

УДК 167+172

DOI:

10.15372/PS20160305

Н.В. Бряник

ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТА В ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ НАУКЕ

В статье рассматриваются существенные изменения в эксперименте как основании науки, происходящие начиная со второй половины XX в., когда она становится постнеклассической. Исследуются два таких отличительных признака эксперимента в постнеклассической науке, как компьютеризация и космизация. Дается сравнительный анализ натурального и компьютерного экспериментов, выявляются их взаимосвязь и познавательные функции. Анализируются изменения в объекте, субъекте, технологии и средствах экспериментальной деятельности, связанные с ее космизацией. Раскрывается влияние космических экспериментов на земные эксперименты.

Ключевые слова: постнеклассическая наука; компьютеризация; космизация; математизация эксперимента; натуральный эксперимент; компьютерный эксперимент; структурно-функциональное моделирование; имитационное компьютерное моделирование

N.V. Bryanik

EPISTEMOLOGICAL SPECIFICITY OF EXPERIMENT IN POST- NON-CLASSICAL SCIENCE

The article deals with essential changes in experiment taking place in the second half of twentieth century, when it becomes post-non-classical. Two such distinctive feature of experiment in post-non-classical science as computerization and kosmization are examined. The comparative analysis of natural and computer experiments is offered, the author finds out their interrelation and cognitive functions. The analysis of changes in object, the subject, technology and means of experimental activity which are related to its kosmization is undertaken.

Keywords: Post-non-classical science; computerization, kosmization, mathematization of experiment; natural / computer experiment; object, the subject; structurally functional and imitating computer modeling

О наступлении нового этапа в развитии науки свидетельствуют существенные и необратимые изменения в эксперименте как основании и методе науки современного типа. В постнеклассической науке

к подобного рода изменениям можно отнести компьютеризацию и космизацию эксперимента.

Компьютеризация эксперимента

Сегодня идет выработка подходящей терминологии для обозначения перехода от эксперимента классической и неклассической науки к другой его разновидности, отличающей научные исследования конца XX – начала XXI столетий. Первую разновидность называют прямым, или натурным, экспериментом. Новейшая разновидность эксперимента получила названия «машинный эксперимент», «математический эксперимент», «вычислительный эксперимент», «компьютерное моделирование», «имитационное (компьютерное) моделирование» и др.

Появление новой разновидности эксперимента связано с развитием вычислительных возможностей. «Создание мощной электронно-вычислительной техники, – отмечает С.В. Вонсовский, – началось во время II мировой войны... были созданы разнообразные ЭВМ, или, как их теперь называют, компьютеры» [4, с. 424]. *Машинизированный* характер функционирования этих устройств стал возможен благодаря наличию *программ* – именно такой смысл в понятие «программа» вкладывает Б.А. Трахтенброт: «программа является важнейшей частью информации, с которой имеет дело машина» [9, с. 37]. В свою очередь, понятие программы он конкретизирует через понятие *алгоритма*: «алгоритмы, составленные специально для машин, называют программами» [Там же]. *Алгоритмизация* деятельности является одновременно ее *формализацией* (ведь решаются *все* задачи определенного типа независимо от их содержания) и *машинизацией*, поскольку позволяет *автоматизировать* данный вид деятельности.

Уже в этот начальный период ясно осознавалось, что подобные устройства применимы в качестве научных методов исследования. Если задаться вопросом, каким образом и за счет чего автоматизированные вычисления вписаны в механизмы научного исследования, то мы закономерно подходим к понятию *математического моделирования*. «Для того чтобы использовать вычислительную технику при изучении какого-либо явления или для выбора альтернативы из совокупности возможных решений... – пишет Н.Н. Моисеев, – необходимо прежде всего... разработать некоторую систему математических моделей. ...Это позволяет свести исследование к решению серии конкретных математических задач, для чего и используются специальные методы вычислительной ма-

тематики, позволяющие провести необходимые расчеты с помощью ЭВМ» [7, с. 178]. Эта сущностная характеристика новой разновидности эксперимента, которая отличает его с момента возникновения и по сей день, оправдывает такие его названия, как «математический эксперимент», «компьютерное моделирование» или «моделирование на ЭВМ».

