**Стадии развития научных представлений**

Юлий Самойлович Мурашковский

**Стадии развития научных представлений**

Научные представления об окружающем мире и его явлениях (модели) проходят определенные стадии. Стадии обычно следуют одна за другой в определенном порядке. Каждая стадия имеет свои структуру и свойства (см. фиг. 1).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап | Основные занятия исследователей | Основные проблемы |
| Отдельные, несвязанные между собой явления | изучение свойств явлений; независимо от этого построение моделей по аналогии с известными | невозможно предсказывать появление новых явлений и их свойства; нет единого мнения о похожести изучаемых явлений |
| Модели-аналогии  ''Пустые'' модели  Магические модели  Внешние аналогии | поиски аналогий, антианалогий, некоего универсального ''естественного'' параметра | трактовки путаются между собой; нет надежной воспроизводимости результатов |
| Классификации  Внешние классификации  Морфологические классификации  Классификации по развивающемуся параметру | поиск ''правильного'' параметра классификации; поиск ''правильной'' структуры классификации; попытки создания много-параметрических классификаций | для повышения точности классификации приходится делать все более разветвленными, при этом теряется ориентировка; все больше изучаемых явлений одновременно попадают в несколько разделов классификации |
| Периодизации | поиск ''правильных'' параметров периодизации; поиск ''правильных'' названий периодов; дробление периодов; изучение структур внутри периодов; попытки динамизации этих структур | периоды дробятся до потери смысла; путаются параметры периодизации |
| Однофакторные эволюционные модели  Распространение модели на подсистемы  Перенос фактора на надсистему и близкие системы  Аксиоматизация фактора | поиск ''правильного'' универсального фактора; дробление фактора; попытки объединять модели с разными факторами; построение антимоделей; экспансия модели; заполнение нижних рангов модели; прикладные исследования | растет количество отклонений от предсказаний модели; нарастает число поправок |
| Многофакторные эволюционные модели | критика однофакторных моделей; дробление на однофакторные школы; прикладные исследования |  |
| Эволюция эволюций |  |  |

**1. Отдельные, несвязанные между собой явления**

Это простое накопление фактов. Причем характер общности этих фактов может быть любой — все зависит от личных представлений исследователя.

Пример 1: В 1269 г. Пьер Перегрин из Марикута написал книгу ''Письма о магните'', в которой собрал много сведений о магните, накопившихся до него и открытых им лично. Перегрин впервые говорит о полюсах магнитов, о притяжении (''совокуплении'') разноименных полюсов и отталкивании одноименных, об изготовлении искусственных магнитов путем натирания железа естественным природным магнитом, о проникновении магнитных сил через стекло и воду, о компасе. (1. с.27)

Основное занятие исследователей: поиски явлений, кажущихся однородными.

Основные проблемы: невозможно предсказывать появление новых явлений и их свойства, нет единого мнения об однородности изучаемых фактов и явлений.

Эти проблемы решаются переходом к моделям-аналогиям, объединяющим изучаемые явления в группы.

**2. Модели-аналогии:**

Формирование первых моделей не связано с накоплением фактов, как принято считать. Эти процессы идут параллельно. Накопленные факты позже вступят в противоречие с построенными моделями, заставят их развиваться. Но сами первые модели строятся на двух-трех, а то и на одном факте.

A. ''ПУСТЫЕ'' МОДЕЛИ

Это модели, в которых необъясненные факты или явления пытаются объяснить через другие необъясненные.

Пример 2: Платон утверждал, что свойства магнита имеют божественное происхождение, и тем самым избежал многих раздумий и сомнений. (1. с.10)

Пример 3: Традиционная модель художественной критики: произведение таково потому, что такова природа таланта автора.

Сюда же относятся эзотерические ''науки'', которые объясняют явления ''космическими законами'', ''тонкими телами'', ''энергиями'' и т.п.

B. МАГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Это модели в которых:

объектам и явлениям приписывается человеческая мотивация;

причиной явлений становятся свойства и действия человека;

проводятся аналогии между явлениями и человеческими свойствами.

