

Физическая картина мира

1. Введение.

Познание единичных вещей и процессов невозможно без одновременного познания всеобщего, а последнее в свою очередь познается только через первое. Сегодня это должно быть ясно каждому образованному уму. Точно также и целое постижимо лишь в органическом единстве с его частями, а часть может быть понята лишь в рамках целого. И любой открытый нами "частный" закон - если он действительно закон, а не эмпирическое правило - есть конкретное проявление всеобщности. Нет такой науки, предметом которой было бы исключительно всеобщее без познания единичного, как невозможна и наука, ограничивающая себя лишь познанием особенного.

Всеобщая связь явлений - наиболее общая закономерность существования мира, представляющая собой результат и проявление универсального взаимодействия всех предметов и явлений и воплощающаяся в качестве научного отражения в единстве и взаимосвязи наук. Она выражает внутреннее единство всех элементов структуры и свойств любой целостной системы, а также бесконечное разнообразие отношений данной системы с другими окружающими ее системами или явлениями. Без понимания принципа всеобщей связи не может быть истинного знания. Осознание универсальной идеи единства всего живого со всем мирозданием входит в науку, хотя уже более полувека назад в своих лекциях, читанных в Сорбонне, В.И.Вернадский отмечал, что ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится, но неразрывно связан с материально энергетической средой. "В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание. Она выявляется как планетное явление космического характера".

Естественнонаучное миропонимание (ЕНМП) - система знаний о природе, образующаяся в сознании учащихся в процессе изучения естественнонаучных предметов, и мыслительная деятельность по созданию этой системы.

Понятие "картина мира" является одним из фундаментальных понятий философии и естествознания и выражает общие научные представления об окружающей действительности в их целостности. Понятие "картина мира" отражает мир в целом как единую систему, то есть "связное целое", познание которого предполагает "познание всей природы и истории..."

В основе построения научной картины мира лежит принцип единства природы и принцип единства знания. Общий смысл последнего заключается в том, что знание не только бесконечно многообразно, но оно вместе с тем обладает чертами общности и целостности. Если принцип единства природы выступает в качестве общей философской основы построения картины мира, то принцип единства знаний, реализованный в системности представлений о мире, является методологическим инструментом, способом выражения целостности природы.

Система знаний в научной картине мира не строится как система равноправных партнеров. В результате неравномерного развития отдельных отраслей знания одна из них всегда выдвигается в качестве ведущей, стимулирующей развитие других. В классической научной картине мира такой ведущей дисциплиной являлась физика с ее совершенным теоретическим аппаратом, математической насыщенностью, четкостью принципов и научной строгостью представлений. Эти обстоятельства сделали ее лидером классического естествознания, а методология сведения придала всей научной картине мира явственную физическую окраску.

В соответствии с современным процессом "гуманизации" биологии возрастает ее роль в формировании научной картины мира. Обнаруживаются две "горячие точки" в ее развитии... Это - стык биологии и наук о неживой природе, и стык биологии и общественных наук...

Представляется, что с решением вопроса о соотношении социального и биологического научная картина мира отразит мир в виде целостной системы знаний о неживой природе, живой природе и мире социальных отношений.

2. История развития взглядов на пространство и время в истории науки.

Даже в античном мире мыслители задумывались над природой и сущностью пространства и времени. Так, одни из философов отрицали возможность существования пустого пространства или,

по их выражению, небытия. Это были представители элейской школы в Древней Греции. А знаменитый врач и философ из г. Акраганта, **Эмпедокл**, хотя и поддерживал учение о невозможности пустоты, в отличие от элеатов утверждал реальность изменения и движения. Он говорил, что рыба, например, передвигается в воде, а пустого пространства не существует.

Некоторые философы, в том числе **Демокрит**, утверждали, что пустота существует, как материи и атомы, и необходима для их перемещений и соединений.

В доньютоновский период развитие представлений о пространстве и времени носило преимущественно стихийный и противоречивый характер. И только в "Началах" древнегреческого математика **Евклида** пространственные характеристики объектов впервые обрели строгую математическую форму. В это время зарождаются геометрические представления об однородном и бесконечном пространстве.

Геоцентрическая система **К. Птолемея**, изложенная им в труде "Альмагест", господствовала в естествознании до XVI в. Она представляла собой первую универсальную математическую модель мира, в которой время было бесконечным, а пространство конечным, включающим в себя равномерное круговое движение небесных тел вокруг неподвижной Земли.

Коренное изменение пространственной и всей физической картины произошло в **гелиоцентрической** системе мира, развитой **Н. Коперником** в работе "Об обращениях небесных сфер". Принципиальное отличие этой системы мира от прежних теорий состояло в том, что в ней концепция единого однородного пространства и равномерности течения времени обрела реальный эмпирический базис.

Признав подвижность Земли, Коперник в своей теории отверг все ранее существовавшие представления о ее уникальности, "единственности" центра вращения во Вселенной. Тем самым теория Коперника не только изменила существовавшую модель Вселенной, но и направила движение естественнонаучной мысли к признанию безграничности и бесконечности пространства.