Есть все основания обозначить выделенную Н.Н. Моисеевым сущностную черту эксперимента с помощью ЭВМ как *математизацию эксперимента*, ведь возможность получения новых данных об изучаемом объекте зависит от математического описания и моделирования, автоматизированного процесса вычисления, связанного с определенной программой-алгоритмом, также имеющей математическую природу.

Близкую оценку происходящего в научных экспериментах новой разновидности мы обнаруживаем и у исследователей 1990-х годов. Так, Л. Бахвалов пишет о том, что «первые работы по компьютерному моделированию были связаны с физикой, где с помощью моделирования решался целый ряд задач гидравлики, фильтрации, теплопереноса и теплообмена, механики твердого тела и т.д.; и по существу было оно, конечно, моделированием математическим. Успехи математического моделирования в физике способствовали распространению его на задачи химии, электроэнергетики, биологии и некоторых других дисциплин» [2, с. 37].

Следует определиться еще с одним принципиальным вопросом, а именно: *что* в изучаемом объекте исследуется с помощью математических описаний и моделей, другими словами, нацелена ли математизация эксперимента на выявление лишь *количественного* аспекта изучаемого объекта или одновременно и *качественного*? Ведь несмотря на трансформации и расширение предмета математики, специфику ее, как правило, связывают с раскрытием именно количественной стороны изучаемых объектов. Кроме того, достаточно распространена общая оценка роли компьютерных экспериментов именно в этой их функции. Так, С.В. Вонсовский, оценивая достижения в данной области, утверждает: «Как в свое время паровая машина и другие двигатели освободили человека от тяжелого физического труда, так и современные компьютеры освободили ученых и инженеров от рутинного труда длительных математических вычислений. ...Применение этих аппаратов с самого начала сводилось к количественной обработке получаемых физиками и инженерами математических формул и выводов» [4, с. 424]. При этом не стоит переоценивать значимость исследования количественного аспекта: та или иная область науки еще должна дорасти до возможности ее количественного описания.

Компьютеризация приводит к необходимости поиска параметров, от которых зависят свойства изучаемого объекта, а это уже шаг к исследованию качества. Даже если признать значимость компьютерных экспериментов в исследовании количественных аспектов, то мы должны допустить их неотрывность от натуральных экспериментов, включенность в них. Математизированный компьютерный эксперимент не существует в отрыве от натурального: первый вырастает из второго, для обслуживания его он и возникает, и существует.

Но сугубо к количественной, вычислительной функции роль компьютерного эксперимента не сводится. Чтобы убедиться в этом, вновь обратимся к истории компьютеризации в науке, которая оказалась зависимой по меньшей мере от двух факторов: во-первых, от возможностей развития самой вычислительной техники и, во-вторых, от сложности объектов научного исследования.

Если принять во внимание первый фактор, то в конце 1980-х годов Н.Н. Моисеев высказывает следующие соображения: «История компьютеров первого и второго поколения была лишь предысторией вычислительной техники, а ее настоящая история началась... с появления компьютеров третьего поколения. Главное, что было достигнуто... простота общения с машиной, позволившая пользователю организовать диалог “человек – ЭВМ”... Благодаря этому ЭВМ из быстродействующего мыслительного устройства постепенно превращается в совершенно новый инструмент исследования... Появление человеко-машинных вычислительных комплексов означает качественное изменение возможности человека в познании окружающего мира» [7, с. 175–176].

Из этого можно заключить, что принципиальная новизна компьютерного эксперимента в науке задается его техническими возможностями. Эксперимент как *диалог человека с природой* дополняется *диалогом человека с машиной*. ЭВМ третьего поколения появляются в конце 1960-х годов, а уже в начале 70-х годов активно обсуждается проблематика так называемого *искусственного интеллекта*. Например, школа Н.М. Амосова разрабатывала теоретические и прикладные аспекты *эвристического моделирования*. Он сознательно шел на то, чтобы моделировать не узконаправленные и специализированные виды умственной деятельности, а достаточно сложные процессы мышления, протекающие в естественной среде обитания человека. Ученый исходил из того, что «наиболее интересные и практически важные результаты могут быть получены только путем воспроизведения в автоматах неформальных приемов человеческого мышления. Для решения задач такого типа были широко

использованы эвристические приемы и методы. ...Арсенал приемов такого рода весьма широк и включает как отдельные полезные эвристики... так и хорошо организованные эвристические процедуры построения моделей (например, процедуру эвристического программирования)» [1, с. 7].

