ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

Новочеркасский государственный технический университет

ПЕТРОВ ИГОРЬ АЛЬБЕРТОВИЧ,

ассистент каф. СМ, СиПМ НГТУ,

соискатель кафедры “Сопротивление

материалов, строительная и

прикладная механика”.

Моделирование как необходимый научный метод познания и его связь с детерминированными и стохастическими методами ИЗУЧЕНИЯ ЛЮБОГО явления или процесса

Р Е Ф Е Р А Т

Реферат представлен для сдачи кандидатского экзамена по философии.

Научный руководитель

Зарифьян Александр Захарович,

профессор, д-р техн. наук,

зав. каф. “Сопротивление материалов, строительная и прикладная механика”.

Руководитель по кафедре философии

Ефимов Владимир Иванович,

доцент, канд. фил. наук.

Новочеркасск — 1996 г.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 3 |
| 1. | МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭТАП ПОЗНАНИЯ СУЩНОСТИ ИЗУЧАЕМОГО ЯВЛЕНИЯ ИЛИ ПРО-ЦЕССА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЕГО ТЕОРИИ . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 |
| 2. | ГИПОТЕЗЫ КАК НЕОБХОДИМЫЕ ПРИЗНАКИ, ОПРЕДЕ-ЛЯЮЩИЕ СВОЙСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ МОДЕЛИ ИЛИ ПРОЦЕССА . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 8 |
| 3. | ПРЕДСКАЗАНИЯ — ВАЖНЕЙШИЙ КРИТЕРИЙ ИСТИН-НОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ТЕОРИИ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15 |
| 4. | ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕОРИИ К ПРАКТИ-ЧЕСКИМ ЗАДАЧАМ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16 |
| 5. | СВЯЗЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ С ДЕТЕРМИНИРОВАННЫМИ И СТОХАСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕ-НИЯ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 17 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 19 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 20 |

В В Е Д Е Н И Е

Бурный рост промышленности и науки во всех сферах человеческой деятельности привели в настоящее время к такому положению вещей, что создание и разработка каких-либо новых технологий, технических средств (машин, приборов, оборудования и т. п.), а также методик их применения для нужд человека становится затруднительным, а в некоторых случаях невозможным, без интенсивного применения научных методов познания и поиска [2].

Одной из таких обязательных сторон научного исследования является метод моделирования, без которого не обходится ни одна конструкторская и ни одна исследовательская работа. По этой причине, в реферате сделан значительный акцент на метод моделирования как необходимый научный метод познания явлений природы и использование этого познания для практических целей [4].

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭТАП

ПОЗНАНИЯ СУЩНОСТИ ИЗУЧАЕМОГО ЯВЛЕНИЯ

ИЛИ ПРОЦЕССА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЕГО ТЕОРИИ

Всякое вновь изучаемое явление или процесс бесконечно сложно и многообразно и потому до конца принципиально не познаваемо и не изучаемо. Поэтому, приступая к изучению явления или процесса, исследователь заменяет его схематической моделью, которая выбирается тем более сложной, чем подробнее и точнее нужно изучить упомянутое явления. В моделе сохраняется только самые существенные стороны изучаемого явления, а все мало существенные свойства и закономерности отбрасываются [6].

Какие стороны изучаемого явления необходимо сохранить в модели и какие отбросить, зависит от постановки задачи исследований. Цель и задачи исследований формулируются перед началом разработки теории еще неизученного явления или уточнения уже существующей теории с целью более адекватного описания изучаемого процесса или явления [7]. Построение теории начинается с выбора некоторого достаточного множества понятий и определения тех объектов, с которыми будет оперировать формируемая теория. Иногда список исходно определяемых понятий и объектов называют терминами теории. Они должны быть определены так, чтобы воспринимались любым исследователем однозначно.

