготавливая и проводя эксперименты, их жены были вынуждены находиться дома в одиночестве. Не могли они и посвящать время детям, поскольку, по требованию советской стороны, экспериментаторы обязывались приехать с женами (для поддержания морального облика), но вынуждались при этом оставлять детей в Дубне с родственниками (для гарантии возвращения в страну). Понимая сложности, с которыми сталкиваются их дубненские коллеги, американские семьи-компаньоны взяли на себя множество забот, чтобы скрасить пребывание тех в Батавии: они регулярно проводили совместные ужины, приезжая к дубненским компаньонам в деревню и приглашая их к себе домой, устраивали совместные посещения театров, выставок и концертов в близлежащем Чикаго, а также иногда организовывали развлекательные поездки в другие штаты. Помимо этого, они учили своих новых коллег правилам жизни в США: показывали, как совершать покупки в магазинах, знакомили с новыми для них видами продуктов, оказывали помощь в выборе и приобретении подержанных автомобилей [21]. Под руководством жены директора Лаборатории Вилсона для семей дубненцев женами сотрудников NAL были организованы еженедельные курсы по изучению английского языка. За считанные месяцы такие отношения, хотя и изначально институционально сконструированные, уже через считанные месяцы переросли в естественную крепкую дружбу, которая у многих из них сохранилась на протяжении десятков лет [31, 30].

Зона обмена вокруг привезенной командой Никитина газовой мишени – пограничного объекта – на несколько лет экспериментов стала гетерогенно-коллаборативной: мишень отделяла инженеров, ответственных за обеспечение функционирования прибора от аналитиков данных, интерпретировавших данные в терминах теории Редже, обеспечивая гетерогенность. При этом институциональное воздействие практически прекратилось, поддержание единства сообщества коллаборантов, таких материальных компонентов, как ускоритель протонов и газовая мишень, и интеллектуальных, как реджистика в варианте Померанчука, перешло в самоподдерживающую фазу, основанную на собственных научных интересах коллаборантов и высокой степени их товарищества и взаимопонимания. Развивавшиеся в ходе совместной работы дружеские отношения между участниками помогали им преодолевать все трудности

совместной работы; недостаток владения английским языком дубненских участников компенсировался тем, что некоторые американские экспериментаторы были либо ввиду происхождения предков из Восточной Европы, либо предшествующего обучения в колледже частично знакомы с русским языком, хотя и не говорили на нем. Во время подготовки измерений дубненцы могли уточнять технические вопросы у американских коллег по-русски, а те отвечали им по-английски. Участники из ОИЯИ приобретали интеракционную компетентность в англоязычной технической терминологии, а участники из США – в русскоязычной. Это было необходимо, поскольку речь шла о совместном использовании уникальной технологии, созданной в ОИЯИ, и овладении ею сотрудниками NAL. Таким образом, исчезновение институционального принуждения, появление пограничного объекта и развитие интеракционной компетентности в совместных экспериментах по малоугловому рассеянию протонов на протонах в 1972-1973 гг. свидетельствуют о переходе эксперимента как зоны обмена к началу набора данных из гетерогенно-коэргитивной (первого типа) в гетерогенно-коллаборационную (второго типа) область обобщенной модели.

Менее подтвержденными документально являются последующие переходы эксперимента в гомогенные области. На то, что смещение данного эксперимента в гомогенно-коллаборативную область (третьего типа) также мог иметь место, свидетельствуют материалы, указывающие, что в период 1972-1978 гг. в лаборатории были одобрены и проведены несколько параллельных экспериментов как с аналогичной, так и принципиально иной физической программой, чем эксперимент Никитина-Маламуда, например поиски новых частиц, рождавшихся при столкновении протонов. Эти эксперименты тем не менее, использовали тот же тип газовой мишени, т.е. сходную экспериментальную технологию и язык. Можно допустить, что во всех этих экспериментах новая газоструйная технология, возникшая как синтез дубненской газовой мишени и ускорительных технологий NAL, начала превращаться в креол, на основе которого возникали новые эксперименты с собственными научными программами. Эта гипотеза, однако, требует более детального подтверждения. Четвертый тип зон, а именно такой гомогенно-коэргитивный тип, в котором технология или концептуальная схема стали бы общим языком и вытеснили остальные, в описываемом эксперименте не возник, поскольку после открытия в 1974 г. J/ψ-

мезона и связанного с ним триумфального шествия кварковой модели, малоугловые эксперименты и поддерживающие их технологии утратили интерес научного сообщества и пошли на спад. Кварковая модель и стала гомогенно-коэрцитивной зоной, задающей парадигмальные стандарты мышления в ускорительной физике сильных взаимодействий, а также стимулирующие более приспособленные к поискам в рамках этой модели технологии встречных пучков (коллайдеры). Эволюция совместных экспериментов по малоугловому рассеянию протонов на протонах ограничилась первыми тремя зонами обобщенной модели.

