## Особенности методов современного экспериментально-математического естествознания. Системный подход как его важнейшая парадигма

естественнонаучное познание научный эксперимент математический

Процесс естественнонаучного познания в самом общем виде представляет собой решение различного рода задач, возникающих в ходе практической и теоретической деятельности. Решение возникающих при этом проблем достигается путем использования особых приемов (методов), позволяющих перейти от того, что уже известно, к новому знанию. Такая система приемов называется методом. **Метод – это совокупность приемов и операций, принципов и правил практического и теоретического познания действительности.** Своеобразие научных методов состоит в том, что они относительно независимы от типа проблем, но зависимы от уровня и глубины научного исследования, что проявляется, прежде всего, в их роли в научно–исследовательских процессах. То есть, в каждом научно–исследовательском процессе меняется сочетание методов и их структура. Благодаря этому, возникают особые формы (стороны) научного познания, важнейшими из которых являются эмпирическая, теоретическая и производственно–техническая.

**Эмпирическая форма** предполагает необходимость сбора фактов, информации, а также их описание (изложение и первичная систематизация фактов). Эмпирическое исследование предполагает целую систему экспериментальной и наблюдательной техники (устройств, приборов, инструментов и т.д.), с помощью которой устанавливаются новые факты.

**Теоретическая форма** связана с объяснением, обобщением, созданием новых теорий, выдвижением гипотез, открытием новых законов, предсказанием новых фактов в рамках этих теорий. С их помощью выполняется мировоззренческая функция науки. Теоретическое исследование предполагает работу ученых, направленную на объяснение фактов, полученных на практике и образование научных понятий, обобщающих опытные данные. Оно осуществляет проверку познанного на практике.

**Производственно–техническая сторона** проявляет себя как непосредственная производительная сила общества, прокладывая путь развитию техники, но это уже выходит за рамки собственно научных методов, так как носит прикладной характер.

В основе методов естествознания лежит единство его эмпирической и теоретической сторон, они тесно взаимосвязаны и обуславливают друг друга.

Важнейшим условием возникновения и существования точного естествознания является использование научного эксперимента и математического аппарата исследования. Остановимся подробнее на их роли в системе современного естествознания.

Слово «эксперимент» в переводе с латинского означает «пробу» или «опыт». **Научный эксперимент** – это наиболее сложный и эффективный метод эмпирического познания, способ практического, активного исследования объекта в контролируемых и управляемых условиях, когда исследователь не ограничивается простым наблюдением, а активно, специальным образом вмешивается в естественный ход исследуемых явлений и изучает объект путем создания искусственных условий с целью получения нужной информации о свойствах этого объекта, что называется в науке **экспериментальной ситуацией.** Благодаря эксперименту ученому удается: - изолировать изучаемый предмет от влияния побочных и затемняющих его сущность явлений, т.е. изучать объект в чистом виде; - многократно воспроизводить ход изучаемого процесса в строго фиксированных и поддающихся учету и контролю условиях; - планомерно изменять (варьировать, комбинировать) различные условия и взаимодействия для получения необходимой информации. Ещё в ХУ11 веке, в эпоху становления научного естествознания английский мыслитель Ф.Бэкон отмечал, что когда мы активно вмешиваемся в изучаемый объект, изменяя интенсивность и условия протекания процесса, то предмет полнее и быстрее проявляет свои скрытые свойства, чем в естественных природных условиях. Обычно для этого используются специальные инструменты и приборы, сложные экспериментальные установки. В наши дни – это электронные микроскопы, радиотелескопы, ускорители элементарных частиц, атомные реакторы, глубоководные батискафы, автоматические искусственные спутники. В этой связи важнейшим методологическим достижением современной науки стало понимание того, что исследователь, взаимодействуя с объектом и видоизменяя его, не только не искажает объективные характеристики явлений и процессов, а, напротив, глубже проникает в их скрытую сущность.