Космологическая теория **Д. Бруно** связала воедино бесконечность Вселенной и пространства. В своем произведении "О бесконечности, Вселенной и мирах" Бруно писал: "Вселенная должна быть бесконечной благодаря способности и расположению бесконечного пространства и благодаря возможности и сообразности бытия бесчисленных миров, подобных этому...". Представляя Вселенную как "целое бесконечное", как "единое, безмерное пространство", Бруно делает вывод и о безграничности пространства, ибо оно "не имеет края, предела и поверхности".

Практическое обоснование выводы Бруно получили в "физике неба" **И. Кеплера** и в небесной механике **Г. Галилея**. В гелиоцентрической картине движения планет Кеплер увидел действие единой физической силы. Он установил универсальную зависимость между периодами обращения планет и средними расстояниями их до Солнца, ввел представление об их эллиптических орбитах. Концепция Кеплера способствовала развитию математического и физического учения о пространстве.

Подлинная революция в механике связана с именем **Г. Галилея**. Он ввел в механику точный количественный эксперимент и математическое описание явлений. Первостепенную роль в развитии представлений о пространстве сыграл открытый им общий принцип классической механики — **принцип относительности Галилея**. Согласно этому принципу все физические (механические) явления происходят одинаково во всех системах, покоящихся или движущихся равномерно и прямолинейно с постоянной по величине и направлению скоростью. Такие системы называются инерциальными. Математические преобразования Галилея отражают движение в двух инерциальных системах, движущихся с относительно малой скоростью (меньшей, чем скорость света в вакууме). Они устанавливают **инвариантность** (неизменность) в системах длины, времени и ускорения.

Дальнейшее развитие представлений о пространстве и времени связано с рационалистической физикой **Р. Декарта**, который создал первую универсальную физико-космологическую картину мира. В основу ее Декарт положил идею о том, что все явления природы объясняются механическим воздействием элементарных материальных частиц. Взаимодействием элементарных частиц Декарт пытался объяснить все наблюдаемые физические явления: теплоту, свет, электричество, магнетизм. Само же взаимодействие он представлял в виде давления или удара при соприкосновении частиц друг с другом и ввел таким образом в физику идею **близкодействия**.

Декарт обосновывал единство физики и геометрии. Он ввел координатную систему (названную впоследствии его именем), в которой время представлялось как одна из пространственных осей. Тезис о единстве физики и геометрии привел его к отождествлению материальности и протяженности. Исходя из этого тезиса он отрицал пустое пространство и отождествил пространство с протя-

женностью.

Декарт развил также представление о соотношении длительности и времени. Длительность, по его мнению, "соприсуща материальному миру. Время же — соприсуще человеку и потому является модулем мышления". "... Время, которое мы отличаем от длительности, — пишет Декарт в "Началах философии", — есть лишь известный способ, каким мы эту длительность мыслим...".

Таким образом, развитие представлений о пространстве и времени в доньютоновский период способствовало созданию концептуальной основы изучения **физического пространства и времени**. Эти представления подготовили математическое и экспериментальное обоснование свойств пространства и времени в **рамках классической механики**.

Новая физическая гравитационная картина мира, опирающаяся на строгие математические обоснования, представлена в классической механике **И. Ньютона**. Ее вершиной стала теория тяготения, провозгласившая универсальный закон природы — **закон всемирного тяготения**. Согласно этому закону сила тяготения универсальна и проявляется между любыми материальными телами независимо от их конкретных свойств. Она всегда пропорциональна произведению масс тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Распространив на всю Вселенную закон тяготения, Ньютон рассмотрел и возможную ее структуру. Он пришел к выводу, что Вселенная является не конечной, а бесконечной. Лишь в этом случае в ней может существовать множество космических объектов — центров гравитации. Так, в рамках ньютоновской гравитационной модели Вселенной утверждается представление о бесконечном пространстве, в котором находятся космические объекты, связанные между собой силой тяготения.

В 1687 г. вышел основополагающий труд Ньютона "Математические начала натуральной философии". Этот труд более чем на два столетия определил развитие всей естественнонаучной картины мира. В нем были сформулированы основные законы движения и дано определение понятий пространства, времени, места и движения.

Раскрывая сущность времени и пространства, Ньютон характеризует их как **"вместилища самих себя и всего существующего. Во времени все располагается в смысле порядка последовательности, в пространстве — в смысле порядка положения"**.

Он предлагает различать два типа понятий пространства и времени: **абсолютные (истинные, математические)** и **относительные (кажущиеся, обыденные)** и дает им следующую типологическую характеристику:

- **Абсолютное, истинное, математическое время** само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью.
- **Относительное, кажущееся, или обыденное, время** есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как-то: час, день, месяц, год.
- **Абсолютное пространство** по своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным. **Относительное пространство** есть мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел и которое в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное.

Из определений Ньютона следовало, что разграничение им понятий абсолютного и относительного пространства и времени связано со спецификой теоретического и эмпирического уровней их познания. На теоретическом уровне классической механики представления об абсолютном пространстве и времени играли существенную роль во всей причинной структуре описания мира. Оно выступало в качестве универсальной инерциальной системы отсчета, так как законы движения классической механики справедливы в инерциальных системах отсчета. На уровне эмпирического познания материального мира понятия "пространства" и "времени" ограничены чувствами и свойствами познающей личности, а не объективными признаками реальности как таковой. Поэтому они выступают в качестве относительного времени и пространства.