Что касается второго фактора, то со второй половины XX – начала XXI столетий в науку вовлекаются объекты, которые принципиально не могли быть изучены в ходе натурального эксперимента. И это фиксируют ряд исследователей. Вот какие аргументы в пользу незаменимости именно компьютерного эксперимента приводит один из них: «Компьютерное моделирование незаменимо в тех случаях, когда физический эксперимент невозможен, потому что он либо запрещен (например, при изучении здоровья человека), либо слишком опасен (например, при изучении экологических явлений), либо просто неосуществим (например, при изучении астрофизических явлений, глубинных свойств Земли). ...Вряд ли гуманно поставить натуральный эксперимент по распространению какой-либо эпидемии, например, чумы. ...Известны результаты компьютерного моделирования явления “ядерной зимы”, выполненные в ВЦ АН СССР под руководством академика Н.Н. Моисеева» [5].

У самого Н.Н. Моисеева, склонного к постановке научных проблем глобального масштаба, есть убедительные рассуждения по поводу особого рода объектов современной науки, которые не могут быть изучены с помощью традиционных методов. Так, по поводу биосферы как объекта исследования он пишет: «Нам необходимо... научиться оценивать влияние человеческой деятельности на изменение параметров биосферы и тенденций ее изменения как единой системы. Добиться всего этого с помощью обычных экспериментов, которые используются в традиционных экологических исследованиях, мы не можем. ...Во-первых, биосфера – это уникальный объект, существующий в единственном экземпляре. ...Обычный (не машинный) эксперимент... предполагает возможность воспроизведения изучаемых объектов и процессов, многократного повторения и проверки опыта. Во-вторых, любые эксперименты с биосферой крайне опасны, ибо вполне могут поставить человечество на грань катастрофы» [7, с. 177–178].

Ставя под вопрос натурную разновидность эксперимента как способ исследования жизненно значимых объектов глобального масштаба типа биосферы, Н.Н.Моисеев вводит еще одно название для компьютерного эксперимента, которое отвечает новому этапу в развитии компьютерной техники, когда появились ЭВМ четвертого поколения, –

«имитационное компьютерное моделирование». В связи с этим он пишет: «В подобных ситуациях математическое моделирование и экспериментирование с системами математических моделей, которые имитируют реальность, становится единственно реальным средством анализа» [7, с. 184].

Итак, имитация исследуемого объекта с помощью компьютерного моделирования становится принципиально новым видом научного эксперимента, который позволяет не только рассматривать количественные параметры и зависимости, но и проникать в самую суть изучаемого объекта. По признанию Н.Н. Моисеева, именно он ввел термины «имитационная система» и «имитационное моделирование», обозначив ими новую разновидность эксперимента. Компьютерное имитационное моделирование – это уже не средство количественного анализа, которое работает на натуральный эксперимент, а относительно самостоятельный вид экспериментирования с системами такого уровня сложности, которые недоступны прямому эксперименту. Еще один важный, по оценке Н.Н. Моисеева, момент: имитационное моделирование на ЭВМ четвертого поколения можно осуществлять только на базе ЭВМ третьего поколения, реализующих человеко-машинный диалог.

Что собой представляет *субъект исследования* в этом феномене человеко-машинного диалога? Вот какие пояснения мы находим у Н.Н. Моисеева: «Организация сложных... системных исследований представляется мне в форме некоторой сети, в узлах которой находятся “головы” биологов, физиков, химиков, экологов, экономистов и т.д., способные давать правильные и четкие ответы на отдельные, вполне конкретно поставленные вопросы. Между собой эти... “локальные интеллекты” связаны нитями логических отношений, провести анализ и установить закономерности которых... способна только вычислительная машина» [7, с. 186]. Таким образом, исследователь, производящий эксперименты подобного рода, приобретает *интерсубъективный* характер.