Пример 4: Наши друзья показали мне яд, которым они смазывают наконечники стрел. Это — внутренности одной гусеницы, называемой н'гва. Она — всего полдюйма [немногим более сантиметра] в длину. Бушмены выжимают из гусениц внутренности и высушивают их на солнце. После потрошения гусеницы они тщательно очищают ногти, потому что даже ничтожное количество яда, попавшее в царапину, оказывает действие, подобное действию трупного яда. Агония при этом бывает такой сильной, что человек режет самого себя, требует материнской груди, как будто становится снова грудным ребенком, или убегает от человеческого жилья в состоянии буйного помешательства. <...>

Так как бушмены пользуются репутацией людей, умеющих лечить раны, отравленные этим ядом, то я спросил их, как они достигают излечения. Они сказали, что для этой цели они назначают самое гусеницу в комбинации с жиром. Они втирают в ранку также жир, утверждая, что гусенице н'гва требуется жир, и когда она не находит себе жира в теле человека, то она убивает человека; ''мы даем ей то, что ей нужно, и она бывает довольна'' — довод, который может понравиться и просвещенным людям. (2. 106-107)

C. ВНЕШНИЕ АНАЛОГИИ

Это модели, в которых:

причиной явления становятся другие повторяющиеся явления в надсистеме или окружающей среде, совпадающие с ним;

в надсистеме или окружающей среде находятся параметры, которые могут подходить для объяснения изучаемого явления;

исходная аналогия становится основой для объяснения сложных многоступенчатых явлений;

проводятся аналогии с явлениями надсистемы, внешней среды или другого системного ранга.

Пример 5: (Для синтеза белков и нуклеиновых кислот клетки вырабатывают богатые энергией молекулы, которые с помощью ферментов обеспечивают энергией каждый этап присоединения мономера. Ферменты также устраняют лишние молекулы, например, воду, мешающую дегидратации. В лабораториях синтезируют полипептиды и полинуклеотиды в безводном растворителе, при высоких концентрациях мономеров и с высокоэнергетическими реагентами. На примитивной Земле единственным растворителем была вода, нужных мономеров было крайне мало, реагенты были просты, ферментов не было вовсе. Трудно себе представить при таких условиях образование полимеров.)

Возможное решение этой проблемы связано с адсорбцией необходимых молекул на поверхности глинистых минералов. Этому механизму особое значение придавал покойный Дж.Д. Бернал (1901-1971), известный английский ученый-кристаллограф. По сравнению с органическими соединениями глинистые минералы обладают большой адсорбционной способностью. Кроме того, они по-разному взаимодействуют с различными типами соединений, которые адсорбируют. (3.64-66)

Основное занятие исследователей: поиски аналогий, антианалогий, некоего универсального ''естественного'' параметра (естественное место всех предметов у Аристотеля, естественный человек у просветителей 18 века, естественная форма движения, естественное состояние с наименьшей энергией и т.п.).

Основные проблемы: трактовки путаются между собой, нет надежной воспроизводимости результатов.

Эти проблемы решаются переходом к классификациям — то есть, к наведению в группах какого-то порядка.

6. Классификации:

A. ВНЕШНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Это классификации по внешним признакам — размерам, форме, цвету и т.п.

Пример 6: Первой попыткой классификации орудий труда была классификация датского археолога Каунсиллора Томсена, создавшего экспозицию в Национальном музее древностей в Копенгагене и описавшего ее в 1836 г. Орудия были распределены по материалу — камень, медь или бронза, железо, что, однако, не несло в себе определенного представления о хронологии, о движении от примитивной технологии производства орудий к более совершенной. (4.60-61)

B. ВНУТРЕННИЕ (МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ) КЛАССИФИКАЦИИ

Это классификации по внутреннему строению.

Пример 7: ...обоснование морфологической специфики неандертальского вида обязано своим утверждением французскому палеонтологу и антропологу Марселену Булю, опубликовавшему в 1912 г. тщательное описание наиболее полно сохранившегося скелета из пещеры Буффия близ местечка Шапелль-о-Сен во Франции. Таким образом, после этих работ морфологическое своеобразие неандертальского человека не только стало полностью доказанным научным фактом, но и получило таксонометрическое обозначение, неандерталец с полным правом вошел в число других палеонтологических видов вымерших млекопитающих. (5. 81-82)

Важный момент: далеко не все модели могут перейти от классификации к следующим этапам развития. Такой переход возможен только если для классификации выбран параметр, меняющийся не просто по величине, но и во времени. В примере 6 первобытные орудия были классифицированы по материалу. Но оказалось, что именно материал менялся во времени. И по сей день наиболее распространенная периодизация первобытной истории именно такова: каменный век, бронзовый век, железный век.

