

УДК 1:008.1

В.В. Чешев**ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ
СИСТЕМНОЙ ОНТОЛОГИИ**

Рассмотрены некоторые особенности становления абстракций системного подхода, в частности, роль технологической практики и технических знаний в становлении системной онтологии. Показаны ступени становления представления о целостности в техническом знании, обусловленные видением объекта как реализации принципа действия и как функционального целого. Указано на роль математических абстракций для проецирования новых абстрактных схем и перехода к онтологическим схемам системного подхода.

Ключевые слова: онтология, целостность, структура, функция, принцип действия.

Изучение особенностей познания объектного или иного типа требует обращения к конкретной логике познавательного процесса, приобретающей в конкретных ситуациях своеобразные черты. В частности, если речь идет о познании системных объектов, то вместе с общими закономерностями познания должны проявить себя и специфические познавательные приемы и средства, применяемые в таких случаях. Мы обратим внимание всеобщий и универсальный ход процедур познавательной деятельности, приобретающих некоторое своеобразие при познании сложных систем. Фундаментальной процедурой познавательного процесса является конструирование идеальной модели объекта, которая может быть также названа абстрактной моделью или абстрактно-теоретической схемой объекта той или иной степени сложности. Такое конструирование представляет собой процесс формирования онтологии в соответствующей области познания, и если исходить из деятельностных представлений о познании, то аксиомой теории познания становится положение, что познаваемый объект дан познающему субъекту в формах практики. Это представление блестяще реализовано в методологических исследованиях В.С. Стёпина [1. Гл. 2]. Им также показано, что в развитой науке выстраивание идеальной модели (теоретической схемы) может идти не только «снизу», т.е. через схематизацию предметных структур практики, но и «сверху» путем конструирования теоретических схем из совокупности абстрактных объектов, которыми располагает та или иная дисциплинарная сфера. Такое конструирование не может быть произвольным, оно направляется ограничениями, задающими сетку отношений для абстракций создаваемой конструкции. Но важным условием такого движения остается использование наличных конструктивных элементов, трансформируемых в ходе построения абстрактных схем. Оба пути построения онтологических конструкций не изолированы друг от друга и определенным образом соединяются в исследовательской работе. Мы попытаемся проследить некоторые черты названного взаимодействия в ходе построения системной онтологии, т.е. в ходе становления схемных построений системного подхода.

Задачи описания объектов как неких целостностей возникали по мере соприкосновения с действительностью, обладающей системными свойствами, что совершалось как в исследовательской, так и в технологической практике. При обращении к истории системного подхода, как она представлена в современной литературе, может показаться, что понятийный аппарат системного подхода возникал сугубо в исследовательской сфере, в частности, при исследовании биологических и социальных систем: «Существует настоятельная потребность в распространении средств науки на те области, которые выходят за рамки физики и обладают специфическими чертами биологических, бихевиоральных и социальных явлений. Это значит, что должны быть построены новые понятийные модели» [2. С. 28]. Примером системного подхода к социальным объектам явилась всеобщая организационная теория А.А. Богданова [3]. Действительно, источниками системного подхода называются те области, в которых происходила кристаллизация системных представлений и в особенности рождались математические средства описания структур с большим числом переменных. Но практически понятийный аппарат и абстрактные объекты системного описания возникали в ходе деятельности освоения природной среды, генерализация которого вела к выстраиванию системной онтологии и понятий системного подхода. В частности, особого внимания заслуживает технологическая практика как область деятельности, в которой рождались конкретные средства системного подхода и которая стала одной из важных сфер их практического применения. Неудивительно, что обобщающие работы Л. фон Берталанфи и Н. Винера появились практически в одно время, а объектом исследовательского внимания Н. Винера были преимущественно технические системы.