Далее необходимо ввести, при построении модели явления, самые необходимые свойства определяемых объектов (“кирпичей” теории) и правила их взаимодействия и преобразования. Список введенных свойств и правил должен быть полным, т. е. таким, оперируя с которым можно осуществить любое действие по решению поставленных в исследовании задач и доведения решения логического и однозначного результата. Указанный список должен быть логически непротиворечивым, иначе создаваемая теория приведет к ошибочным заключениям. Вводимые правила должны быть выполнимы, а результаты их использования однозначными и определенными.

Выделенное множество объектов-терминов теории и правил их преобразования должно допускать проверку практикой или иными надежными методами. При этом выбранная модель должна обеспечивать необходимую точность результатов [6].

В философском смысле дать определение некоторому понятию-термину — это значит подвести более узкое определяемое понятие или подпонятие под более широкого и указать отличительную особенность. Это означает, что, давая определения вводимым в теорию терминам, мы определяем их в конце концов через ряд неопределимых исходных понятий. Тем самым становится возможным неоднозначное толкование, которое позволяет прилагать сформулированную теорию к любым явлениям, имеющим в своей основе аналогичные структуры исходных понятий.

Так, например, в курсе геометрии в разделе планиметрия понятие точки не вводится, а понятие отрезок прямой o-b вводится как континуальное множество точек — последовательность точек c, ведущих из начальной точки отрезка o к конечной точке b, имеющее наименьшую длину



Рис. 1

Путем продолжения отрезка в направлении от точки d к с получаем полупрямую, а продолжая отрезок и в противоположную сторону от точки d, будем иметь бесконечную прямую(рис. 1).

В дальнейшем, точки рассматриваются как места пересечения линий.

Рассмотрим проективные модели Римана: проведем через точку o прямой перпендикуляр (рис. 2), на котором отметим точку o p, на отрезке o-o p, как на диаметре, построим окружность, касающуюся прямой в точке o. Точку o назовем полюсом.



Рис. 2

Соединим полюс с точками d, c и b, каждая из приведенных проектирующих прямых пересекает окружность в точках d ′, c ′ и b ′. Очевидно, между точками d и d ′, c и c ′, b и b ′, имеется взаимооднозначное соответствие. Полюс o pвзаимооднозначно соответствует бесконечно удаленной точке прямой. Как видно в проективной модели Римана имеется образ одной бесконечно удаленной точки прямой — это точка, совпадающая с полюсом o p, в то время как на рис. 1 могло показаться, что прямая обладает двумя бесконечно удаленными точками. В развитие этой модели приведем проективную модель Римана для сферы и плоскости N.

Возьмем плоскость N, в точке o которой поместим сферу диаметром o-o p. Рассматривая точку o pкак полюс проектирования, спроектируем



Рис. 3

прямыми, проходящими через полюс o p, расположенные в плоскости N, то точки d, c, b на поверхность сферы в виде точек-образов d ′, c ′, b ′. Как и в линейном случае (рис. 2) между точками d, c, b и их проективными образами d ′, c ′, b ′ имеется взаимно однозначное соответствие. Доказывается, что при таком проективном преобразовании сохраняются углы между линиями d, c, b на плоскости и линиями d ′, c ′, b ′ на поверхности сферы. Рассмотренное проектированное преобразование служит теоретическим основанием для изображения карты земной поверхности на плоскости N и широко используется в навигации, в морском и авиационном штурманском деле. Полюс проектирования o p по Риману, также как и в линейном случае (рис. 2), является проективным образом бесконечно удаленной точки плоскости. Риманова модель дает основание считать, что плоскость содержит не множество бесконечно удаленных точек, а только одну. Такой подход дает большие удобства для математических построений в теории функции комплексного переменного и в прикладных задачах.

2. ГИПОТЕЗЫ КАК НЕОБХОДИМЫЕ ПРИЗНАКИ,

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СВОЙСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ

МОДЕЛИ ИЛИ ПРОЦЕССА

Изучение всякого непознанного явления начинается с наблюдения его проявления в природе или в лаборатории. Сделанные наблюдения позволяют высказать ряд исходных предположений (гипотез), позволяющих объяснить на модели изучаемое явление и его свойства. Справедливость высказанных гипотез проверяется экспериментом. Подтвержденные экспериментом гипотезы путем логических рассуждений желательно оформленных в виде математического описания и построения превращаются в теорию исследуемого явления. При этом высвечиваются две стороны явления — качественное и количественное [1].