Ньютоновское понимание пространства и времени вызвало неоднозначную реакцию со стороны его современников — естествоиспытателей и философов. С критикой ньютоновских представлений о пространстве и времени выступил немецкий ученый **Г.В. Лейбниц**. Он развивал **реляционную концепцию** пространства и времени, отрицающую существование пространства и времени как

абсолютных сущностей.

Указывая на чисто относительный (реляционный) характер пространства и времени, Лейбниц пишет: "Считаю **пространство** так же, как и время, чем-то чисто относительным: пространство — **порядком сосуществования**, а время — **порядком последовательностей**".

Предвосхищая положения теории относительности Эйнштейна о неразрывной связи пространства и времени с материей, Лейбниц считал, что пространство и время не могут рассматриваться в "отвлечении" от самих вещей. "Мгновения в отрыве от вещей ничто, — писал он, — и они имеют свое существование в последовательном порядке самих вещей".

Однако данные представления Лейбница не оказали заметного влияния на развитие физики, так как реляционная концепция пространства и времени была недостаточна для того, чтобы служить основой принципа инерции и законов движения, обоснованных в классической механике Ньютона. Впоследствии это было отмечено и А. Эйнштейном.

Успехи ньютоновской системы (поразительная точность и кажущаяся ясность) привели к тому, что многие критические соображения в ее адрес обходились молчанием. А ньютоновская концепция пространства и времени, на основе которой строилась физическая картина мира, оказалась господствующей вплоть до конца XIX в.

Основные положения этой картины мира, связанные с пространством и временем, заключаются в следующем.

- **Пространство** считалось бесконечным, плоским, "прямолинейным", евклидовым. Его метрические свойства описывались геометрией Евклида. Оно рассматривалось как абсолютное, пустое, однородное и изотропное (нет выделенных точек и направлений) и выступало в качестве "вместилища" материальных тел, как независимая от них инерциальная система.

- **Время** понималось абсолютным, однородным, равномерно текущим. Оно идет сразу и везде во всей Вселенной "единообразно и синхронно" и выступает как независимых материальных объектов процесс длительности. Фактически классическая механика сводила время к длительности, фиксируя определяющее свойство времени "показывать последовательность события". Значение указаний времени в классической механике считалось абсолютным, не зависящим от состояния движения тела отсчета.

- Абсолютное время и пространство служили основой для преобразований Галилея-Ньютона, посредством которых осуществлялся переход к **инерциальным системам**. Эти системы выступали в качестве избранной системы координат в классической механике.

- Принятие абсолютного времени и постулирование абсолютной и универсальной одновременности во всей Вселенной явилось основой для **теории дальнего действия**. В качестве дальнего действующей силы выступало тяготение, которое с бесконечной скоростью, мгновенно и прямолинейно распространяло силы на бесконечные расстояния. Эти мгновенные, вневременные взаимодействия объектов служили физическим каркасом для обоснования абсолютного пространства, существующего независимо от времени.

До XIX в. физика была в основном **физикой** вещества, т. е. она рассматривала поведение материальных объектов с конечным числом степеней свободы и обладающих конечной массой покоя. Изучение электромагнитных явлений в XIX в. выявило ряд существенных отличий их свойств по сравнению с механическими свойствами тел.

Если в механике Ньютона силы зависят от расстояний между телами и направлены по прямым, то в электродинамике (теории электромагнитных процессов), созданной в XIX в. английскими физиками **М. Фарадеем** и **Дж. К. Максвеллом**, силы зависят от расстояний и скоростей и не направлены по прямым, соединяющим тела. А распространение сил происходит не мгновенно, а с конечной скоростью. Как отмечал Эйнштейн, с развитием электродинамики и оптики становилось все очевиднее, что "недостаточно одной классической механики для полного описания явлений приро-

ды". Из теории Максвелла вытекал вывод о конечной скорости распространения электромагнитных взаимодействий и существовании электромагнитных волн. Свет, магнетизм, электричество стали рассматриваться как проявление единого электромагнитного поля. Таким образом, Максвеллу удалось подтвердить действие законов сохранения и принципа близкодействия благодаря введению понятия электромагнитного поля.

Итак, в физике XIX в. появляется новое понятие — "поля", что, по словам Эйнштейна, явилось "самым важным достижением со времени Ньютона". Открытие существования поля в пространстве между зарядами и частицами было очень существенно для описания физических свойств пространства и времени. Структура электромагнитного поля описывается с помощью четырех уравнений Максвелла, устанавливающих связь величин, характеризующих электрические и магнитные поля с распределением в пространстве зарядов и токов. Как заметил Эйнштейн, теория относительности возникает из проблемы поля.

Специального объяснения в рамках существовавшей в конце XIX в. физической картины мира требовал и отрицательный результат по обнаружению мирового эфира, полученный американским физиком А. Майкельсоном. Его опыт доказал независимость скорости света от движения Земли. С точки зрения классической механики, результаты опыта Майкельсона не поддавались объяснению. Некоторые физики пытались истолковать их как указывающие на реальное сокращение размеров всех тел, включая и Землю, в направлении движения под действием возникающих при этом электромагнитных сил.

Создатель электронной теории материи Х. Лоренц вывел математические уравнения (преобразования Лоренца) для вычисления реальных сокращений движущихся тел и промежутков времени между событиями, происходящими на них, в зависимости от скорости движения.