Изложенного достаточно для того, чтобы назвать познавательные функции компьютерного эксперимента в научном исследовании. Компьютерное моделирование позволяет составить представление о системном строении, функционировании и развитии объекта исследования, причем на уровне выявления закономерностей. Все это означает, что компьютерное моделирование обеспечивает науке ее важнейшую познавательную функцию – *предсказывать* возможные формы организации изучаемых объектов, динамику и тенденции их эволюции.

Для нашей оценки познавательных функций компьютерного эксперимента важно следующее: с его помощью можно выявлять то, что бывает недоступно натурному эксперименту.

Является ли компьютерный эксперимент общенаучным методом исследования или область его использования ограничивается естественными и математическими науками? Возникает необходимость определиться с вопросом относительно технических наук, а также подсистемы социально-гуманитарных наук.

Что касается технических наук, то они активно используют компьютерный эксперимент. Обратимся к методологическим исследованиям представителей технических наук. В этом плане интересна работа В.В. Налимова и Н.А. Черновой «Статистические методы планирования экстремальных экспериментов» [8]. Во Введении они пишут о том, что попытались осмыслить новые методы исследования, которые стали появляться в 1950-е годы. Эти новые методы сформировали новую научную дисциплину – «математическую теорию эксперимента», одним из разделов которой является «планирование экстремальных экспериментов». Раскрывая цель этих экспериментов, авторы пишут: «Многие исследования, проводимые в физике, химии и металлургии, сводятся к решению экстремальных задач, направленных на отыскание оптимальных условий протекания процессов или на оптимальный выбор состава многокомпонентных систем» [8, с. 7]. Показывая распространенность и значимость таких исследований, они отмечают, что это «наиболее важный в практическом отношении раздел математической теории эксперимента. Большинство научных и инженерно-технических работников отраслевых научно-исследовательских институтов и заводских лабораторий занято решением экстремальных задач» [Там же]. Особенность этих исследований заключается в том, что «при решении подобного рода задач приходится иметь дело с очень большим числом независимых переменных» [Там же, с. 9]. Создать в разумные сроки теорию, позволяющую решать все многофакторные экстремальные задачи определенного типа, как правило, не удастся, поэтому «в большинстве случаев экстремальные задачи решаются экспериментально, при неполном знании механизма явлений» [Там же, с. 7].

Технический эксперимент, предпринимаемый для решения экстремальных задач, приобрел все отличительные признаки *компьютерного эксперимента*. В.В. Налимов и Н.А. Чернова описывают его так: «Существенным здесь является... то, что при новом подходе к решению экстремальных задач исследователь получает математическую модель про-

цесса. Эта модель может быть использована при переходе к автоматическому управлению» [Там же, с. 8]. При этом отметим, что математическому моделированию подвергается не только многофакторное, детерминированное независимыми переменными исследуемое явление, но и сам эксперимент – данная процедура ранее была обозначена как «математизация эксперимента». В технических исследованиях она обретает свою специфику: «Планирование эксперимента – это новый подход к исследованию, в котором математическим методам отводится активная роль. ... Исследователь выбирает некоторую оптимальную стратегию для управления экспериментом. Процесс исследования обычно разбивается на отдельные этапы. После каждого этапа исследователь получает новую информацию, позволяющую ему изменять стратегию исследования» [Там же, с. 10].

Отмечена важная эпистемологическая роль компьютерного эксперимента в технических науках, которую можно экстраполировать и на другие науки, а именно: при компьютерном экспериментировании можно получать результаты в условиях неполного знания об изучаемом явлении.