Заключение

В ходе анализа истории совместных экспериментов СССР-США в физике высоких энергий 1970-х-1980-х гг, которые были классифицированы нами как начальный этап развития мегасайенс (прото-мегасайенс) и отнесены к зонам обмена, была применена обобщенная модель зон обмена КЭГ. Основанием для такого рассмотрения служит представление об эксперименте прото-мегасайенс как единстве социально-политических, научно-теоретических и материальных составляющих, пространственно распределенном и локально координируемом. В ходе анализа эволюции этой серии экспериментов по малоугловому рассеянию протонов на протонах, которые выполнялись в 1970-1980 гг. в NAL, проведенного с использованием историко-архивного материала Национальной ускорительной лаборатории им. Э. Ферми, было выявлено, что эксперименты проходят стадии от гетерогенно-коэрцитивной (характеризующейся институциональным воздействием, мотивированным политическими интересами) через гетерогенно-коллаборационную (с преобладанием взаимодействия через пограничные объекты и при овладении участниками интеракционной компетенцией) к гомогенно-коллаборационной (где язык-техника сверхзвуковой газовой мишени начинает превращаться в креол, в котором возникают и развиваются новые эксперименты с собственными исследовательскими программами).

Обнаружено, что третий тип зон обмена лишь начал возникать в серии, тогда как четвертый, завершающий гомогенно-коэрцитивный тип не смог возникнуть ввиду произошедшей в 1974 г. (в середине серии) смены парадигмы в физике высоких энер-

гий – победы кварковой модели, которая и сформировала этот тип зоны, прервав развитие малоугловых экспериментов с дубненским типом газовой мишени и реджистики в целом. Применимость обобщенной модели к истории совместных экспериментов свидетельствует в пользу правомерности рассмотрения экспериментов как зон обмена. Неотъемлемость социально-политических составляющих зон обмена и их связь с материальным и научно-теоретическими позволяет объяснить снижение роли эпистемических критериев при принятии решений о завершении или продлении серии экспериментов, выявленное в мегасайенс. Возникновение и развитие зон обмена-экспериментов при их переносе из Протвино в Батавию, сопровождавшееся сложными социально-политическими процессами, при сохранении объекта исследований (взаимодействующих протонов высоких энергий) инвариантным, свидетельствует в пользу того, что при возникновении мегасайенс развитие сообществ играет более важную роль, чем изменение природы объекта исследований.

Литература

1. *Бондаренко Д.И.* Меганаука – новый этап развития научного знания // *Философия науки: традиції та інновації.* – 2014. – № 1 (9). – С. 34–45.
2. *Галисон П.* Коллективный автор // *Вопросы философии.* – 2018. – № 5. – С. 93–113.
3. *Динабург С.Р.* Трансдисциплинарность как практика кооперации и коммуникации // *Вестник ПНИПУ. Сер.: Культура. История. Философия. Право.* – 2015. – № 4. – С. 53–62.
4. *Дорожкин А.М.* Проблемы построения и типологии зон обмена // *Эпистемология и философия науки.* – 2017. – Т. 54, № 4. – С. 20–29.
5. *Казаков М.А.* Псевдонаука как превращенная форма научного знания: теоретический анализ // *Философия науки и техники.* – 2016. – Т. 21, № 2. – С. 130–148.
6. *Карлик А.Е., Платонов В.В.* Концептуальные основы исследования меганауки как организационно-управленческой инновации // *Инновации.* – 2017. – № 10 (228). – С.11–16.
7. *Касавин И.Т.* Интерактивные зоны: к предьстории научной лаборатории // *Вестник Российской академии наук.* – 2014. – Т. 84, № 12. – С. 1098–1106.
8. *Касавин И.Т.* Философия науки: политический поворот // *Вестник Российской академии наук.* – 2015. – Т. 85, № 12. – С. 1103–1112.
9. *Касавин И.Т.* Зоны обмена как предмет социальной философии науки // *Эпистемология и философия науки.* – 2017. – Т. 51, № 1. – С. 8–17.
10. *Корнев Г.П.* Зона обмена: понимание и конструирование наукой и философией // *Эпистемология и философия науки.* – 2017. – Т. 54, № 4. – С. 34–38.