Классификация химических элементов Менделеева основана на атомной массе. Теория химической эволюции Вселенной подразумевает ряд периодов синтеза элементов; при этом атомная масса возрастает во времени. Классификация организмов по степени развития привела к эволюционной теории Дарвина.

Основные занятия исследователей: поиск ''правильного'', универсального параметра классификации, поиск ''правильной'' структуры классификации, попытки создания многопараметрических классификаций.

Основные проблемы: для повышения точности классификаций их приходится делать все более сложными и разветвленными, при этом теряется ориентировка; все больше изучаемых явлений попадают одновременно в несколько разделов классификации, при этом усложняется таксация.

Эти проблемы решаются переходом к периодизациям.

7. Временные классификации (периодизации)

Это классификации явлений по времени их появления или существования.

Пример 8: Его (Жана Пиаже — Ю.М.) труды посвящены в основном систематическому изучению ''умственного'' развития ребенка: формированию мышления, моральных суждений, понятий числа, количества, движения, времени, скорости, пространства, случайности... словом, всех явлений, связанных с тем, что принято называть интеллектом. Он является автором стадиальной теории развития умственных действий — от инстинктивных реакций до ''гипотетико-дедуктивного'' рассуждения, — о которой упоминается во всех учебниках педагогики. (5. 31)

Основные занятия исследователей: поиск ''правильных'' параметров периодизаций; поиск ''правильных'' названий периодов; дробление периодов; изучение структур внутри периодов; попытки динамизировать эти структуры.

Основные проблемы: периоды дробятся до потери смысла.

Эти проблемы решаются переходом к простым эволюционным моделям.

8. Простые эволюционные модели

A. ОДНОФАКТОРНЫЕ МОДЕЛИ

Это модели, в которых развитие изучаемого явления рассматривается, как непрерывный процесс, происходящий под воздействием одного фактора, который рассматривается, как определяющий. Остальные факторы считаются вторичными, зависящими от главного.

Пример 9: (В концепции Энгельса — Ю.М.) …был открыт и убедительно аргументирован в своем действии социально-исторический фактор и этим продемонстрирован с самого начала социальный характер человеческой истории, а следовательно и ее начала — первобытной истории. Интегрирующее влияние социально-исторического фактора, составляющего краеугольный камень человеческой деятельности вообще, предопределило все стороны развития как биологических особенностей древнейших и древних людей, так и их социальных отношений. (4. 75)

Пока непонятно, как определяются эти факторы. Но когда они найдены, их стараются распространить на все подсистемы изучаемого объекта, а также перенести на всю надсистему и другие, близкие системы.

Пример 10: Его (В.Райха — Ю.М.) главная идея, возникшая непосредственно под влиянием Фрейда, состояла в том, что сексуальное удовлетворение является важнейшим условием равновесия как отдельного индивида, так и всего общества. (5. 42)

B. МОДЕЛИ С РАЗДЕЛЕННЫМ ФАКТОРОМ

Это модели, в которых главный фактор делится на две, а затем и на большее число частей.

Пример 11: По мере появления нового материала, особенно из Азии и Африки стала расти роль локальных отличий в моделях. Первая реакция — книга американского археолога Халлама Мовиуса "Ранний человек и плейстоценовая стратиграфия в Южной и Восточной Азии" — 1944 г. Автор показал различия в каменном инвентаре нижнепалеолитического времени на западе и на востоке Старого Света. (4. 85)

Разделение фактора — не единственное преобразование, которое на этом этапе могут проходить модели. Возможен также переход к антимоделям и к группам. В последнем случае рассматриваются не сами явления или объекты, а их группы, объединения.

Все эти процедуры так или иначе ведут к необходимости учитывать не только первоначально выбранный главный фактор.

C. ЭВОЛЮЦИОННЫЕ МОДЕЛИ С ГЛАВНЫМ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМИ ФАКТОРАМИ

Это модели, в которых дополнительные факторы признаются независимыми от главного, но оказывающими не столь значительное действие.

Пример 12: Маркс не считал экономический фактор единственным, определяющим развитие социальных систем. Но остальные — науку, искусство, религию и т.д. он полагал второстепенными.

Этот тип моделей служит переходным мостиком к многофакторным моделям.

Основные занятия исследователей: поиск ''правильного'', универсального фактора; дробление фактора; попытки объединять модели с разными факторами; построение антимоделей; экспансия модели; заполнение нижних рангов модели; прикладные исследования.