Таким образом, модель изучаемого явления с помощью вводимых гипотез приобретает ряд свойств, опираясь на которые можно путем математических и логических действий проследить, как принятая модель взаимодействует с окружающими объектами и, следовательно, как она реагирует на внешнее воздействие. При этом варианте возможно, что и первоначальное свойство модели изменится [5].

Проиллюстрируем роль вводимых гипотез на примерах.

Для хранения сжатого газа при высоких давлениях обычно применяются тонкостенные цилиндрические резервуары-баллоны, представляющие собой цилиндрическую оболочку вращения. Оболочка считается тонкостенной, если толщина стенки в 20-30 раз меньше диаметра баллона. Такая оболочка может рассчитываться по безмоментной теории, следовательно элемент стенки баллона работает только на растяжение-сжатие, таким образом гипотеза о малой толщине стенки сводится к тому, что изгибающими моментами, возникающими в стенке баллона можно пренебречь; в этом случае для определения действующих в оболочке нормальных напряжений можно пользоваться известным уравнением Лапласа (см. рис. 4)



где ,  — радиусы меридиана кольцевого сечения;

 — давление газа;

 — толщина стенки.

Из этого уравнения выходит, что меридиональные нормальные напряжения σм в стенке баллона в 2 раза меньше тангенциальных (кольцевых) σθ напряжений, следовательно разрушение баллона происходит в виде трещины, сориентированной вдоль образующей оболочки.

Для расчета толстостенной цилиндрической оболочки приходится применять моментную теорию, основанную на гипотезе, что и в стенке оболочки действуют наряду с нормальными напряжениями еще и поперечные силы и изгибающие моменты (рис. 5). Это уточненная модель приводит к совершенно иным уравнениям (дифференциальному уравнению четвертого порядка)





где W — перемещение элемента стенки резервуара в радиальном направлении;



Рис. 4.





Рис. 5.

 — упругая постоянная стенки;

— модуль упругости материала;

 — толщина стенки резервуара;

 — удельный вес жидкости в резервуаре;

 — глубина жидкости в резервуаре;

 — коэффициент Пуассона.

Изменение гипотезы привело к резкому усложнению модели и к более сложному алгоритму расчета оболочки на прочность.

Рассмотрим еще один пример из физики.

В классической механике Галилея-Ньютона при рассмотрении движения материального тела в пространстве вводятся, на первый взгляд, совершенно естественные гипотезы о том, что масса движущегося тела от скорости его движения не зависит, а время, отсчитываемое как в покоящейся, так и в движущейся инерционной системе отсчета, одинаково. При скоростях движения, близких к скорости света, такие гипотезы оказываются не верны и их приходится заменять гипотезами специальной теории относительности, предложенной Альбертом Эйнштейном. Специальная теория относительности представляет собой современную физическую теорию пространства и времени.

В специальной теории относительности, как и в классической Ньютоновской механике, предполагается, что время однородно, а пространство однородно и изотропно. В основе специальной теории относительности лежат две основные гипотезы, отличные от гипотез Галилея-Ньютона. Первая из них утверждает, что в любых инерциальных системах отсчета все физические явления при одних и тех же условиях протекают одинаково. Вторая гипотеза утверждает, что скорость света в вакууме не зависит от движения источника света. Она одинакова во всех направлениях и во всех инерциальных системах отсчета. Опыты показывают, что скорость света в вакууме — предельная скорость в природе. Скорость любых частиц, а также скорость любых взаимодействий сигналов не может превосходить скорость света c.

Объединение специальной теории относительности и классических представлений об абсолютном времени, идущем одинаково во всех системах отсчета, приводят к абсурду, что световой сигнал должен одновременно достигать точек пространства, принадлежащих двум различным сферам.

