# Структурные уровни организации материи

Концепция классификации

До сих пор мы опирались в основном на признаки развития, изменения, движения, как это обычно делает физика. При этом выделялась функция предметов или явлений. Для того, чтобы не погрешить против истины, следует использовать также категорию, парную категории “функция”. Она носит название “структура”. При рассмотрении структуры важнейшей является концепция классификации.

Практически любой науке на начальных этапах ее развития приходится упорядочивать накопленные экспериментальные факты. Концепция классификации была разработана именно с этой целью. На протяжении многих лет эта концепция составляла основу биологии. Биология была наукой описательной, и основное свое внимание уделяла классификации живого. Классификация также широко использовалась в химии. Для примера можно привести периодическую систему элементов. В законченном виде концепция классификации была сформулирована математикой.

Классификации могут быть подвергнуты элементы какого-либо множества. Они называются объектами классификации. Классифицируют по классификационному признаку. С использованием этого признака объекты группируются в классы.

В зависимости от выбора классификационного признака объекты могут быть сгруппированы по-разному. Так, население нашей страны можно группировать по национальному признаку, а можно по имущественному. Тогда, например, в класс неимущих попадут люди различной национальности.

Классы имеют иерархическую структуру. Разбив множество на классы, можно любой из них разделить на подклассы, используя другой классификационный признак. Подклассы в свою очередь снова могут быть разделены на подклассы. Такое деление может производиться неограниченно. В результате получим дерево классов. Оно схематически изображено на рис. 6. Так, сформированный по национальному признаку класс русских может по имущественному признаку быть подразделен на подклассы бедных, богатых и людей умеренного достатка. Подкласс богатых в свою очередь можно подразделить по половому признаку на подклассы мужчин и женщин и т. д.

Существенным в классификации является то, что класс должен включать в себя все объекты, обладающие данным признаком классификации. Это свойство класса получило название “инкапсуляция”. Говорят, что класс инкапсулирует в себе все элементы, обладающие данным признаком. Сформировав класс “русские”, мы должны быть уверены, что никто из русских не был отнесен, например, к классу “немцы” и наоборот.

Кроме того, каждый класс должен быть связан со всеми своими подклассами так, что каждый подкласс обладает свойствами породившего его класса. Эта связь называется наследованием свойств родительского класса. В нашем предыдущем примере объекты подкласса “женщины”, подкласса “богатые”, класса “русские” наследуют все признаки породивших их классов. Иначе говоря, они являются богатыми русскими женщинами.

Объекты любого класса или подкласса равноправны применительно к классификационному признаку. Однако это не исключает их индивидуальных различий. Так, все объекты класса “русские” имеют одну и ту же национальность (классификационный признак), но различаются по росту, весу, цвету глаз и многому другому. Наличие индивидуальных различий между объектами класса называется полиморфизмом.

Неожиданное применение идея классификации получила в области информационных технологий. Как известно, современные информационные технологии разрабатывают масштабные проекты. Так, трудозатраты на создание Windows 95 (проект “Чикаго”) составили около 500 человеко-лет. Программные пакеты создаются большими коллективами программистов. При этом встает вопрос совместимости программного кода, написанного различными программистами в рамках одного проекта. С этой целью используют методы классификации. Их программной реализацией стали так называемые объектно-ориентированные языки программирования.

Категория структуры в современном естествознании

Объектом изучения большинства естественных наук являются материальные системы. Материальной системой называют относительно обособленную часть материального мира, имеющую свои внутренние законы существования и развития. Примерами материальной системы могут служить Солнечная система, колония микроорганизмов, отдельный атом, человечество и т. д.

Количество материальных систем, изучаемых естествознанием, огромно. Простейшим признаком их классификации может служить размер этих систем.

Наименьшими известными сегодня являются так называемые элементарные частицы. Слово “элементарные” предполагает простоту этих частиц, их неразложимость на составляющие. В настоящее время положение об элементарности каких бы то ни было природных объектов активно оспаривается. Поэтому все чаще как в популярной, так и в научной литературе для обозначения мельчайших природных объектов можно встретить термин “фундаментальные частицы”. Чтобы не создавать путаницу, мы по-прежнему будем пользоваться ставшим обиходным термином “элементарные частицы”, подразумевая при этом их возможную неэлементарность.

Долгое время науке была известна только одна элементарная частица — электрон. На сегодняшний день их открыты уже десятки. Такая ситуация потребовала классификации известных элементарных частиц. Трудности с выбором подходящего классификационного признака при этом оказались почти непреодолимыми. В качестве простейшего классификационного признака, по аналогии тем, как это делалось в периодической системе элементов, была выбрана масса элементарных частиц. Такая классификация оказалась не совсем удачной, однако, несмотря на свое несовершенство, часто используется и поныне.