Естественнонаучный эксперимент является наиболее развитым и технически разработанным. Выбор того или иного вида эксперимента, как и план его осуществления, зависит от исследовательской задачи. В этом отношении эксперименты подразделяются на **поисковые** (для обнаружения неизвестных объектов), **измерительные**( для установки количественных параметров изучаемого предмета или процесса), **контрольные(** для проверки полученных ранее результатов**)**, **проверочные** (для подтверждения или опровержения определенной гипотезы или теоретического утверждения.

Научный эксперимент является сложной, синтетической формой эмпирического познания, включающей в себя все другие его методы: в ходе эксперимента применяются и наблюдения, и описания, и измерения и материальные модели. Поэтому научный эксперимент выступает основой эмпирической базы современного точного естествознания.

Значение эксперимента для развития науки трудно переоценить, поскольку он выступает обычно решающим критерием истинности теоретических построений или их опровержения. Имея возможность в ходе эксперимента изучать объект в «чистом виде», в экстремальных условиях, повторять его необходимое количество раз, ученый иногда способен воспроизводить в эксперименте то, что происходило на планете миллиарды лет назад. Успешно осуществив, например, опыт по химическому синтезу различных веществ (СН4, УН3, Н2, СО, СО2,У2) и паров воды в условиях действия электрических разрядов, экспериментаторы доказали истинность гипотезы А.И. Опарина о возникновении органических соединений из неорганических и путях формирования первых живых организмов на нашей планете. Опыт, проведенный в свое время физиком Майкельсоном, опроверг гипотезу о существовании неподвижного эфира, одновременно позволив сделать новые обобщения, послужившие толчком для создания специальной теории относительности.

Одна из характерных тенденций современной науки - ее усиленная **математизация**: все более широкое применение языка математики и математических методов исследования в самых различных отраслях научного познания. Это связано с тем, что без познания количественных отношений в изучаемых объектах нельзя правильно отразить его качественную специфику и закономерности развития. Эти количественные отношения и есть предмет математики. Её применение в науке придает знаниям строгость и точность. Отмечая это, И. Кант утверждал, что в науке столько истины, сколько в ней математики. К. Маркс подчеркивал, что наука только тогда достигает своих вершин, точности и совершенства, когда ей удается пользоваться математикой. При этом следует иметь в виду, что применение математического аппарата возможно на сравнительно высоком уровне развития той или иной науки, когда описательный метод в ней становится подчиненным.

Математическое кодирование явлений природы позволяет понимать, управлять и предсказывать ход физических процессов. В истории культуры это первым осознал выдающийся древнегреческий мыслитель и математик **Пифагор**. Он обнаружил, что высота музыкального тона инструмента связана числовой зависимостью с ее длиной. Более того, он считал, что простые числа и геометрические фигуры, заключающие в себе соразмерность, или гармонии, являются началами мира. Эти идеи через Платона, Коперника и Дж. Бруно подхватил и развил один из основателей классической механики Г. Галилей. Галилей подчеркивал, что ученый, который пожелает решить проблемы естествознания, без математики столкнется с непреодолимой задачей. Тем не менее, нельзя абсолютизировать роль математики в естествознании. Математические формулы сами по себе абстрактны и лишены конкретного содержания. **Только согласованные с научным наблюдением и экспериментом естественные исследования наполняют математические формулы конкретным содержанием.**

В эпоху бурного развития естествознания в конце 19 – начале 20 века математика стала служить средством получения простых (изящных, красивых) законов о сложных явлениях природы. В 20 веке, когда естествоиспытатели столкнулись со сложными закономерностями микромира, математика стала для них средством проведения эксперимента. Если физический объект правильно выражен формулой и если правила математических преобразований согласованы с изучаемыми физическими процессами, то физические преобразования объектов могут быть заменены математическими преобразованиями исходных формул. В этом случае результаты математических преобразований будут как бы автоматически соответствовать физическим экспериментам, то есть **математика выполняет в естествознании эвристическую, познавательную функцию.**