11. *Кузнецов Б.Г.* Этюды о меганауке. – М.: Наука, 1982.
12. *Линкин А.И.* Основания современного естествознания: Модельный взгляд на физику, синергетику, химию. – М.: Вузовская книга, 2001.
13. *Технонаука* как категория истории естествознания / Печенкин А.А., Желтова Е.Л., Сапрыкин Д.Л. и др.; под ред. А.А. Печенкина. М.:ИИнтелл, 2018.
14. *Пронских В.С.* Кросскультурная коммуникация в современной науке (на примере физики высоких энергий) // Образ России в кросскультурной перспективе: Мат. междунар. науч. конф. (Дубна, 13 апр. 2012 г.). – Дубна, 2012. – С. 127.
15. *Пронских В.С.* Эпистемическая разобщенность экспериментирования в меганауке и подходы к ее преодолению // *Epistemology & Philosophy of Science / Эпистемология и философия науки.* – 2015. – Т. 43, № 1. – С. 207–222.
16. *Пронских В.С.* Коллаборация большой науки как вызов трансцендентальному субъекту // *Вопросы философии.* – 2018. – № 5. – С. 88–92.
17. *Сокулер З.А.* Философская теория познания: Будущее под вопросом? // *Вопросы философии.* – 2017. – № 12. – С. 79–90.
18. *Столярова О.Е.* Исследования науки и технологии в перспективе онтологического поворота. – М.: Русайнс, 2015.
19. *Сторожук А.Ю.* Факторы эволюции экспериментальных эпистемологических стандартов // *Философия науки.* – 2016. – № 4 (71). – С. 57–66.
20. *Сторожук А.Ю.* Механизмы трансформации эпистемологических стандартов // *Философия науки.* – 2016. – № 2 (69). – С.76–84.
21. *Carrigan R.* Interview with Valerie Higgins. November 10, 2015. Fermilab Archives.
22. *Carrigan R.* Memo to “Interested Parties, Dubna Group Arrival”. March 6, 1972. C. 5.a.4: “36A Proton-Proton Scattering (part 1)”. Fermilab Archives.
23. *Collins H.M., Evans R.J.* The third wave of science studies: Studies of experience and experience // *Social Studies of Sciences.* – 2002. – Vol. 32, No. 2. – P. 235–296.
24. *Galison P.* *How Experiments End.* – Chicago; London: University of Chicago Press, 1987.
25. *Galison P.* *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics.* – Chicago: University of Chicago Press, 1997.
26. *Goldwasser E.* Letter to V.A. Nikitin, April 21, 1971. C.5.a.4: “36A Proton-Proton Scattering (part 1)”. Fermilab Archives.
27. *Goldwasser E.* Letter to I. Smolin, July 11, 1972. C.4.a.8: Russia Correspondence, 1972. Fermilab Archives.
28. *Trading Zones and Interactional Expertise: Creating New Kinds of Collaboration* / Ed. by M.E. Gorman. – Cambridge, MA: MIT Press, 2010.
29. *Hoddeson L., Kolb A.W., Westfall C.* *Fermilab: Physics, the Frontier, and Megascience.* – Chicago: University of Chicago Press, 2008.
30. *Malamud E.* Interview by Valerie Higgins, November 6, 2015 and January 28, 2016. Fermilab Archives.
31. *Melissinos A.* Email-сообщение от 14 марта 2016 года.
32. *Pronskikh V.* E-36: The first proto-megascience experiment at NAL // *Phys. Perspect.* – 2016. – No. 18. – P. 357–378.
33. *Star S.L., Griesemer J.R.* Institutional ecology, “translations” and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley’s Museum of vertebrate zoology // *Soc. Stud. Sci.* – 1989. – Vol. 19. – P. 387–420.
34. *Wilson R.R.* Letter to Glenn T. Seaborg, October 27, 1970. C.5.a.4: A2013.061.