Характерным признаком системного подхода является использование представления о целостности объекта: «Может быть, самое важное – такие понятия, как целостность, организация, телеология и направленность движения или функционирования, за которыми в механистической науке закрепилось представление как о ненаучных или метафизических, ныне получили полные права гражданства и рассматриваются как чрезвычайно важные средства научного анализа» [2. С. 33]. С представления о целостности начинается специфика системных исследований, хотя строгое формальное определение понятия «целостность» оказывается весьма затруднительным. Например, еще в античной философии Космос предстает как некое большое целое, в каком-то смысле даже живое или подобное живому. Однако интуитивное видение целостности еще не давало конкретных средств ее описания. Это неудивительно, поскольку наиболее характерной ситуацией, когда исследователь обнаруживает системные свойства, являются воздействия, ставящие своей задачей управление объектом. Однако в античной практике задачи такого рода если и возникали, то не требовали системного видения объектов, в силу чего античная практика, как и античная философия, еще не пользовались специфическими средствами анализа целостности. В частности, М.П. Витрувий, оставивший свод технологических знаний своего времени, нигде не прибегает к средствам представления системного представления объекта. Даже в главе о подъемных машинах он ведет их описание через перечисление элементов и их конструктивных связей. При этом он может начинать свое опи-

сание с произвольного элемента, и машина как целое им нигде не представлена. Такая ситуация сохраняется вплоть до конца XVIII и начала XIX в., когда начинают складываться гносеологические средства, пригодные для описания сложных объектов, входящих в инженерную практику. Поэтому следует обратить особое внимание на техническую деятельность, принуждавшую искать конкретные средства для описания систем. На этом пути можно проследить зарождение элементов системного описания в технике и технологиях периода становления машинного производства.

Формирование средств системного видения технического объекта совершается по мере становления современной инженерии, т.е. инженерии, опирающейся на научное знание. На первых шагах роль такого «организующего» фактора играли почти исключительно естественнонаучные знания, спроецированные на практику конструирования и эксплуатации технических средств. Систематическое применение экспериментальных открытий и теорий естествознания для изобретения машин и технологий породило важную особенность описания технических устройств, которая проявляется через использование понятия «принцип действия». Характерный пример дает здесь освоение паровой машины, решающий вклад в изобретение которой сделал Д. Уатт. Конструктивные перемены, внесенные им в машину Ньюкомена – Коули, привели к существенному изменению в протекании термодинамического процесса преобразования тепловой энергии в механическую. Этот процесс предстал как изменение основных характеристик пара (температура и давление), сопровождающихся изменением его объема. После этого стало возможным построение тепловых диаграмм, отражающих термодинамический процесс (цикл Карно). Но вместе с представлением о термодинамическом цикле пришло и представление о принципе действия теплового двигателя и тепловых машин в целом. Принцип действия задан здесь термодинамическим процессом перехода тепловой энергии в энергию механического движения. В общем случае принцип действия указывал на некий физический процесс, осуществляемый в устройстве, в данном случае в паровой машине, и условия его осуществления. С точки зрения становления элементов системной онтологии здесь важно следующее. Принцип действия предстает как системообразующий принцип широкого класса технических устройств соответствующего типа, а каждое отдельное устройство оказывается конкретным целым, реализующим основной принцип. Формирование абстракции «принцип действия» и других сопровождающих ее конструктов стало шагом к представлению объекта как целого, и этот шаг был совершен в рамках становящейся машинной технологии и становящегося технического знания «классического типа». Поэтому абстракцию «принцип действия», возникшую в технической среде, можно рассматривать как одно из конкретных средств выстраивания онтологических моделей системного подхода. Это был шаг к идее системных принципов, задающих целостность объекта.

Подход к объекту как структуре, реализующей некий принцип, создает предпосылки для дальнейшей дифференциации средств его системного видения и для развития абстракций будущих системных представлений. Принцип действия указывает на основание для внутренней организации искусственного объекта, целевым назначением которого является осуществление опреде-