Необходимо отметить, что роль математики различна в разнообразных областях естествознания. Традиционно высока ее роль в физике, особенно в сфере установления общих законов природы, теории элементарных частиц, астрономии, космологии и т.д. К примеру, впервые нестационарное (эволюционное) поведение Вселенной было доказано русским математиком А. Фридманом в 1924 г., как логическое следствие теории относительности А. Эйнштейна, хотя сам А. Эйнштейн в общей теории относительности первоначально создавал модель стационарной Вселенной. Кроме того, математические расчеты эффектов относительности (релятивизма) впервые были обоснованы французским математиком А. Пуанкаре задолго до изложения А. Эйнштейна, но эти расчеты были столь сложны, что не нашли отклика научной общественности.

Принципиальная применимость математических методов в различных областях научного познания имеет свою объективную основу в единстве количественной и качественной определенности всех явлений объективного мира. Степень этой применимости определяется мерой возможного абстрагирования (отвлечения) количественной стороны явления от его качественной специфики. Поэтому при изучении сложных социальных явлений, таких как нормы морали или законы искусства, политические процессы и т. п. применение математики практически невозможно.

В современном естествознании роль математики непрерывно возрастает, ее аппарат совершенствуется, а язык ее становится очень своеобразным и сложным, недоступным для неспециалистов. В последние десятилетия все чаще встречается чисто математическое творчество в физике. Необходимо, однако, помнить, что математические формализмы не являются самоцелью в научном познании, они – всего лишь вспомогательное средство познания процессов природы и организации научного знания.

Наиболее широко и эффективно применимы в современном естествознании математические методы теоретического исследования: аксиоматический метод, метод математической гипотезы и математического моделирования. В настоящее время математическое моделирование часто осуществляется с использованием компьютерной техники.

С переходом к изучению больших и сложно организованных объектов прежние методы классического естествознания оказались неэффективными. Для изучения таких объектов в середине ХХ века стал активно разрабатываться системный анализ, или системный подход в исследованиях.

В основе его лежит исследование материальных и идеальных объектов как систем, имеющих определенную структуру и содержащих определенное количество взаимосвязанных элементов. Методологическая специфика системного анализа определяется тем, что он ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта и механизмов, обеспечивающих эту целостность, на выявление многообразных типов связей сложного объекта и сведение их в единую теоретическую картину.

Предпосылки системного подхода в науке формировались начиная со второй половины Х1Х века – в экономической науке (А. Богданов), в психологии (гештальтпсихология), в физиологии (Н.А.Бернштейн). В середине ХХ века системные исследования развивались почти параллельно в биологии, технике, кибернетике, экономике, оказывая сильные взаимные влияния.

Одной из первых наук, где объекты исследования стали рассматриваться как системы, была биология. Эволюционная теория Ч. Дарвина формировалась на базе статистического описания объектов исследования. Осознание недостатков этой теории заставило ученых подойти к разработке более широкого понимания процессов жизнедеятельности, и этот процесс шел в двух направлениях. Во-первых, произошло расширение сферы исследования за пределы организма и вида, которыми ограничивался Дарвин. В результате в первой половине ХХ века сформировалось и получило развитие учение о биоценозах и биогеоценозах. Во-вторых, в изучении организмов внимание исследователей переключилось с отдельных процессов на их взаимодействие. Было обнаружено, что важнейшие проявления жизни, не получившие объяснения в теории Дарвина, обусловлены внутренними взаимодействиями, а не внешней средой. Таковы, например, явления саморегуляции, регенерации, генетического и физиологического гомеостаза. Отметим, что все эти понятия возникли в кибернетике, а их проникновение в биологию способствовало становлению системного исследования в биологии. В результате было осознано, что эволюция не может быть понята без изучения организации таких надорганизменных объединений живых организмов, как популяция, биоценоз, биогеоценоз. Такие объекты являются системными образованиями, поэтому и изучаться они должны с позиций системного подхода. Иначе говоря, предмет исследования определяет метод исследования.