Как показал позднее Эйнштейн, в преобразованиях Лоренца отражаются не реальные изменения размеров тел при движении (что можно представить лишь в абсолютном пространстве), а изменения результата измерения в зависимости от движения системы отсчета.

Таким образом, **относительными** оказывались и "длина", и "промежуток времени" между событиями, и даже "одновременность" событий. Иначе говоря, не только всякое движение, но и пространство, и время.

3. Свойства пространства и времени

Какие же основные свойства пространства и времени мы можем указать? Прежде всего пространство и время **объективны и реальны**, т. е. существуют независимо от сознания людей и познания ими этой объективной реальности. Человек все более и более углубляет свои знания о ней. Однако в истории науки и философии существовал и другой взгляд на пространство и время — как только субъективных всеобщих форм нашего созерцания.

Согласно этой точке зрения, пространство и время не присущи самим вещам, а зависят от познающего субъекта. В данном случае преувеличивается относительность нашего знания на каждом историческом этапе его развития. Эта точка зрения отстаивается сторонниками философии И. Канта.

Пространство и время являются также **универсальными, всеобщими формами бытия материи**. Нет явлений, событий, предметов, которые существовали бы вне пространства или вне времени. У Гегеля высшей реальностью является абсолютная идея, или абсолютный дух, который существует вне пространства и вне времени. Только производная от абсолютной идеи природа развертывается в пространстве.

Важным свойством пространства является его **трехмерность**. Положение любого предмета может быть точно определено только с помощью трех независимых величин — координат. В прямоугольной декартовой системе координат это — X , Y , Z , называемые длиной, шириной и высотой. В сферической системе координат — радиус-вектор r и углы α и β (3. В цилиндрической системе — высота h , радиус-вектор и угол α).

В науке используется понятие многомерного пространства (и-мерного). Это понятие математической абстракции играет важную роль. К реальному пространству оно не имеет отношения. Каждая координата, например, 6-мерного пространства может указывать на какое-то любое свойство рассматриваемой физической реальности: температуру, плотность, скорость, массу и т. д. В последнее время была выдвинута гипотеза о реальных 11 измерениях в области микромира в первые моменты рождения нашей Вселенной: 10 — пространственных и одно — временное. Затем из них возникает 4-мерный континуум (с *лат.* — непрерывное, сплошное).

В отличие от пространства, в каждую точку которого можно снова и снова возвращаться (и в этом отношении оно является как бы обратимым), время — **необратимо и одномерно**. Оно течет из прошлого через настоящее к будущему. Нельзя возвратиться назад в какую-либо точку времени, но нельзя и перескочить через какой-либо временной промежуток в будущее. Отсюда следует, что время составляет как бы рамки для причинно-следственных связей. Некоторые утверждают, что необратимость времени и его направленность определяются причинной связью, так как причина всегда предшествует следствию. Однако очевидно, что понятие предшествования уже предполагает время. Более прав поэтому Г. Рейхенбах, который пишет: "Не только временной порядок, но и объединенный пространственно-временной порядок раскрываются как упорядочивающая схема, управляющая причинными цепями, и, таким образом, как выражение каузальной структуры вселенной".

Необратимость времени в макроскопических процессах находит свое воплощение в **законе возрастания энтропии**. В обратимых процессах энтропия (мера внутренней неупорядоченности системы) остается постоянной, в необратимых — возрастает. Реальные же процессы всегда необратимы. В замкнутой системе максимально возможная энтропия соответствует наступлению в ней теплового равновесия: разности температур в отдельных частях системы исчезают и макроскопические процессы становятся невозможными. Вся присущая системе энергия превращается в энергию неупорядоченного, хаотического движения микрочастиц, и обратный переход тепла в работу невозможен.

Писатель-фантаст Р. Брэдбери в одной из своих повестей иллюстрирует свойство необратимости и однонаправленности времени на примере эксперимента, который, якобы, проводят существа, обитающие в четвертом измерении, над землянами. Они ставят над небольшим городком колпак, представляющий собой слой воздуха, в котором время на одну секунду отстаёт от течения времени в городке. Машины, идущие в город или из города, самолеты, взлетающие в воздух, обнаруживают вдруг невидимое препятствие и вынуждены возвращаться обратно. И в самом деле, невозможно вернуться во времени на любую долю секунды, и этот колпак является самым прочным препятствием для тех, кто мог бы проникнуть в город или выйти из него.

Пространство обладает свойством **однородности и изотропности**, а время — **однородности**. Однородность пространства заключается в равноправии всех его точек, а изотропность — в равноправии всех направлений. Во времени все точки равноправны, не существует преимущественной точки отсчета, любую можно принимать за начальную.

Указанные свойства пространства и времени связаны с главными законами физики — законами сохранения. Если свойства системы не меняются от преобразования переменных, то ей соответствует определенный закон сохранения. Это — одно из существенных выражений **симметрии** в мире. Симметрии относительно сдвига времени (однородности времени) соответствует закон сохранения энергии; симметрии относительно пространственного сдвига (однородности пространства) — закон сохранения импульса; симметрии по отношению поворота координатных осей (изотропности пространства) — закон сохранения момента импульса, или углового момента. Из этих свойств вытекает и независимость пространственно-временного интервала, его инвариантность и абсолютность по отношению ко всем системам отсчета.