По массе элементарные частицы подразделяют на пять классов: фотоны, лептоны, мезоны, барионы и гипероны.

Фотоны — световые частицы, не имеют массы покоя и классифицируются по энергии. Низкоэнергетические — составляют радиоизлучение. Фотоны средних энергий считают световыми. И, наконец, фотоны высоких энергий получили название гамма-квантов.

К классу лептонов относятся легкие частицы. Их типичным представителем является электрон. Масса лептона имеет величину порядка 10-30 кг.

Примерно в 200 раз тяжелее лептонов представители класса мезонов. Среди них наиболее известны пи-мезоны, ответственные за внутриядерные взаимодействия.

В тысячи раз тяжелее лептонов барионы — тяжелые частицы. Типичными представителями барионов являются протон и нейтрон — основные структурные единицы, составляющие атомное ядро.

Последний из классов составляют гипероны. Это сверхтяжелые частицы, имеющие малые сроки жизни. Сегодня они представляют интерес в основном для специалистов в области физики высоких энергий.

Следующий за элементарными частицами структурный уровень занимают атомные ядра. Роль этих неощутимо маленьких материальных систем в жизни современного общества трудно преувеличить, поэтому атомным ядрам и связанным с ними проблемам мы посвятим особое рассмотрение.

Атомные ядра входят в качестве составных частей в элементы следующего структурного уровня организации материи. Он получил название атомного. Атомы представляют собой основные структурные элементы, рассматриваемые современной химией. Они известны под названием химических элементов.

Идея первоэлементов — атомов — в естествознании не нова. Ее широко обсуждали еще античные философы. Однако в прошлом атомами называли минимальные качественно неизменные составные части вещества. Сейчас мы называем такие части молекулами. Идея атомной структуры вещества настолько глубоко проникла в нашу жизнь, что кажется невероятным то, что всего двести — триста лет тому назад она с трудом пробивала себе дорогу в научном сообществе.

Множество атомов весьма обширно. Предпринимались многочисленные попытки их классификации. Одна из них, предпринятая Д. И. Менделеевым, оказалась особенно успешной. Он обнаружил, что химические свойства элементов находятся в периодической зависимости от их атомного веса. Без преувеличения можно сказать, что сделанное им открытие заложило фундамент современной химии.

Атомы объединяются в материальные системы следующего уровня, именуемые молекулами. Мир молекул весьма многообразен и не имеет четких границ. Сюда относятся как простейшие неорганические молекулы, так и органические макромолекулы.

Особенно ярко концепция структурных закономерностей проявляется в органической химии. Обнаружено существование органических соединений, имеющих одинаковый химический состав, но различные свойства. Это различие обусловлено структурными особенностями таких соединений. В качестве примера можно привести два вида молекул синтетического сахара. Эти молекулы представляют собой зеркальные копии друг друга. В результате структурного различия различаются их оптические свойства.

Примечательно, что природный сахар, равно как и молекулы других природных органических соединений, содержит молекулы только одного из двух симметричных видов. Причина этого до сих пор не выяснена.

Элементарные частицы, атомы и молекулы составляют особую материальную систему. Она получила название “микромир” в отличие от макромира. Макромир — это мир предметов, среди которых мы живем.

Внутри макромира также можно выделить несколько материальных систем. В основном их изучает биология и социальные науки.

Отдельные планеты в силу их относительной обособленности также можно считать материальными системами. Более высокий уровень имеют планетные и звездные системы. Они объединяются в системы более высокого уровня — галактики. И, наконец, известные нам галактики принято считать частями материальной системы наивысшего уровня — метагалактики. Мир планет, звезд, галактик получил название “мегамир”.

Итак, среди материальных систем, рассматриваемых современным естествознанием, выделяются микро-, макро- и мегамиры.

Макромир — это мир, в котором мы живем. Это мир окружающих нас предметов. Он включает в себя все от микроорганизмов до складок земной коры.

Микромир — включает в себя фундаментальные (элементарные) частицы, атомы и молекулы. В проблемах микромира современная наука ищет ключи к тайнам макромира. Похоже, что на смену Лапласовскому детерминизму постепенно приходит квантовый детерминизм — уверенность в том, что все явления макромира могут быть объяснены исходя из правильного понимания законов микромира. Здесь нелишне заметить, что микро- и макромиры представляют собой хотя и взаимосвязанные, но все-таки относительно независимые макроскопические системы.