Основные принципы системного подхода к исследованию объектов любой природы сформулированы в междисциплинарной общей теории систем, первый развернутый вариант которой был разработан австрийским биологом-теоретиком Л.Берталанфи в 40-50-е годы ХХ века. Основная задача общей теории систем - найти совокупность законов , объясняющих поведение, функционирование и развитие всего класса объектов как целого. Системный подход направлен против редукционизма, который пытается любое сложное явление объяснить при помощи законов, управляющих поведением его составных частей, то есть сводит сложное к простому.

Системное исследование объектов является одной из самых сложных форм научного познания. Оно может быть связано с функциональным описанием и описанием поведения объекта, но не сводится к ним. Специфика системного исследования выражается не в усложнении метода анализа объекта (хотя это и имеет место), а в выдвижении нового принципа или подхода при рассмотрении объектов, в новой ориентации всего исследовательского процесса, по сравнению с классическим естествознанием. В современном естествознании системный подход выступает важнейшей методологической парадигмой. Эта ориентация выражается стремлением к построению целостной теоретической модели класса объектов и рядом других особенностей, а именно:

* При исследовании объекта как системы описание его компонентов не имеет самодовлеющего значения, поскольку они рассматриваются не сами по себе (как это было в классическом естествознании), а с учетом их места в структуре целого.
* Хотя компоненты системы могут состоять из одного материала, но при системном анализе они рассматриваются как наделенные разными свойствами, параметрами, функциями, и вместе с тем, они объединяются общей программой управления.
* Исследование систем предполагает учет внешних условий их существования (что не предусматривается в элементно-структурном анализе).
* Специфичной для системного подхода является проблема порождения свойств целого из свойств компонентов и, наоборот, зависимости свойств компонентов от системы целого.
* Для высокоорганизованных систем, именуемых органическими, оказывается недостаточным обычное причинное описание их поведения, поскольку оно характеризуется целесообразностью (подчинено необходимости достижения конкретной цели).
* Системный анализ в основном применим для сложных, больших систем (биологические, психологические, социальные, большие технические системы и т.д.)

Следовательно, система – это такое целое, которое образовано множеством взаимосвязанных элементов, где в качестве элементов выступают сложные, иерархически организованные структуры, связанные со средой. Система всегда представляет собой упорядоченное множество, взаимосвязанных между собой элементов, внутренние связи которых прочнее внешних.

Существенным аспектом раскрытия содержания понятия системы является выделение различных типов систем (типология или классификация). В наиболее общем плане системы можно разделить на материальные и идеальные (или абстрактные). Материальные (как целостные совокупности материальных объектов) делятся на системы неорганической природы (физические, геологические, химические и др.) и живые (или органические) системы, куда входят как простейшие биологические системы, так и очень сложные биологические объекты, типа организма, вида, экосистемы. Особый класс материальных органических систем образуют социальные системы, чрезвычайно многообразные по своим типам и формам (начиная от простейших социальных объединений и вплоть до социально-экономических и политических структур общества). Абстрактные системы являются продуктом человеческого мышления; они также делятся на множество различных типов: понятия, гипотезы, теории и т.д. В науке ХХ века большое внимание уделялось исследованию языка как системы (лингвистическая система); в результате обобщения этих исследований возникла общая теория знаковых систем – семиотика.

В процессе развития системных исследований ХХ века были более четко определены задачи и функции разных форм теоретического анализа всего комплекса системных проблем. Основная задача специализированных теорий систем – построение конкретно-научного знания о разных типах и свойствах систем, в то время как главные проблемы общей теории систем концентрируются вокруг логико-методологических принципов анализа систем, построения метатеории системных исследований.