ленной функции в рамках предметного действия. Поэтому машинные устройства начинают рассматриваться как некое структурное целое, на организацию которого наложены два слоя требований. С одной стороны, объект представляет собой некую морфологическую структуру, реализующую принцип. С другой стороны, технический объект предстает как устройство, отдельные структурные элементы которого выполняют определенные функции в рамках целого. При этом функциональное расчленение может быть задано реализацией принципа, т.е. требует выделения отдельных элементов и узлов, функционально обусловленных ходом соответствующего физического процесса. Поэтому декомпозиция структуры такого технического объекта происходит в двух измерениях, именно, в измерении физическом и в измерении функциональном. В последнем случае сумма функций отдельных элементов может быть сведена к основной функции объекта. Иначе говоря, основная функция технического средства предстает как результат некой организации, в которой функции отдельных элементов ведут к осуществлению целевого назначения объекта через соответствующий физический процесс-принцип. На этом основании возникают процедуры структурно-функционального рассмотрения объектов практической деятельности и онтологическая аксиоматика структурно-функционального подхода. Собственно, необходимость рассматривать технические объекты как структуры, способные к тому или иному действию, т.е. к реализации некой функции, существовала всегда. Но указанный путь оформления аппарата структурно-функционального анализа в сфере технического знания начался в ходе становления машинной техники и, как уже отмечено, научной инженерии. Первые шаги в этом направлении были сделаны при исследовании кинематических цепей, и такая работа была продолжена при анализе других машин и механизмов, хотя в ходе становления технических наук «классического цикла» технический объект предстал прежде всего как структура, реализующая некий физический процесс.

Новый этап в развитии средств целостного описания объектов практики, соответствующий периоду становления общих положений системного подхода, связан с реализацией и исследованием процессов регулирования и управления ими. На этом этапе формируются представления об организованной сложности, реагирующей на те или иные внешние воздействия. Рассмотрение объекта с позиции управления и регулирования задает новую сетку отношений для абстрактных объектов, конструируемых в ходе схематизации объекта управления, иначе говоря, в ходе выстраивания его идеальной модели. Некоторые универсальные процедуры процесса конструирования новой онтологии можно проследить на простом примере регулирования оборотов паровой машины в зависимости от величины нагрузки. При рассмотрении управляющих воздействий и реакции объекта кардинально изменяется сам подход к нему, поскольку предметом изучения становятся связи, возникающие между теми или иными узлами в процессе преобразования входного сигнала вплоть до изменения основной регулируемой величины. Выявление таких взаимодействий на реальных объектах задает структуру отношений, в которую будут помещаться новые абстрактные объекты, в свойствах которых отражена их функциональная роль в рассматриваемых процессах. Тем самым при посредстве новых конструкций и новой сетки отношений задается абст-

рактная схема объекта, представленного как объект управления. Например, при управлении скоростью вращения вала паровой машины с помощью центробежного регулятора Д. Уатта необходимо наложить на физическую структуру машины регулировочные связи, начинающиеся с датчика оборотов. Тогда она окажется статической системой регулирования с обратной связью, осуществляемой с помощью центробежного регулятора. В датчике (регуляторе) такого типа считываемой величиной является перемещение движка, определяемое углом расхождения вращающихся грузиков. Сам же угол расхождения зависит от числа оборотов в единицу времени и, соответственно, от величины центробежной силы, отклоняющей грузики. Все необходимые величины такого датчика могут быть рассчитаны в полном соответствии со вторым законом механики Ньютона. Однако процесс регулирования оказывается весьма специфическим процессом, динамика которого рассчитывается по функциональным связям входных и выходных величин без обращения к физике процессов. Например, снимается характеристика зависимости числа оборотов машины от угла поворота крана, регулирующего поступление пара в машину. Точно так же снимается зависимость перемещения движка датчика от числа оборотов регулятора, и две названные зависимости в первом приближении достаточны, чтобы составить регулировочную характеристику машины. Важно то, что описание таких зависимостей принимает функциональный характер, а их применение не требует прямого обращения к физической природе протекающих процессов. Датчик оборотов может быть любым, достаточно знать для него функцию, связывающую входной и выходной сигналы. В целом объект предстает как некая функциональная структура, состояние которой может быть описано совокупностью так называемых передаточных функций, каждая из которых дает соотношение входного и выходного сигнала для соответствующего функционального узла. Это уже новое проявление системного подхода, при котором некое целое описано как объект регулирования, а группа уравнений отражает его реакцию как целого на воздействующие сигналы. Обычно при этом решается задача определения границ устойчивости системы при соответствующих управляющих или иных воздействиях на объект. В гносеологическом же плане нам важна *смена онтологии*, которая происходит при переходе к подобным описаниям. На место конструктивных узлов, их конструктивных связей и физических процессов приходит функциональная структура, в определенных границах *безразличная к физике протекающих процессов*. Эта смена онтологии и представляет собой внутренний шаг в развитии системного подхода, свидетельствующий о появлении нового качества.