Основные проблемы: растет количество отклонений от предсказаний модели; нарастает число поправок, призванных согласовать реальное развитие явления с предсказаниями модели.

Эти проблемы решаются переходом к многофакторным моделям.

9. Сложные эволюционные модели (многофакторные)

Это модели, в которых развитие изучаемого явления определяется несколькими взаимодополнительными факторами.

Пример 13: Ломоносов объяснял возникновение атмосферного электричества трением воздушных слоев друг о друга при перемещении холодных масс воздуха вниз, а теплых вверх. Это была первая научная гипотеза, объяснявшая электризацию атмосферы. Сейчас среди ''генераторов'' атмосферного электричества, помимо облаков и осадков, называют также пылевые бури, извержения вулканов, метели, разбрызгивание воды водопадами, морским прибоем и т.п. (6. 92-93)

Этот тип моделей еще не изучен.

На этом развитие моделей не заканчивается. Следующий этап представляет собой ''вторую производную'' эволюции (эволюцию эволюции).

10. Эволюция эволюций

Это модели, в которых закономерности развития изучаемого явления также признаются изменяющимися. Просматриваются два вида таких моделей:

A. УСКОРЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ;

B. НЕРАВНОМЕРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ.

Пример 14: Именно такой вид эволюции — ускоряющаяся — рассматривается сейчас биологами. Этот тип моделей тоже пока не изучен.

Если эта схема верна, то она должна быть справедлива и для самой себя. Посмотрим, как щло развитие представлений о научных моделях в рамках школы ТРИЗ.

Первым обратил внимание на саму тему Г.С.Альтшуллер. Он поставил несколько вопросов к научным исследованиям. Затем ряд исследователей, в первую очередь Г.Л.Фильковский и И.М.Кондраков, описали ряд приемов преобразования научных моделей. До логического (и даже нелогического) предела довел этот этап Б.Л.Злотин, описывавший приемы десятками.

Примером богатой, разносторонней классификации приемов построения научных моделей является книга В.В. Митрофанова. Хочу особо подчеркнуть: без вышеупомянутых работ представленные вам сегодня результаты были бы просто невозможны. Схема, которую мы только что разобрали, представляет собой типичную периодизацию.

Следующим этапом исследований должен стать поиск более глубоких (однофакторных и многофакторных закономерностей развития научных представлений.

Однако уже сейчас можно сделать несколько выводов.

Мы живем не в мире реальных явлений, а в мире наших моделей этих явлений.

Число моделей даже одного и того же явления может быть бесконечно большим.

Для ориентации в быстроменяющихся ситуациях необходимо от понятия ''правильная модель'' переходить к понятию ''полимодельности'' — к одновременному оперированию множеством разных моделей, мгновенному построению нужной одноразовой модели.

Явления, которые мы должны моделировать, изменяются с возрастающей скоростью. Построение научных моделей не должно следовать за этими изменениями. Оно должно быть превентивным, опережающим.

Существуют формальные процедуры, которые позволяют преобразовывать модели, не дожидаясь появления фактического материала.

На последнем пункте мне хотелось бы остановиться особо. Самым частым вопросом, который доводилось слышать по этому поводу, был следующий: можно ли вообще строить новую модель, не имея фактов, противоречащих прежней? Не будет ли сие занятие пустым умствованием?

Однако именно факты показывают, что мир наших моделей настолько широк, что под корректно построенную модель всегда найдутся факты. Как образно заметил А.Л.Камин, какой бы костюм мы не пошили, всегда найдется человек, которому он впору.

Давайте на практике проверим это утверждение. Я сформулирую процедуру, а вы попробуете ею воспользоваться в предложенных мною ситуациях. И посмотрим, будут ли ваши модели умствованием, или они будут иметь научную ценность.

Суть процедуры: разделить исследуемый объект на две части (две группы объектов) по внешним проявлениям, свойствам, взаимодействию с надсистемой.

Пример 15: (Английский врач Вильям Гильберт 18 лет изучал магниты и написал книгу ''О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле. Новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов'' — 1600 г.) <…>

Очень важным в учении Гильберта представляется то, что он, по-видимому, первым отличил электрические явления от магнитных, вскрыв их различную природу. Гильберту удалось разделить магнитные и электрические явления, которые с тех пор стали исследовать раздельно. (1. 28-29)

Пример 16:...К.Г.Юнг (1875-1961) был сотрудником Фрейда. Он пытался объяснить теоретические расхождения между Фрейдом и Адлером различными типами личности этих двух ученых. Юнг различал два типа личности:

экстраверт, то есть человек, обращенный вовне и старающийся приспособиться к окружающему миру, предметы которого притягивают его интересы.