В специальной теории относительности ход времени в разных инерционных системах отсчета различен. Соответственно, промежуток времени между какими-либо двумя событиями относителен. Он измеряется при переходе от одной инерционной системы к другой. В частности, относительна одновременность двух событий, происходящих в разных точках пространства.

События, связанные причинно-следственной связью, не могут совершаться одновременно ни в одной системе отсчета, так как всякое следствие обусловлено каким-то процессом, вызываемым причиной. Между тем любой процесс (физический, химический, биологический) не может протекать мгновенно. Поэтому относительность ни в коей мере не противоречит причинности. В любой инерциальной системе отсчета события-следствия всегда совершаются позже, чем его причина.

Из гипотез специальной теории относительности, а также из однородности и изотропности пространства и однородности времени следует, что соотношение между координатами и временем одного и того же события в двух инерциальных системах отсчета выражаются преобразованиями Лоренца, а не преобразованиями Галилея, как это считается в классической Ньютоновской механике.

Преобразования Лоренца имеют простейший вид в случае, когда сходственные оси декартовых координат неподвижной и движущейся инерциальных систем попарно параллельны. Причем движущаяся система перемещается относительно неподвижной со скоростью вдоль оси OX. При этом преобразования Лоренца имеют вид







где c — скорость света в вакууме.

Преобразования Лоренца показывают, что при переходе от одной инерциальной системы отсчета изменяются не только пространственные координаты рассматриваемых событий, но и соответствующие им моменты времен. Из преобразования Лоренца следует, что скорость относительного движения любых инерциальных систем отсчета не может превосходить скорость света в вакууме.

Из преобразования Лоренца следует, что линейный размер тела, движущегося относительно инерциальной системы отсчета, уменьшается в направлении движения. Это изменение продольного размера при движении называется Лоренцовым сокращением

.

Поперечные размеры тела не зависят от скорости его движения и одинаковы во всех инерциальных системах отсчета

Итак, линейные размеры тела относительны. Они максимальны в той системе отсчета, относительно которой тело покоится — эти размеры тела называются его собственными размерами

В релятивистской динамике, в отличие от классической, масса материальной точки не постоянна, а зависит от скорости этой точки. Зависимость массы от скорости выражается формулой



где m0 — масса покоя частиц.

В релятивистской механике делается важный вывод, что масса и энергия находятся в зависимости



Приведенные примеры показывают, что простая замена исходных гипотез может приводить к серьезнейшим изменениям свойств модели явления.

3. ПРЕДСКАЗАНИЯ — ВАЖНЕЙШИЙ КРИТЕРИЙ

ИСТИННОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ТЕОРИИ

После построения теории исследуемого явления делаются и анализируются важнейшие выводы, вытекающие из сформулированной теории, справедливость которых проверяется по специально разработанной методике с помощью специальных экспериментов [3]. Если логические предсказания, вытекающие из построенной теории имеют место в действительности и во всех случаях, то разработанная теория признается верной. Других способов проверки истинности теории не существует. Одновременно с проверкой истинности выявляются границы применимости созданной теории. В случаях, когда теория не подтверждается экспериментальной проверкой, то устанавливаются границы ее применимости, за пределами которых теория должна быть уточнена путем добавления новых или замены введенных ранее гипотез.

4. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕОРИИ

К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАДАЧАМ

После того, как разработанная теория выдержала экспериментальную проверку и опыты показали, что она справедлива и применима к поставленным практическим задачам, разрабатываются методики и аппаратура для реализации полученных результатов.

5. СВЯЗЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ С ДЕТЕРМИНИРОВАННЫМИ И

СТОХАСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ

Выше были приведены ряд примеров, касающихся применяемых в науке моделей из области геометрии, картографии, математики, строительной механики, теории упругости, классической динамики и теории относительности. Эти модели и описываемые с их помощью явления можно назвать детерминированными моделями и процессами, т. е. такими, суть которых определяется жесткими рамками законов природы, а случайная компонента пренебрежимо мала. Адекватность модели, описываемого с ее помощью процесса устанавливается в зависимости от описываемого явления теми или иными способами. Так, теория тонкостенных оболочек и толстостенных цилиндрических оболочек отличаются путем задания доверительного интервала толщин, определяющего пределы применимости каждой теории. Пределы применимости каждой теории классической динамики от теории относительности среди прочих признаков отделяются еще тем, что сделанные на основе теории относительности предсказания проверяются путем эксперимента, организованного в лаборатории или непосредственно в природе.