В ходе выстраивания системной онтологии вскрывается особая роль математических средств. Для математики системный объект предстает как структура с множеством переменных. Описание связи этих переменных дает возможность определить состояние системы в условиях изменения одной или нескольких величин, представленных как управляющие сигналы или внешние воздействия. Выделение таких связей равнозначно абстрагированию сетки отношений, в которую должны вписаться элементы системы, с которыми связаны изменения тех или иных величин. Например, уравнения, отражающие регулировочные процессы в объектах, подобных паровой машине,

задают ее функциональную структуру, выявленную при описании регулирующего процесса. Такая структура оказывается некоей онтологической схемой, накладываемой в числе прочего и на морфологическую структуру объекта. Сами же функционально-математические модели системы, складывающиеся в ходе схематизации процесса регулирования, оказываются легко переносимыми из одной сферы в другую, ибо регулировочные процессы могут оказаться единообразными в системах, различных по своей физической природе. На это и указывал Н. Винер в своей книге о кибернетике [4].

Описание отдельных машинных систем (или устройств) как объектов регулирования представляет собой важный, но частный случай в развитии системных представлений. Познавательная ситуация стала изменяться по мере создания сложных социотехнических (человеко-машинных) систем, требующих соответствующей координации управляющих воздействий и совокупной реакции системы. Замечательным примером таких сложных объектов явились живые системы, осуществляющие жизненные процессы в природной среде. Биология также стала областью продуцирования системных представлений и средств описания сложных систем. Живые организмы изначально предстают как системы, являющиеся элементами более крупных систем. Однако далеко не всегда их описание происходило средствами системного анализа. Подобно тому, как это было в построении и использовании технических средств, в биологии осуществлялось выделение отдельных элементов и их свойств, как, например, классификация животных и растений К. Линнея, разделившая их на соответствующие таксономические группы. Сама по себе эта познавательная процедура явилась важнейшим шагом, подготавливавшим системное видение живого мира. Системные представления формировались по мере изучения анатомии животных и выявления функций отдельных органов в рамках организма как целого. Но функцией целого является жизнь в ее многообразных формах, и понятие целого распространяется рано или поздно на такие устойчивые жизненные структуры, как вид и популяция.

Живая природа представляет собой системы разной сложности, высшей формой которой является биосфера как живая оболочка планеты. Но это не значит, что системные представления и системная онтология изначально складывались в биологии вне связи с другими областями знания. Практически одновременное появление общей теории систем Л. фон Берталанфи и обобщающих суждений Н. Винера, сложившихся при исследовании технических структур, может свидетельствовать о едином процессе рождения системных представлений, синтезирующих опыт разных сфер деятельности человека. В частности, системы с обратной связью были известны и до появления сочинения американского математика, но достоинство исследования Н. Винера в том, что процессы регулирования в системах с обратной связью получили обобщенное описание. А наличие системы уравнений предполагает и определенную реальность, к которой они отнесены. Ввиду этого элементы системной онтологии получают определенный статус в системе абстрактных объектов определенной сферы познания и в последующем в картине мира. Собственно, с универсализацией системных представлений до уровня картины мира была связана полемика о кибернетике в СССР. Идеологическое неприятие было вызвано не описанием процессов регулирования в системах с

обратной связью, а попыткой распространить эти представления на общество, что затрагивало фундаментальные идеологические и теоретические постулаты.

В целом в процессе формирования средств системного анализа и системной онтологии достаточно явственно прослеживаются процедуры схематизации предметной практики, совершающиеся как в ходе технологического освоения действительности, так и в рамках научного эксперимента, являющегося в конечном счете специализированной формой практического взаимодействия с природной реальностью. Особая роль принадлежит здесь математике, применение которой ведет к перестройке онтологических схем системного подхода и введению неких универсальных конструктов, включаемых в новую сетку отношений. На этом пути происходит своеобразное конструктивное обобщение, при котором системное описание освобождается от специфических признаков, обусловленных физической природой той или иной системы. На их место приходят некие универсальные структурные или функциональные модели, по отношению к которым становятся возможны те или иные процедуры классификации и, что, еще более важно, создание универсального аппарата описания систем того или иного типа. Таков путь синтеза исследовательских усилий, осуществляемых как движение «снизу» от выстраивания конкретных систем, их схематизации и описания и как движение «сверху», представляющее как своеобразное системное конструирование, т.е. конструирование основных объектов и абстрактных схем системной онтологии.