35. *Wolfe A.* Competing with the Soviets: Science, Technology, and the State in Cold War America. – Baltimore: John Hopkins University Press, 2013.

References

1. *Bondarenko, D.I.* (2014). Meganauka – novyy etap razvitiya nauchnogo znaniya [Megascience – a new stage in the development of scientific knowledge]. *Filosofiya nauki: traditsii i innovatsii* [Philosophy of Science: Traditions and Innovation], 1 (9), 34–45.
2. *Galison, P.* (2018). Kollektivnyy avtor [Collective author]. *Voprosy filosofii* [Problems of Philosophy], 5, 93–113.
3. *Dinaburg, S.R.* (2015). Transdistsiplinarnost kak praktika kooperatsii i kommunikatsii [Transdisciplinarity as cooperation and communication practice]. *Vestnik PNIU. Kultura. Istoriya. Filosofiya. Pravo* [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Series: Culture. History. Philosophy. Law], 4, 53–62.
4. *Dorozhkin, A.M.* (2017). Problemy postroyeniya i tipologii zon obmena [Problems of formation and typology of trading zones]. *Epistemologiya i filosofiya nauki* [Epistemology and Philosophy of Science], Vol. 54, No. 4, 20–29.
5. *Kazakov, M.A.* (2016). Psevdonauka kak prevrashchennaya forma nauchnogo znaniya: teoreticheskiy analiz [Pseudoscience as a transformed form of scientific knowledge: theoretical analysis]. *Filosofiya nauki i tekhniki* [Philosophy of Science and Engineering], Vol. 21, No.2, 130–148.
6. *Karlik A.E., & V.V. Platonov.* (2017). Kontseptualnye osnovy issledovaniya meganauki kak organizatsionno-upravlencheskoy innovatsii [Conceptual basis of the study of megascience as an organizational and management innovation]. *Innovatsii* [Innovation], 10 (228), 11–16.
7. *Kasavin, I.T.* (2014). Interaktivnye zony: k predystorii nauchnoy laboratorii [Interactive zones: on the prehistory of a scientific laboratory]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], Vol. 84, No. 12, 1098–1106.
8. *Kasavin, I.T.* (2015). Filosofiya nauki: politicheskiy povorot [Philosophy of science: political turn]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], Vol. 85, No. 12, 1103–1112.
9. *Kasavin, I.T.* (2017). Zony obmena kak predmet sotsialnoy filosofii nauki [Trading zones as a subject of social philosophy of science]. *Epistemologiya i filosofiya nauki* [Epistemology and Philosophy of Science], Vol. 51, No.1, 8–17.
10. *Kornev, G.P.* (2017). Zona obmena: ponimanie i konstruirovaniye naukoj i filosofiy [Trading zone: interpretation and formation by science and philosophy]. *Epistemologiya i filosofiya nauki* [Epistemology and Philosophy of Science], Vol. 54, No. 4, 34–38.
11. *Kuznetsov, B.G.* (1982). *Etyudy o meganauke* [Studies on Megascience]. Moscow, Nauka Publ.
12. *Lipkin, A.I.* (2001). *Osnovaniya sovremennogo estestvoznaniya: Modelnyy vzglyad na fiziku, sinergetiku, khimiyu* [Foundations of Modern Science: A Model View of Physics, Synergetics and Chemistry]. Moscow, Vuzovskaya Kniga Publ.
13. *Pechenkin, A.A.* (Ed.), *E.L. Zheltova, D.L. Saprykin et al.* (2018). *Tekhnounauka kak kategoriya istorii estestvoznaniya* [Technoscience as a Category of the History of Natural Science]. In print.
14. *Pronskikh, V.S.* (2012). *Krosskulturnaya kommunikatsiya v sovremennoy nauke (na primere fiziki vysokikh energiy)* [Cross-cultural communication in modern science (the case of high-energy physics)]. In: *Obraz Rossii v krosskulturnoy perspektive*:

Mat. mezhdunar. nauch. konf. (Dubna, 13 apr. 2012 g.) [Russia's Image in the Cross-cultural View: Proceedings of International Scientific Conference (Dubna, April 13, 2012)]. Dubna, 127.

15. *Pronskikh, V.S.* (2015). Epistemicheskaya razobshchennost eksperimentirovaniya v Meganauke i podkhody k ee preodoleniyu [Epistemic dissociation of experiment in megascience and approaches to its overcoming]. *Epistemology & Philosophy of Science / Epistemologiya i filosofiya nauki*, Vol. 43, No.1, 207–222.