Если обратиться к социальным наукам, то, например, экономические науки во многом близки к естественным и техническим по характеру и степени внедрения в них компьютерного эксперимента. Компьютерное моделирование уже не первое десятилетие является одной из учебных дисциплин при подготовке экономистов, а это означает, что данный метод прочно вошел в практику научного исследования в области экономики. Развитость компьютеризации в экономических науках объясняется двумя факторами. Во-первых, имеется большой опыт в математическом описании экономических объектов. Во-вторых, высокий уровень сложности экономических объектов приводит к тому, что при их исследовании «возникают ситуации, когда невозможно непосредственно получить знание или прогнозировать их поведение из-за... отсутствия полной теории» [6, с. 3], поэтому исследование сложных экономических систем возможно только с помощью компьютерного эксперимента. Специалисты признают важную роль компьютерного моделирования в изучении как количественных (учитывается многообразие параметров, от которых зависит система, и т.д.), так и качественных (выявляются структура и динамика, способы оптимального функционирования и возможности устойчивого развития и т.д.) сторон экономических систем. Они отмечают также, что «появился новый метод моделирования, который базируется на прямом воспроизведении исходной системы программны-

ми средствами с искусственной имитацией параметров, от которых зависит система. Этот метод получил название имитационное моделирование» [Там же, с. 3].

Как видим, экономические науки мало чем отличаются от авангардных областей научного знания в плане компьютеризации и применения технологий компьютерного эксперимента.

В отношении гуманитарных наук можно констатировать следующую ситуацию. В данной подсистеме есть такие области знания, которые практически одновременно с естественными и математическими науками овладевали процедурами компьютерного моделирования. К таким областям относится, например, лингвистика, которая через структурную и математическую лингвистику продвигалась к практике машинного (автоматизированного) перевода. Если взять современные средства компьютерного моделирования – графики, таблицы, трехмерные изображения, рисунки, гипертексты, анимационные модели и прочие разновидности структурно-функциональных моделей, то сегодня сложно представить себе какую-либо область гуманитарных наук, которая могла бы обходиться без этих средств.

Следовательно, есть основания считать, что компьютерный эксперимент как метод научного исследования проникает во все основные подсистемы науки: естественные, технические, социальные и гуманитарные. При этом сложился определенный порядок внедрения методов, связанных с компьютерными технологиями, – от *структурно-функционального до имитационного компьютерного моделирования*.

Космизация эксперимента

Космизация разных сфер человеческой жизнедеятельности, в том числе и науки, берет начало в 50-е годы XX столетия. Под *космизацией эксперимента* будем понимать, во-первых, появление такой его разновидности, как *космический эксперимент*, а во-вторых, проникновение его достижений (через средства, приборы, механизмы, результаты и проч.) в технологию и результаты земных экспериментов.

В космических экспериментах происходят радикальные изменения во всех составляющих экспериментальной деятельности: в ее объекте, субъекте, средствах и технологии ее проведения. Характер этих изменений таков, что их оценивают как революционные.

Если обратиться к объектам космических экспериментов, то вот только названия фундаментальных исследований, уже выполнявшихся

в рамках Федеральной космической программы России с 2006 по 2015 г.: внеатмосферная астрофизика – получение научных данных о происхождении и эволюции Вселенной; планетология – исследование планет и малых тел Солнечной системы; изучение Солнца, космической плазмы и солнечно-земных связей; исследования в области космической биологии, космической физиологии и космического материаловедения, а также физика микрогравитации [10].

С точки зрения философии и методологии науки важными являются следующие изменения в объектах исследования, вовлеченных в космические эксперименты.

Первое состоит в том, что современная астрофизика выбивает остатки почвы из-под ног спекулятивно-метафизических размышлений о *мире в целом*, проводя исследования глобальной структуры, зарождения и возраста Вселенной, строения и эволюции метagalactic и галактик, их ядер, звезд и планетных систем. С помощью научных средств рассматриваются такие превосходящие человеческое воображение теоретические конструкты, как темная материя и темная энергия, черные дыры, антивещество и античастицы и др. В земных экспериментах опытные данные об объектах подобного рода получить невозможно, поскольку они в силу тех или иных обстоятельств выпадают из «земного» поля зрения. В качестве примера и для подтверждения сказанного сошлемся на такой факт: «огромную роль... сыграли космические средства, обеспечивающие научные исследования многих объектов Вселенной. Они позволяют проводить астрофизические исследования далеких объектов с помощью телескопов, вынесенных за пределы земной атмосферы, затрудняющей или исключаящей возможность многих видов наблюдений с поверхности Земли» [10]. Вот еще один аргумент: «в условиях длительного воздействия космических факторов... на борту космического аппарата ученые могут проводить такие биологические и технологические эксперименты, которые абсолютно невозможны на Земле» [10]. Да и сама Земля перестает быть только теоретическим конструктом, а становится физическим объектом для исследований с МКС и с помощью других космических аппаратов в так называемом ближнем и дальнем космосе.