Последним примером подобного синтеза стало формирование синергетики как онтологии самоорганизующихся систем. Ее основные понятия начали формироваться в математической теории нелинейных систем (математическая теория катастроф). Объектом исследования в этом случае стала нелинейная динамика поведения систем, когда в некоторых точках перелома система теряет устойчивость. Новые границы устойчивости и новое поведение, обнаруживаемое в ходе тех или иных воздействий на систему, она приобретает благодаря изменению своей функциональной и морфологической организации. Пройдя такую точку раздвоения, в пределах которой могут оказаться критическими весьма малые воздействия, система может радикально измениться, найти новую траекторию движения, новые условия устойчивости и т.п. Радикальное изменение поведения системы связано как минимум с теми или иными изменениями ее функциональной организации, т.е. с изменением распределения функций и функциональных связей. В общем случае такие изменения требуют и радикальной структурной перестройки системы, т.е. появления новых структурных элементов и связей между ними. Подобные изменения предстают как процессы самоорганизации, и понятия синергетики предстают как средства описания самоорганизующихся систем. Аппарат синергетики включил в себя и ряд ранее сложившихся абстракций, в частности, средства описания устойчивости систем, необходимого для реализации процессов регулирования, вне которого не бывает проектирования технических систем. Однако наибольший интерес представляют понятия, отражающие специфические процессы самоорганизации, в частности, представление о точке бифуркации и аттракторе как явлении, с которого начинаются новая фаза самоорганизации и новая жизнь системы.

В развитии средств описания самоорганизующихся систем сложилась типичная гносеологическая ситуация, когда математическое описание самоорганизации отдельных систем привело к построению математической модели, неизбежно принимающей универсальный характер и требующей выстраивания соответствующей онтологии. Построение такой онтологии требует ее проецирования на системы, принципиально разные по своей физической природе. Это вызывает иногда критику в связи с нестрогим употреблением понятий, сложившихся в нелинейной динамике как математической теории. Но таков неизбежный путь выстраивания онтологических схем, способных охватить объекты определенного типа от самоорганизации процесса фазового перехода и роста кристалла до глобальных биологических и климатических систем, организации поведения человека, а также самоорганизации в человеческих обществах и в социотехнических системах.

Наиболее интересной сферой приложения синергетической онтологии является поведение человека, руководствующегося индивидуальными смыслами, погруженными в смысловое поле культуры, как и процессы самоорганизации в человеческих сообществах. Синергетический подход имеет здесь важное прикладное значение, и некоторые политологи стремятся на базе синергетических представлений сформировать представление об управляемом хаосе. Базой для таких управляющих действий является повышение «критичности» системы, т.е. снижение порога ее срабатывания на внешние воздействия, дополняемое вбрасыванием аттракторов в неустойчивую среду такого рода с целью придания ей необходимых поведенческих свойств.

Человек изначально сталкивается со сложными системными объектами. Но сами по себе факты такого столкновения не порождают системных представлений. Аппарат системного подхода формировался по мере практического освоения системных объектов, включая практику социальных действий в обществе. Абстрактные объекты, конструируемые по поводу действий с системами, складываются на определенном этапе в системную онтологию, к которой непосредственно применимы методы формального описания. Новая сетка отношений, характерная для онтологических схем системного подхода, придает им универсальный характер и позволяет проецировать их на конкретные системные комплексы, расширяя границы практической деятельности с ними, что ведет к расширению пространства системных абстракций. Таков в общих чертах путь формирования системной онтологии.

Литература

1. *Степин В.С.* Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
2. *Берталанфи Л. фон.* Общая теория систем – критический обзор // Исследования по общей теории систем: сб. переводов. М.: Прогресс, 1969.
3. *Богданов А.А.* Тектология: Всеобщая организационная наука: в 2 кн. М.: Экономика, 1989.
4. *Винер Н.* Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958.