В современной науке используются также понятия биологического, психологического и социального пространства и времени.

Биологическое пространство и время характеризуют особенности пространственно-временных параметров органической материи: биологическое бытие человеческого индивида, смену видов растительных и животных организмов.

Психологическое пространство и время характеризуют основные перцептивные структуры пространства и времени, связанные с восприятиями. Перцептивные поля — поля вкусовые, визуальные и т. д. Выявлены неоднородность перцептивного пространства, его асимметрия, а также эффект обратимости времени в бессознательных и транспсихических процессах. Существует также синхронизм психических процессов, состоящий в одновременном параллельном проявлении идентичных психических переживаний у двоих или нескольких личностей.

Социальное пространство и время характеризуют особенности протяженности и пространственности социальных объектов. Неоднородность структурных связей в социальных системах определяется распределением социальных групп и величиной их социального потенциала, а также локальными метрическими свойствами объектов. Коммуникативные и интерактивные взаимодействия социальных структур фиксируют особенности параметров времени в ретрансляции социального опыта и одновременность в протекании социальных событий.

4. Системный подход при изучении физической картины мира

В основе системного подхода к изучению физической картины мира лежит необходимость человечества четко структурировать свои познания об окружающем мире. Человеку всегда было свойственно задаваться вопросом об устройстве всего сущего. Наиболее понятный и четкий в определениях всего окружающего подход нужен был человечеству. И оно придумало систематизацию и разбиение на структуры всего, что его окружало. Системный подход позволил человечеству разбить все многообразие явлений на определенные классы, различные сообщества - на системы. Он позволил говорить о системе человеческих взаимоотношений, системе налогообложения, системе питания в животном мире и т.д. Причем, говоря о какой-то системе, человек находил особые законы, которым следует эта система.

Соединение методов системного анализа с другими науками, теорией информации (обмен информацией между системами), векторным анализом в многомерном пространстве состояния и синергетикой открывает в этой области новые возможности. При исследовании любого объекта или явления необходим системный подход, что включает следующие основные этапы работы:

1. Выделение объекта исследования от общей массы явлений. Очертание контур, пределов системы, его основных частей, элементов, связи с окружающей средой. Установление цели исследования: выяснение структуры системы, изменение и преобразование её деятельности или наличие длительного механизма управления и функционирования. Система не обязательно является материальным объектом. Она может быть и воображаемым в мозгу сочетанием всех возможных структур для достижения определённой цели.
2. Выяснение основных критериев для обеспечения целесообразного или целенаправленного действия системы, а также основные ограничения и условия существования.
3. Определение альтернативных вариантов при выборе структур или элементов для достижения заданной цели. При этом необходимо учесть все факторы, влияющие на систему и все возможные варианты решения проблемы.
4. Составление модели функционирования системы. Существенность факторов определяется по их влиянию на определяющие критерии цели.
5. Оптимизация режима существования или работы системы. Градация решений по их оптимальному эффекту, по функционированию (достижению цели).
6. Проектирование оптимальных структур и функциональных действий системы. Определение оптимальной схемы их регулирования или управления.

7. Контроль за работой системы в эксплуатации, определение её надёжности и работоспособности. Установление надёжной обратной связи по результатам функционирования.

Все эти операции обычно проводят повторно в виде нескольких циклов, постепенно приближаясь к оптимальным решениям. После каждого цикла уточняют критерии и другие параметры модели. До настоящего времени методы системного анализа позволяли делать качественные, часто не совсем конкретные выводы. После уточнения методов определения потоков информации эти методы позволяют значительно точнее прогнозировать поведение систем и более эффективно управлять ими. В каждой системе можно выделить отдельную, более или менее сложную инфосхему. Последняя оказывает особенно заметное влияние на функционирование системы, на эффективность её работы. Только учёт инфоструктур даёт возможность охватить целостность системы и избегать применение недостаточно адекватных математических моделей. Наибольшие ошибки при принятии решений делают из-за отсутствия учёта некоторых существенных факторов, особенно учёта влияния инфопотоков. Выяснение вопроса взаимного влияния систем представляет сложную задачу, так как они образуют тесно переплетённую сеть в многомерном пространстве. Например, любая фирма представляет собою сосредоточение элементов многих других систем и иерархии: отраслевые министерства, территориальные органы власти, страховые организации, и др. Каждый элемент в системе участвует во многих системных иерархиях. Поэтому прогноз их деятельности сложен и требует тщательного информационного обеспечения. Такое же многоиерархическое строение имеют, например, клетки любого живого организма

Специфика современных картин мира может породить впечатление, что они возникают только после того, как сформирована теория, и поэтому современный теоретический поиск идет без их целенаправляющего воздействия.

Однако такого рода представления возникают в результате весьма беглого рассмотрения современных и следовательских ситуаций. Более глубокий анализ обнаруживает, что и в современном исследовании процесс выдвижения математических гипотез может быть целенаправлен онтологическими принципами картины мира.

5. Теория самоорганизации (синергетика).

От моделирования простых к моделированию сложных систем.