Второе изменение в объектах исследования заключается в следующем. Научная революция Нового времени была связана с открытием тождественности законов неба и законов Земли, т.е. законы механики *универсальны*. При этом «небесное» изучалось в земных условиях и экспериментах. Так происходило и на этапе неклассической науки. Это

осознает, например, В.Ф. Вайскопф, когда пишет: «...Работа Кюри положила начало третьему периоду в физике. ...Тогда физика вышла на новый рубеж, и это можно назвать *прыжком в космос*. ...Обнаружились новые силы природы – ядерные силы... значительно превосходящие другие силы... Процессы и реакции, обнаруженные этой новой ветвью физики, не встречаются в естественных условиях на Земле. ...Этот мир играет фундаментальную роль во Вселенной. ...Ядерные процессы затрагивают значительно большую часть Вселенной, чем атомные явления. Сама Кюри и ее последователи... воспроизводили подобные процессы в земных условиях» [3, с. 235–236].

Космические эксперименты современной астрофизики имеют дело с объектами, взятыми в их *естественной среде* существования. Применительно к ядерным силам это означает, что «для ядерной физики некоторые объекты во Вселенной являются естественной лабораторией, где сама Природа ставит эксперименты, которые невозможны в земных лабораториях. ...Их можно проводить в такой же, как в реакторе, плазме, заполняющей околоземное космическое пространство» [10].

Объекты космических экспериментов требуют последовательного отхода от геоцентризма, когда земное экстраполируется на всю Вселенную. Одновременно надо учитывать и другое требование – рассматривать земные события (и земные объекты) в цепи космических взаимозависимостей. Еще В.И. Вернадский утверждал, что научно познать любой объект – значит поставить его в рамки космической реальности.

И наконец, третье отличие. Имеются данные о том, что объекты, проявляющие в земных условиях одни свойства, могут радикально их менять в условиях неземных. Здесь уместно сослаться на пример с плазмой. В неземных условиях плазма становится так называемой пылевой плазмой, которая отличается от обычной плазмы присутствием в ней относительно крупных микрочастиц-пылинок, и она становится объектом изучения физики пылевой плазмы.

Как меняется статус субъекта в условиях космизации эксперимента?

Первый значимый признак субъекта в сфере космических исследований заключается в том, что все, чем он располагает в ходе эксперимента, поставлено в зависимость от земных законов, от тех уникальных свойств, которыми обладает Земля как космическое тело. С учетом данного фактора создаются космическая научная аппаратура, пилотируемые космические корабли и станции, выбираются объекты исследования и т.д. Другими словами, именно космические эксперименты заставляют осознать, что *субъектом научной деятельности является «землянин»*.

И как неклассический эксперимент привел к осознанию неустранимости взаимодействия субъекта с приборами, так постнеклассический эксперимент подводит к признанию неустранимости геофизических (а также геобиологических, геоантропологических) факторов существования субъекта научной деятельности.

Второе. Космизация эксперимента связана с активным внедрением *роботизированной техники*, без которой сегодня просто невозможно представить себе исследование планет Солнечной системы. Еще в начале 1970-х годов, разрабатывая проблематику искусственного разума, Н. Амосов и его соавторы суть этой техники определили так: «В последние годы исследования по построению автоматов... широко развиваются в области конструирования роботов – автономных технических систем, снабженных устройствами, обеспечивающими непосредственное воздействие на окружающую среду... Центральными при построении роботов являются проблемы организации процессов восприятия информации и построения на основе этой информации системы адекватных поведенческих реакций. Структуры, реализующие эти функции, составляют “мозг” робота» [1, с. 8]. «Мозг» робота частично замещает мозг человека, когда невозможно присутствие экспериментатора в среде, где существует исследуемый объект.

