

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

(Вычислительные системы)

1997 год

Выпуск 160

УДК 001/519.876

## ЧЕЛОВЕК КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР (В ПОРЯДКЕ ПОСТАНОВКИ ПРОБЛЕМЫ)<sup>1</sup>

Ю.Г.Косарев

I. При принятии решений нередко приходится делать выбор между объектами, которые отличаются значениями непосредственно не сопоставимых друг с другом параметров.

Например, комфортабельность автомобиля определяется температурой в салоне, удобством позы, тряской, шумом от двигателя, запахами, защищенностью от лучей солнца, обзором, удобством управления (которое, в свою очередь, складывается из многих факторов) и т.д.

Спрашивается: какой из объектов более предпочтителен, если они попарно несопоставимы (т.е. один из объектов лучше другого по одним параметрам и хуже по другим)?

На практике такие ситуации (из-за отсутствия чего-либо лучшего) оцениваются методом экспертных оценок, когда человек, по сути, выступает в роли измерительного прибора, на вход которого воздействует объект измерения, а на выходе выдается его оценка (как правило в баллах).

---

<sup>1</sup>Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 97-06-80312.

Важнейшим достоинством метода экспертных оценок является его универсальность, а недостатками — его субъективность и неудобства, связанные с используемой балльной шкалой измерений. Эта шкала дает возможность расположить объекты в определенном порядке, но не позволяет судить ни *на сколько*, ни, тем более, *во сколько раз* один объект лучше или хуже другого.

II. Весьма остро недостатки метода экспертных оценок проявляются в тех случаях, когда факторов много и их воздействия взаимозависимы, а цена ошибки велика. Например, при оценке тяжести экологических ситуаций, когда требуется учитывать (и сопоставлять по степени их опасности) концентрации многих вредных веществ, уровни воздействия различных факторов как техногенного, так и социального характера, и многое другое.

Особую трудность представляет учет взаимозависимости факторов, поскольку даже в простейшем случае попарного рассмотрения факторов, как правило, нет ясности в том, когда их одновременное воздействие больше, меньше или равно сумме воздействий каждого в отдельности (т.е. когда эти факторы усиливают, ослабляют или игнорируют друг друга).

Словом, возникает насущная потребность в создании для экологических и других многопараметрических сложных объектов иных методов их оценки, лишенных указанных выше недостатков.

В связи с этим возникает вопрос: нельзя ли, используя человека в качестве (универсального) измерительного прибора, освободиться (или, по крайней мере, ослабить зависимость) от его субъективности и измерять состояние среды обитания не в балльной, а в более сильных шкалах?

Обратим внимание, что объектами измерения при этом фактически является не сама среда, а реакции на нее организма человека. Задача состоит в том, чтобы найти универсальную физическую величину, отражающую силу реакции организма; установить единицу ее измерения

и в ней проградуировать приборы, измеряющие параметры воздействующих факторов среды.

Суть предлагаемой идеи как раз и состоит в предположении, что такой универсальной физической величиной может явиться продолжительность реабилитации: время, необходимое для прихода физиологических показателей организма в состояние, адекватное норме (в котором организм и находился до воздействия).

Собственно речь идет о том, чтобы измерять реакции организма человека на внешние воздействия непосредственно, а не опосредованно, как это имеет место при использовании метода экспертных оценок, когда в качестве измерителя выступает разум (являющийся источником субъективности как в том случае, когда экспертами являются специалисты, руководствующиеся своими профессиональными знаниями, так и когда таковыми являются неспециалисты, исходящие из анализа своих чувственных восприятий, не вдаваясь в то, почему и как эти восприятия возникли).

Данная идея возникла у автора много лет назад, когда ему пришлось консультировать работы по созданию методики оценки комфортабельности автомобилей. Встречи с физиологами и другими специалистами подтвердили правомерность такой постановки вопроса и ее принципиальную реализуемость.

Основные трудности воплощения этой идеи в жизнь состояли в большом объеме чисто физиологических исследований по воздействию на человека не только и не столько отдельных факторов, сколько их всевозможных сочетаний. Проведение этих работ далеко выходило за рамки интересов автомобилистов, и намеченный план работ так и не был осуществлен.