Классическое и неклассическое естествознание объединяет одна общая черта: предмет познания у них - это простые (замкнутые, изолированные, обратимые во времени) системы. Но, в сущности, такое понимание предмета познания является сильной абстракцией. Вселенная представляет из себя множество систем. И лишь некоторые из них могут трактоваться как замкнутые системы, т.е. как “механизмы”. Во Вселенной таких “закрытых” систем меньшинство. Подавляющее большинство реальных систем открытые. Это значит, что они обмениваются энергией, веществом и информацией с окружающей средой. К такого рода системам относятся и такие системы, которые больше всего интересуют человека, значимы для него - биологические и социальные системы.

Человек всегда стремился постичь природу сложного. Как ориентироваться в сложном и нестабильном мире? Какова природа сложного и каковы законы его функционирования и развития? В какой степени предсказуемо поведение сложных систем?

В 70-е годы XX века начала активно развиваться теория сложных самоорганизующихся систем, получившая название синергетики. Результаты исследований в области нелинейного (порядка выше второго) математического моделирования сложных открытых систем привели к рождению нового мощного научного направления в современном естествознании - синергетики. Как и кибернетика (наука управления), синергетика - это некоторый междисциплинарный подход. Но в отличие от кибернетики, где акцент делается на процессах управления и обмена информацией, синергетика ори-

ентирована на исследование принципов построения организации, ее возникновения, развития и самоусложнения.

Мир нелинейных самоорганизующихся систем гораздо богаче мира закрытых, линейных систем. Вместе с тем, “нелинейный мир” и сложнее поддается моделированию. Большинство возникающих нелинейных уравнений не может быть решено аналитически. Как правило, для их (приближенного) решения требуется сочетание современных аналитических методов с большими сериями расчетов на ЭВМ, с вычислительными экспериментами. Синергетика открывает для исследования - необычные для классического и неклассического естествознания - стороны мира: его нестабильность, многообразие путей изменения и развития, раскрывает условия существования и устойчивого развития сложных структур, делает возможным моделирование катастрофических ситуаций и др.

Методами синергетики было осуществлено моделирование многих сложных самоорганизующихся систем в физике и гидродинамике, в химии и биологии, в астрофизике и в обществе: от морфогенеза в биологии и некоторых аспектов функционирования мозга до флаттера крыла самолета, от молекулярной физики и автоколебательных процессов в химии (так, например реакция самоструктурирования химических соединений Белоусова - Жаботинского) до эволюции звезд и космологических процессов, от электронных приборов до формирования общественного мнения и демографических процессов.

6. Характеристики самоорганизующихся систем.

Итак, предметом синергетики являются сложные самоорганизующиеся системы. Что такое самоорганизующиеся системы? Один из основоположников синергетики Г. Хакен следующим образом определяет понятие самоорганизующейся системы: “Мы называем систему самоорганизующейся, если она без специфического воздействия извне обретает какую-то пространственную, временную или функциональную структуру. Под специфическим внешним воздействием мы понимаем такое, которое навязывает системе структуру или функционирование. В случае же самоорганизующихся систем испытывается извне неспецифическое воздействие. Например, жидкость, подогреваемая снизу, совершенно равномерно обретает в результате самоорганизации макроструктуру, образуя шестиугольные ячейки. Таким образом, современное естествознание ищет пути для теоретического моделирования самых сложных систем, которые присущи природе - систем, способных к самоорганизации, саморазвитию.

Основные свойства самоорганизующихся систем - открытость, нелинейность, диссипативность. Теория самоорганизации имеет дело с открытыми, нелинейными диссипативными системами, далекими от равновесия.

6.1 Открытость.

Классическая термодинамика имела дело с закрытыми системами, т.е. такими системами, которые не обмениваются со средой веществом, энергией и информацией. Напомним, что центральным понятием термодинамики является понятие энтропии. Это понятие относится к закрытым системам, находящимся в тепловом равновесии, которое можно охарактеризовать температурой T . Изменение энтропии определяется формулой:

$$dE = dQ / T ,$$

где dQ - количество тепла, обратимо подведенное к системе или отведенное от нее.

Именно по отношению к закрытым системам и были сформулированы два начала термодинамики. В соответствии с первым началом термодинамики, в закрытой системе энергия сохраняется, хотя и может приобретать различные формы.

Второе начало термодинамики гласит, что в замкнутой системе энтропия никогда не может убывать, а лишь возрастает до тех пор, пока не достигнет максимума. Иначе говоря, согласно второму началу термодинамики запас энергии во Вселенной иссякает, а вся Вселенная неизбежно приближается к тепловой смерти. Ход событий во Вселенной невозможно повернуть вспять, дабы воспрепятствовать возрастанию энтропии. Со временем способность Вселенной поддерживать организованные структуры ослабевает, и такие структуры распадаются на менее организованные, которые в большей мере наделены случайными элементами. По мере того как иссякает запас энергии и возрас-

тает энтропия, в системе нивелируются различия. Это значит, что Вселенную ждет все более однородное будущее.

Вместе с тем, уже во второй половине XIX века, и особенно в XX веке, биология - и, прежде всего, теория эволюции Дарвина - убедительно показали, что эволюция Вселенной не приводит к понижению уровня организации и обеднению разнообразия форм материи. Скорее, наоборот. История и эволюция Вселенной развивают ее в противоположном направлении - от простого к сложному, от низших форм организации к высшим, от менее организованного к более организованному. Иначе говоря, со временем, старея, Вселенная обретает все более сложную организацию. Попытки согласовать второе начало термодинамики с выводами биологических и социальных наук долгое время были безуспешными. Классическая термодинамика не могла описывать закономерности открытых систем. И только в конце XX века, с переходом естествознания к изучению открытых систем появилась возможность такого согласования. Что такое открытые системы?