Вместе с роботизацией в космический эксперимент активно включаются и другие средства компьютеризации. При этом используются самые разнообразные виды компьютерного моделирования. Нередко при описании космических исследований компьютерные модели называют *симуляциями*. И термин «симуляция» кажется вполне уместным, когда речь идет о моделировании рождения Вселенной, Большого взрыва, образования галактик, планет и многого другого. Компьютерные симуляции позволяют понять, в каком смысле постнеклассическая наука имеет дело с возможными и невозможными мирами, а также и то, в каком смысле ее объектами становятся виртуальные объекты.

Роботизированная техника, различные виды компьютерного моделирования обеспечивают *дистантную форму* проведения космического эксперимента, что также является его отличительной чертой.

Третье. Нельзя не признать существенного влияния космических технологий на средства и возможности, которыми сегодня располагает субъект-исследователь при получении информации. Современный исследователь погружен не просто в ноосферу, а в *информационную сферу (инфосферу)*, поскольку он располагает техническими средствами вхождения в ноосферу, что делает его равноправным участником мировой

науки, независимо от воздействующих на него географических или социокультурных факторов. Сегодня нельзя не признать, что субъект-исследователь погружен в глобальное информационное поле, конструируемое космическими системами.

И наконец, еще одно существенное отличие субъекта космического эксперимента: он *интерсубъективен*. Следует отметить характерные черты интерсубъективности именно постнеклассической науки. Космические эксперименты имеют характер международного сотрудничества: космические аппараты, как правило, включают в себя приборы и установки, созданные учеными разных стран; коллектив МКС сегодня также представляет собой содружество исследователей разных стран (как заметил один из космонавтов, каждый из них одновременно и исследователь, он всегда прибывает на станцию с каким-нибудь экспериментом); результаты космических экспериментов раньше или позже становятся достоянием мировой науки.

Таким образом, космизация эксперимента радикально преобразует и субъект, и объект, и средства исследовательской деятельности.

Свойственна ли космизация всем основным подсистемам науки? Все активнее происходит космизация экспериментальной деятельности в первую очередь в технических, естественных и математических науках (в их фундаментальных и прикладных исследованиях). При этом среди естественных наук, связанных с космическими экспериментами, есть не только физико-химические, но и биологические науки. Сегодня достаточно строгий смысл имеют такие предметные области, как космическая биология и космическая медицина, правомерно говорить и о космической психологии. Все чаще говорят о возникновении космической экологии, нет сомнения, что достаточно быстро космизируется и земная экология. Процессы глобализации приводят к необходимости учета планетарных факторов также в экономических исследованиях. Не могут не вызвать интереса и рассуждения о формировании спутниковой археологии, данные которой могут радикально менять информацию, получаемую традиционными методами. По-видимому, еще рано делать выводы о том, в какой степени космический эксперимент проник в основные подсистемы науки, – этот процесс только начался.

* * *

Подводя общий итог, можно отметить, что процессы компьютеризации и космизации экспериментальной деятельности стали ее принци-

пильно новыми признаками во второй половине XX – начале XXI вв. и постепенно они охватывают всю систему науки. Данные процессы позволяют говорить о существенных изменениях в основаниях и методах науки, а значит, и о необходимости отсчета нового этапа в ее развитии – постнеклассического.