Однако такое положение имеет место далеко не всегда. Известны явления, сущность которых в своей основе содержит существенную случайную компоненту. Такие явления и модели называются стохастическими. Философия признает наряду с детерминированностью еще и случайность, которая рассматривается не как царство произвола, а как философскую категорию, обозначающую случайность как специфическую форму проявления необходимости в природе, случай, когда параллельно основному изучаемому процессу протекают независимые и неуправляемые сопутствующие процессы, пути развития которых, пересекаясь, суммируются, давая всплески и выбросы случайных компонентов.

В основе стохастической теории случайных процессов могут быть положены два различных подхода. Первый из них основан на использовании теории многомерных функций распределения случайных величин и второй — на основе корреляционной теории случайных процессов.

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Постоянное расширение масштабов исследований в науке позволит обеспечить глубокие качественные изменения в двух взаимодействующих сферах материального мира, природы и общества, имеющие тождественные и различные черты. Природа — объективная реальность, существующая в виде неорганического мира. Общество — это высшая форма развития материального мира, закономерно выделившаяся из природы. Развитие науки возможно лишь при условии, что она постоянно будет учитывать запросы производства в двух взаимодействующих сферах материального мира [2] .

Научная и практическая деятельность исследователя, тесно связанная с научно производственной активностью с применением теоретических знаний и логических средств: анализ и синтез, обобщение и абстрагирование, индукция и дедукция, аналогия, моделирование, прогнозирование и другие научные подходы. На различных этапах исследований теоретические знания определяют цель, проблему и гипотезу. Эксперименты логически обосновывают объект исследования. На этапе проведения эксперимента и получения исходных эмпирических данных теоретические знания выполняют роль ориентиров в восприятии, осознании, фиксации и истолковании полученных результатов. На этапе логико-теоретической обработки эмпирических зависимостей теоретические знания составляют основу анализа и синтеза, обобщения и интерпретации результатов. На указанных этапах логические средства активно используются, влияя на процесс экспериментального исследования и одновременно воспринимая его обратное действие [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | Аверьянов А.Н. Системное познание мира: методологические проблемы. М., 1991. 263 с. |
| 2. | Алтухов В.Л., Шапошников В.Ф. О перестройке мышления: философско-методологические аспекты. М., 1988. |
| 3. | Маркс К., Энгельс Ф. Собрание сочинений. Т. 16. |
| 4. | Познавательные действия в современной науке / Под ред. Ю.А. Харина. — Минск: Наука и техника, 1989. 200 с. |
| 5. | Сичивица О.М. Методы и формы научного познания. М.: Высш. шк., 1993. 95 с. |
| 6. | Философский словарь / Под ред. М.Т. Фролова. — М: Политическая литература, 1986. 560 с. |
| 7. | Энгельс Ф. Диалектика природы // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20. |

Р Е Ц Е Н З И Я

на реферат по философии “Моделирование как необходимый науч-

ный метод познания и его связь с детерминированными и стохасти-

ческими методами изучения любого явления” соискателя

ПЕТРОВА И.А.

Реферат посвящен необходимому научному этапу познания сущности любого явления или процесса. Рассматриваются вопросы о выборе гипотез, описывающих свойства выбранной модели, даются оценки построения качественной и количественной теории изучаемого процесса и роли предсказания как важнейшего критерия истинности разрабатываемой теории процесса. Устанавливается связь между постановкой задач исследований и выбором детерминированной или стохастической модели процесса.

В целом реферат отвечает требованиям, предъявляемым к работам при сдаче кандидатского экзамена по разделу “Философские методы научного познания”.

Научный руководитель

профессор, д-р техн. наук ЗАРИФЬЯН А.З.