Мегамир — охватывает собой доступную для нас часть Вселенной. Его объектами являются галактики, звезды, планеты, туманности. Это объекты изучения не только современной астрономии, но и недавно возникших естественных наук — астрофизики, астробиологии, космологии и, как это ни странно, физики высоких энергий (так теперь называют физику элементарных частиц). Обратите внимание, как удивительнейшим образом смыкаются проблемы большого и малого, элементарных частиц и величественных галактик.

Тело человека является частью макромира. Сознанием же он в состоянии охватить все три мира от ничтожной частицы до величественной галактики. В этом смысле можно уверенно сказать, что человек живет одновременно в трех мирах.

Особенности биологического уровня развития материи

Изучение биологического уровня развития материи прежде всего сталкивается с вопросом о сущности живого. Большая Советская энциклопедия определяет жизнь как высшую по сравнению с физической и химической форму существования материи, закономерно возникающую при определённых условиях в процессе её развития. Будучи правильным по существу, это определение не дает конструктивных подходов к выделению живого из неживого. Опираясь на это определение, невозможно, скажем, определить, представляет ли наша планета живое существо, как считал знаменитый фантаст Конан Дойль, или же это глыба косной материи, несущаяся в космосе.

Классическая биология выделяет шесть признаков, полный набор которого отличает живое от неживого.

Особенность химического состава. Живое обязательно должно включать в себя белки и нуклеиновые кислоты.

Обмен веществом и информацией с окружающей средой. Живые организмы — открытые системы.

Способность к воспроизведению, наличие признаков, передаваемых по наследству.

Устойчивость. Способность к развитию и эволюции.

Способность к саморегуляции и, как следствие, приспособляемость к внешней среде.

Раздражимость. Способность к взаимодействию со средой обитания.

Следует заметить, что перечисленные признаки, невзирая на их популярность, являются спорными. Так, на протяжении многих лет обсуждается возможность неуглеродных форм жизни. К. Э. Циолковский предполагал возможность жизни на основе кремния. Впрочем, образцы неуглеродной жизни до сих пор не были обнаружены.

Спорным является также вопрос о природе вирусов. Находясь внутри клетки-носителя, вирус проявляет все отличительные признаки живого. Однако вне этой клетки вирус не способен к размножению и, следовательно, не может считаться живым.

Характерным для живого является иерархическая структура. Основание ее составляют нуклеиновые кислоты. Важнейшую роль среди них играет дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), которую считают носителем наследственной информации. Молекулы ДНК входят в структуры, которые благодаря своей специфической окрашиваемости получили название “хромосомы”. Полный набор хромосом входит в ядро клетки и удивительным образом связан с признаками, наследуемыми ею.

Клетка представляет собой следующий иерархический уровень живого. В простейшем случае весь организм может состоять из одной живой клетки.

Большинство живых организмов состоят из многих клеток. Однако между организмом и простым конгломератом клеток имеются существенные различия. Клетки живого организма обладают специализацией. Так, клетки ваших костей — остеоны, как по виду, так и по функциям существенно отличаются от нервных клеток — нейронов. Кроме специализации клетки живого организма взаимосвязаны, обеспечивая ему возможность адаптации к окружающей среде и способность к саморегуляции и самовосстановлению.

Организмы одного вида составляют биологическую систему, именуемую популяцией. Отдельные популяции в процессе своей жизнедеятельности могут поддерживать друг друга. Набор таких взаимно поддерживающих друг друга популяций образует биологические сообщества. Большие биологические сообщества совместно со средой их обитания образуют биогеоценозы. Совокупность всех живых существ, обитающих на Земле, образуют биосферу.

Человеческая популяция в свою очередь подразделяется на социальные системы. При классификации по территориальному признаку она подразделяется на государства. Если же проводить классификацию по производственным отношениям, то в популяции можно выделить различные социальные классы. Это, например, класс собственников средств производства — капиталистов и класс неимущих — пролетариат. Впрочем, социальная классификация этим не ограничивается.

Особенности социальной организации человеческих сообществ побудили выдающегося отечественного ученого В. И. Вернадского выделить еще одну материальную систему, получившую название “ноосфера” — сфера разума.

Современная биология не ограничивается выделением структурных единиц и классификацией. Значительным успехом биологической науки явилось создание эволюционной теории, предложившей удовлетворительную трактовку изменяемости видов. Механизм эволюции предлагает современная генетика, достигшая на сегодняшний день значительных успехов.