Литература

1. *Амосов Н.М., Касаткин А.М., Касаткин Л.М., Талаев С.А.* Автоматы и разумное поведение: Опыт моделирования. – Киев: Наукова думка, 1973. – 371 с.
2. *Бахвалов Л.* Компьютерное моделирование: долгий путь к сияющим вершинам? – URL: <http://offline.computerra.ru/1997/217/814/> (дата обращения 10.06.2014).
3. *Вайскопф В.Ф.* Физика в двадцатом столетии. – М.: Атомиздат, 1977. – 270 с.
4. *Вонсовский С.В.* Современная естественно-научная картина мира. – Екатеринбург: Гуманитар. ун-т, 2005. – 680 с.
5. *Корнилов В.С.* Компьютерные технологии – эффективный инструмент идентификации математических моделей. – URL: <http://ido.rudn.ru/vestnik/2004/10.pdf> (дата обращения: 15.05.2014).
6. *Литвинов А.Л.* Компьютерное моделирование в экономике: Учеб. пособие. – Белгород: БелГУ, 2003. – 108 с.
7. *Моисеев Н.Н.* Алгоритмы развития. – М.: Наука, 1987. – 304 с.
8. *Налимов В.В., Чернова Н.А.* Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука, 1965. – 340 с.
9. *Трахтенброт Б.А.* Алгоритмы и машинное решение задач / Популярные лекции по математике. – Вып. 26. – М.: Гостехиздат, 1957. – 95 с.
10. *Фундаментальные космические исследования.* – URL: <http://www.federspace.ru/main.php?id=25> (дата обращения 05.05.2014).

References

- Amosov, N.M., A.M. Kasatkin, L.M. Kasatkin and S.A. Talayev.* (1973). Avtomaty i rasumnoe povedenie: Opyt modelirovaniya [Automatic Machines and Reasonable Behavior: Experience of Modeling]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 270. (In Russ.).
- Bahvalov, L.* (1007). Kompyuternoe modelirovanie: dolgii put' k siyayushchim vershinam? [Computer modeling: a long way to shining peaks?]. Available at: <http://offline.computerra.ru/1997/217/814/>. Date of access: 06.10.2014. (In Russ.).
- Vayskopf, V.F.* (1977). Fizika v dvadtsatom stoletii [Physics in the Twentieth Century]. Moscow, Atomizdat Publ., 270. (In Russ.).
- Vonsovskiy, S.V.* (2005). Sovremennaya estestvenno-nauchnaya kartina mira [The Modern Scientific Picture of the World]. Ekaterinburg, University of Humanities Press, 680. (In Russ.).
- Kornilov, V.S.* (2004). Komp'yuternye tekhnologii – ehffektivnyy instrument identifikatsii matematicheskikh modeley [Computer technologies are efficient tools for identification of mathematical models]. Available at: <http://ido.rudn.ru/vestnik/2004/10.pdf>. Date of access: 15/05/2014. (In Russ.).

Litvinov, A.L. (2003). *Kompyuternoe modelirovanie v ekonomike: Uchebnoe posobie* [Computer Modeling in Economics: Textbook]. Belgorod, Belgorod State University Press. 108. (In Russ.).

Moiseyev, N.N. (1987). *Algoritmy razvitiya* [Algorithms of Development]. Moscow, Nauka Publ. 304. (In Russ.).

Nalimov, V.V. and N.A. Chernova. (1965). *Statisticheskie metody planirovaniya ekstremal'nykh eksperimentov* [Statistical Methods of Planning of Extreme Experiments]. Moscow, Nauka Publ. 340. (In Russ.).

Trakhtenbrot, B.A. (1957). *Algoritmy i mashinnoe reshenie zadach. Seriya: Populyarnye lektsii po matematike. Vyp. 26.* [Algorithms and Machine Solution of Tasks]. Moscow, Gostekhizdat Publ. Series: Popular Lectures on Mathematics. Iss. 26]. 95. (In Russ.).

Fundamentalnye kosmicheskie issledovaniya [Fundamental research of space] Available at: <http://www.federspace.ru/main.php?id=25>. Date of access: 05.05.2014. (In Russ.).

Информация об авторе

Брянник Надежда Васильевна – доктор философских наук, профессор. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (620000, Екатеринбург, просп. Ленина, 51, e-mail: vastas07@mail.ru)

Information about the autor

Bryanik, Nadezda Vasilyevna – Doctor of Sciences (Philosophy), Professor at the First President of Russia B.N. Yeltsin Ural Federal University (51, Lenina av., Ekaterinburg, 620000, Russia, e-mail: vastas07@mail.ru)

Дата поступления 30.06.2016