интроверт, то есть обращенный вовнутрь, созерцательный, сдержанный, сомневающийся и поглощенный собой больше, чем внешним миром.

Юнг считал, что методы Фрейда больше подходят для лечения неврозов экстравертированного пациента, а методы Адлера — интровертированного. (5. 27)

Пример 17: Основная заслуга Тимирязева — в экспериментальной и теоретической разработке проблемы фотосинтеза. Он показал, что интенсивность процесса пропорциональна поглощенной энергии при относительно слабом свете, а при сильном освещении достигает определенной величины и уже более не растет, т.е. открыл явление светового насыщения фотосинтеза; экспериментально обнаружил, что имеются два максимума поглощения света растением, которые лежат в области красных и синих лучей спектра, доказал приложимость закона сохранения энергии к процессу фотосинтеза.

Задача 1: Известно, что клетки раковых опухолей содержат в себе всю необходимую информацию для ''заражения'' здоровых клеток. Если в здоровый организм ввести раковые клетки, то в этом месте начнется развитие раковой опухоли.

Предложите следующую гипотезу о развитии раковых опухолей заражением здорового организма раковыми клетками. (7. 77-80)

(Внимание академика Н.М.Эмануэля привлек тот факт, что ''в биологии вообще существует много примеров критических явлений. Так, прививаемые опухоли развиваются лишь тогда, когда количество опухолевых клеток, вводимых животному, достигает определенного критического значения. При меньшем числе клеток опухоли не развиваются'')

Задача 2: Старение и смерть — это естественный этап жизни человека. Его изучают целые институты с целью добиться бессмертия. Известно, что причиной этого этапа является накопление в клетках свободных радикалов. Эти радикалы можно уничтожать специальными веществами — ингибиторами. Однако добиться бессмертия пока не удалось.

Предложите гипотезу, которая объяснит эту неудачу и даст новое направление поисков. (7. 77-80)

(Старение — это накопление свободных радикалов. Для лечения предложено использовать искусственные ингибиторы, например, ионол. Группы животных, получавших эти препараты, жили дольше контрольных групп — столько, сколько живут животные этих видов при оптимальных условиях. Гипотеза: старость — это болезнь, поддающаяся лечению. А механизм естественной смерти иной — в какой-то момент срабатывают особые гены, производящие клеточные токсины. Естественная смерть — это самоубийство на молекулярном уровне.)

Как уже упоминалось, следующим этапом развития данной работы должен стать переход к однофакторным и многофакторным моделям развития моделей. Но это можно будет сделать только после того, как будут заполнены огромные ''белые пятна'' в нашей периодизации. Вот некоторые из них:

Непонятно, какие могут быть параметры классификаций.

Непонятно, как из всего множества параметров классификации выбирать тот, который окажется развивающимся во времени.

На этапе периодизации появляется множество возможных факторов развития изучаемого явления. Далеко не каждый из них может стать основой эволюционной модели. Как выбирать нужный?

Переход к эволюционным моделям характеризуется не только сменой формы модели. От качественного описания явления совершается переход к количественному подходу. Наступает время математических формул. Совершенно непонятно, как происходит этот переход.

**Список литературы**

В.П. Карцев. Магнит за три тысячелетия. 4-е издание, переработанное и дополненное. М., Энергоатомиздат, 1988.

Давид Ливингстон. Путешествия и исследования в Южной Африке с 1840 по 1855 гг. Государственное издательство географической литературы. М., 1955.

Хороновиц Н. Поиски жизни в Солнечной системе. М, Мир, 1988.

Алексеев В.П., Першиц А.И. История первобытного общества. ''История''. М.: Высш. Шк., 1990. — 351 с.: илл.

М.-А. Робер, Ф. Тильман. Психология индивида и группы. М., ''Прогресс''. 1988.

В.П. Лишевский. Охотники за истиной. Изд-во ''Наука'', М., 1980.

О.Ю.Охлобыстин. Жизнь и смерить химических идей. Изд-во ''Наука'', М., 1989.