Открытые системы - это такие системы, которые поддерживаются в определенном состоянии за счет непрерывного притока извне вещества, энергии или информации. Постоянный приток вещества, энергии или информации является необходимым условием существования неравновесных состояний в противоположность замкнутым системам, которые неизбежно стремятся (в соответствии со вторым началом термодинамики) к однородному равновесному состоянию. Открытые системы - это системы необратимые; в них важным оказывается фактор времени.

В открытых системах ключевую роль - наряду с закономерным и необходимым - могут играть случайные факторы- флуктуационные процессы. Иногда флуктуация может стать настолько сильной, что существовавшая прежде организация не выдерживает и разрушается.

6.2 Нелинейность.

Но если большинство систем Вселенной носят открытый характер, то это значит, что во Вселенной доминируют не стабильность и равновесие, а неустойчивость и неравновесность. Неравновесность, в свою очередь, порождает избирательность системы, ее необычные реакции на внешние воздействия среды. Неравновесные системы обретают способность воспринимать различия во внешней среде и "учитывать" их в своем функционировании. Так, некоторые воздействия, хотя и более слабые, но могут оказывать большее воздействие на эволюцию системы, чем воздействия, хотя и более сильные, но не адекватные собственным тенденциям системы. Иначе говоря, на нелинейные системы не распространяется принцип суперпозиции: в нелинейных системах возможны ситуации, когда совместные действия причин А и В приводят к эффектам, которые не имеют ничего общего с результатами воздействия А и В по отдельности.

Процессы, происходящие в нелинейных системах, часто имеют пороговый характер - при плавном изменении внешних условий поведение системы изменяется скачком. Другими словами, в состояниях, далеких от равновесия, очень слабые возмущения могут усиливаться до гигантских волн, разрушающих сложившуюся структуру и способствующих радикальному качественному изменению этой структуры.

Нелинейные системы, являясь неравновесными и открытыми, сами создают и поддерживают неоднородности в среде. В таких условиях могут иногда создаваться отношения обратной положительной связи между системой и ее средой. Положительная обратная связь означает, что система влияет на свою среду таким образом, что в среде вырабатываются некоторые условия, которые, в свою очередь, обратно воздействуют на изменения в самой этой системе. (Примером может служить ситуация, когда в ходе химической реакции или какого-то другого процесса вырабатывается фермент, присутствие которого стимулирует производство его самого). Последствия такого рода взаимодействия открытой системы и ее среды могут быть самыми неожиданными и необычными.

6.3 Диссипативность.

Открытые неравновесные системы, активно взаимодействующие с внешней средой, могут приобретать особое динамическое состояние - диссипативность.

Диссипативность - это качественно своеобразное макроскопическое проявление процессов, протекающих на микроуровне. Неравновесное протекание множества микропроцессов приобретает некоторую интегративную результирующую на макроуровне, которая качественно отличается от того, что происходит с каждым отдельным ее микроэлементом. Благодаря диссипативности в неравно-

весных системах могут спонтанно возникать новые типы структур, может совершаться переход от хаоса и беспорядка к порядку и организации, возникать новые динамические состояния материи.

Диссипативность проявляется в различных формах. И в способности “забывать” детали некоторых внешних воздействий, И в факторе “естественного отбора” среди множества микропроцессов, разрушающем то, что не отвечает общей тенденции развития. И в факторе когерентности (согласованности) микропроцессов, устанавливающим в них некий общий темп развития и др.

Понятие диссипативности тесно связано с понятием о “параметрах порядка”. Самоорганизующиеся системы - это обычно очень сложные открытые системы, которые характеризуются огромным числом степеней свободы. Однако далеко не все степени свободы системы одинаково важны для ее функционирования. С течением времени в системе выделяется небольшое количество ведущих, определяющих степеней свободы, к которым “подстраиваются” остальные. Такие основные степени свободы системы получили название “параметров порядка”.

Параметры порядка отражают содержание основания неравновесной системы. В процессе самоорганизации возникает множество новых свойств и состояний. И очень важно, что, обычно, соотношения, связывающие параметры порядка, оказываются намного проще, чем математические модели, в которых дается детальное описание всей новой системы. Это делает задачу определения параметров порядка одной из главных при конкретном моделировании самоорганизующихся систем.

7. Закономерности самоорганизации.

Главная идея синергетики - это идея о принципиальной возможности спонтанного возникновения порядка и организации из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации. Решающим фактором самоорганизации является образование петли положительной обратной связи. С образованием такого типа связи системы и среды система начнет самоорганизовываться и будет противостоять тенденции ее разрушения средой. Например, в химии аналогичное явление принято называть автокатализом. В неорганической химии автокаталитические реакции встречаются редко, но, как показали исследования последних десятилетий по молекулярной биологии, петли положительной обратной связи (вместе с другими связями - взаимный катализ, отрицательная обратная связь и др.) составляют самую основу жизни.