16. *Pronskikh, V.S.* (2018). Kollaboratsiya bolshoy nauki kak vyzov transtsendentalnomu subyektu [Collaboration of Big Science as a challenge to transcendental subject]. *Voprosy filosofii* [Problems of Philosophy], 5, 88–92.

17. *Sokuler, Z.A.* *Filosofskaya teoriya poznaniya: Budushchee pod voprosom?* [Philosophical theory of knowledge: Is the future in question?]. *Voprosy filosofii* [Problems of Philosophy], 12, 79–90.

18. *Stolyarova, O.E.* (2015). *Issledovaniya nauki i tekhnologii v perspektive ontologicheskogo povorota* [Science and Technology Studies in the View of Ontological Turn]. Moscow, Rusayns Publ.

19. *Storozhuk, A.Yu.* (2016). Faktory evolyutsii eksperimentalnykh epistemologicheskikh standartov [Factors of the evolution of experiment epistemic standards]. *Filosofiya nauki* [Philosophy of Science], 4 (71), 57–66.

20. *Storozhuk, A.Yu.* (2016). Mekhanizmy transformatsii epistemologicheskikh standartov [Mechanisms of transformation of epistemic standards]. *Filosofiya nauki* [Philosophy of Science], 2 (69), 76–84.

21. *Carrigan, R.* Interview with Valerie Higgins, November 10, 2015, Fermilab Archives.

22. *Carrigan, R.* Memo to “Interested Parties, Dubna Group Arrival”, March 6, 1972. C.5.a.4: “36A Proton-Proton Scattering (part 1)”. Fermilab Archives.

23. *Collins, H.M. & R.J. Evans.* (2002). The third wave of science studies: studies of expertise and experience. *Social Studies of Sciences*, Vol. 32, No. 2, 235–296.

24. *Galison, P.* (1987). *How Experiments End*. Chicago & London, University of Chicago Press.

25. *Galison, P.* (1997). *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. Chicago, University of Chicago Press.

26. *Goldwasser, E.* Letter to V.A. Nikitin, April 21, 1971. C.5.a.4: “36A Proton-Proton Scattering (part 1)”. Fermilab Archives.

27. *Goldwasser, E.* Letter to I. Smolin, July 11, 1972. C.4.a.8: Russia Correspondence, 1972. Fermilab Archives.

28. *Gorman, M.E.* (Ed.). (2010). *Trading Zones and Interactional Expertise: Creating New Kinds of Collaboration*. Cambridge, MA, MIT Press.

29. *Hoddeson, L., A.W. Kolb & C. Westfall.* (2008). *Fermilab: Physics, the Frontier, and Megascience*. Chicago, University of Chicago Press.

30. *Malamud, E.* Interview by Valerie Higgins, November 6, 2015 and January 28, 2016. Fermilab Archives.

31. *Melissinos, A.* Email correspondence, March 14, 2016.

32. *Pronskikh, V.* (2016). E-36: The first proto-megascience experiment at NAL. *Phys. Perspect.*, 18, 357–378.

33. *Star, S.L. & J.R. Griesemer.* (1989). Institutional ecology, “translations” and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley’s Museum of vertebrate zoology. *Soc. Stud. Sci.*, 19, 387–420.

34. *Wilson, R.R.* Letter to Glenn T. Seaborg, October 27, 1970. C.5a.4: A2013.061.

35. *Wolfe, A.* (2013). *Competing with the Soviets: Science, Technology, and the State in Cold War America.* Baltimore, John Hopkins University Press.

Информация об авторе

Пронских Виталий Станиславович – кандидат философских наук, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Национальной ускорительной лаборатории им. Э. Ферми, США, Батавия; старший научный сотрудник Объединенного института ядерных исследований, Россия, Дубна. E-mail: vpronskikh@gmail.com

Information about the author

Pronskikh, Vitaly Stanislavovich – Candidate of Sciences (Philosophy; Physics and Mathematics), Researcher at Fermi National Accelerator Laboratory (Batavia, USA); Senior Researcher at Joint Institute for Nuclear Research (Dubna, Russia). E-mail: vpronskikh@gmail.com

Дата поступления 12.11.2018