В переломный момент самоорганизации (точка бифуркации) принципиально невозможно сказать, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более высокий уровень упорядоченности и организации (фазовые переходы и диссипативные структуры - лазерные пучки, неустойчивости плазмы, явления флаттера, химические волны, структуры в жидкостях и др.). В точке бифуркации система как бы “колеблется” перед выбором того или иного пути организации, пути развития. В таком состоянии небольшая флуктуация (момент случайности) может послужить началом эволюции (организации) системы в некотором определенном (и часто неожиданном или просто маловероятном) направлении, одновременно отсекая при этом возможности развития в других направлениях.

Как выясняется, переход от порядка к Хаосу вполне поддается математическому моделированию. И более того, в природе существует не так уж много универсальных моделей такого перехода. Качественные переходы в самых различных сферах действительности (в природе и в обществе - его истории, экономике, демографических процессах, в духовной культуре и др.) подчиняются подчас одному и тому же математическому сценарию.

Синергетика убедительно показывает, что даже в неорганической природе существуют классы систем, способных к самоорганизации. История развития природы - это история образования все более и более сложных нелинейных систем. Такие системы и обеспечивают всеобщую эволюцию природы на всех уровнях ее организации, от низших и простейших к высшим и сложнейшим (человек, общество, культура) - глобальный эволюционизм.

8. Заключение.

Наука и будущее человечества. Естествознание как революционизирующая сила цивилизации.

Один из старинных девизов гласит: “знание есть сила” Наука делает человека могущественным перед силами природы. С помощью естествознания человек осуществляет свое господство над силами природы, развивает материальное производство, совершенствует общественные отношения. Только благодаря знанию законов природы человек может изменить и приспособить природные вещи и процессы так, чтобы они удовлетворяли его потребности.

Естествознание - и продукт цивилизации и условие ее развития. С помощью науки человек развивает материальное производство, совершенствует общественные отношения, образовывает и воспитывает новые поколения людей, лечит свое тело. Прогресс естествознания и техники значительно изменяет образ жизни и благосостояние человека, совершенствует условия быта людей.

Естествознание – один из важнейших двигателей общественного прогресса. Как важнейший фактор материального производства естествознание выступает мощной революционизирующей силой. Великие научные открытия (и тесно связанные с ними технические изобретения) всегда оказывали колоссальное (и подчас совершенно неожиданное) воздействие на судьбы человеческой истории. Такими открытиями были, например, открытия в XVII в. законов механики, позволившие создать всю машинную технологию цивилизации; открытие в XIX в. электромагнитного поля и создание электротехники, радиотехники, а затем и радиоэлектроники; создание в XX в. теории атомного ядра, а вслед за ним - открытие средств высвобождения ядерной энергии; раскрытие в середине XX в. молекулярной биологией природы наследственности (структуры ДНК) и открывшиеся вслед возможности генной инженерии по управлению наследственностью; и др. Большая часть современной материальной цивилизации была бы невозможна без участия в ее создании научных теорий, научно-конструкторских разработок, предсказанных наукой технологий и др.

В современном мире наука вызывает у людей не только восхищение и преклонение, но и опасения. Часто можно услышать, что наука приносит человеку не только блага, но и величайшие несчастья. Загрязнения атмосферы, катастрофы на атомных станциях, повышение радиоактивного фона в результате испытаний ядерного оружия, “озонная дыра” над планетой, резкое сокращение видов растений и животных – все эти и другие экологические проблемы люди склонны объяснять самим фактом существования науки. Но дело не в науке, а в том, в чьих руках она находится, какие социальные интересы за ней стоят, какие общественные и государственные структуры направляют ее развитие.

Нарастание глобальных проблем человечества повышает ответственность ученых за судьбы человечества. Вопрос об исторических судьбах и роли науки в ее отношении к человеку, перспективам его развития никогда так остро не обсуждался, как в настоящее время, в условиях нарастания глобального кризиса цивилизации. Старая проблема гуманистического содержания познавательной деятельности приобрела новое конкретно-историческое выражение: может ли человек (и если может, то в какой степени) рассчитывать на науку в решении глобальных проблем современности? Способна ли наука помочь человечеству в избавлении от того зла, которое несет в себе современная цивилизация технологизацией образа жизни людей?

Наука - это социальный институт, и он теснейшим образом связан с развитием всего общества. Сложность, противоречивость современной ситуации в том, что наука, безусловно, причастна к порождению глобальных, и, прежде всего, экологических, проблем цивилизации (не сама по себе, а как зависимая от других структур часть общества); и в то же время без науки, без дальнейшего ее развития решение всех этих проблем в принципе невозможно. И это значит, что роль науки в истории человечества постоянно возрастает. И потому всякое умаление роли науки, естествознания в настоящее время чрезвычайно опасно, оно обезоруживает человечество перед нарастанием глобальных проблем современности. А такое умаление, к сожалению, имеет подчас место, оно представлено определенными умонастроениями, тенденциями в системе духовной культуры.

9. Литература

- 1) Л.В.Тарасов «Физика в природе»
Москва «Просвещение», 1990 г.
- 2) Д.В. Кресин «Физика сложных систем»
Москва «Просвещение», 1992 г.
- 3) Д.Джанколи «Физика».
Москва . Издательство «Мир».