Сейчас, когда резко обострилась ситуация с экологией и требуются методики объективных измерений параметров окружающей среды, влияющих на здоровье человека, целесообразно вновь вернуться к этой идее уже не по частному, а по общему поводу.

III. Прежде всего отметим, что реализация данной идеи не сопряжена с внесением каких-либо заметных изменений в процесс мониторинга окружающей среды. Он может оставаться практически тем же.

Изменяется программный блок обработки данных. Но это также не связано с существенным усложнением процесса получения результатов. Словом, главные трудности связаны не с самим "прибором", а с его "градуировкой".

С учетом этого в центре внимания оказываются следующие циклы работ.

1. Разработка физиологической методики измерения времени реабилитации организма испытуемого:

1.1) определение комплекса медицинских показателей (частоты пульса, кровяного давления и т.п.), по сопоставлению значений которых до и после испытания можно судить о наступлении реабилитации и возможности начать более сложные процедуры: например, тестирование с помощью компьютера;

1.2) создание систем тестов (например, на внимание), по которым можно судить о степени усталости испытуемого.

2. Установление зависимостей между воздействующими факторами и временем реабилитации:

2.1) установление типа зависимости между величиной воздействия и реакцией организма человека: линейного, нелинейного разных видов или резонансного (когда при определенных значениях воздействий реакция организма оказывается сильнее, чем при их уменьшении или увеличении);

2.2) установление численного соответствия между величиной воздействия одиночного фактора и величиной реакции организма, измеряемой временем, необходимым для прихода организма в прежнее состояние;

2.3) установление характера взаимозависимости при совместном воздействии на человека двух факторов (т.е. выявление тех факторов, которые усиливают, ослабляют или игнорируют друг друга);

2.4) установление численного соответствия между величиной воздействия двух факторов и величиной реакции организма;

2.5) разбивка множества факторов на таксоны по характеру и силе их попарного воздействия;

2.6) исследование совместного воздействия многих факторов (используя для сокращения перебора результаты таксономии).

3. Выявление групп населения, различающихся реакциями на те или иные факторы (или их совокупности).

В этом цикле работ исследуются возможные распределения населения на группы по характеру и силе реакции на различные воздействия. Это также типичная задача таксономии.

4. Исследование силы воздействия (прежде всего опасных для человека) факторов на лабораторных животных и органические структуры:

4.1) разработка методики испытаний;

4.2) установление корреляции между реакциями лабораторных животных и органических структур и реакциями человека на одни и те же воздействия.

5. Исследование метрологических свойств человека, лабораторных животных и органических структур как измерительного прибора: точности, систематической погрешности, разрешающей способности, стабильности во времени, помехоустойчивости и т.д.

6. Исследование корреляций между воздействиями, которым подвергается человек в течение своей жизни, и ее продолжительностью.

7. Создание компьютеризированной системы для измерения в шкале отношений много- и разнофакторных объектов.

Многие из указанных задач в той или иной степени изучались физиологами и психологами. Но при этом в центре внимания было состояние человека, испытывающего на себе те или иные внешние воздействия (трактующиеся как совокупность отдельных независимых факторов; причем воздействие рассматривалось как входной пара-

метр, а состояние человека — как выходной, целевой параметр). В предлагаемом подходе внимание перемещается на характеристики воздействия (причем входным параметром служит состояние человека, а целевым параметром — количественные характеристики воздействия).

IV. В заключение попытаемся привести аргументы в пользу выполнения указанной выше весьма обширной программы работ.

- Ожидаемые результаты ("градуировка" человека как измерительного прибора) позволят измерять реакцию организма человека на самые разные воздействия в шкале отношений, что даст возможность сравнивать между собой воздействия объектов различной природы (например, теленостей и некачественной пищи) и, мало того, установить *во сколько раз* одно воздействие отличается от другого.

- Возможность введения Единого коэффициента экологичности (условно назовем его "эко") как меры качества среды обитания. Равенство эко единице соответствует норме, нулю — смертельным воздействиям. Значения, меньшие единицы, указывают на отрицательные воздействия, большие единицы — на положительные (курортные условия).

- Возможность создания Единого классификатора, упорядочивающего все объекты по силе их воздействия на человека.

- Аттестация (с указанием численного значения) мест проживания, условий работы, жилищных условий, транспорта и т.д., и т.п.

- Замена балльной шкалы для оценок стихийных бедствий (например, силы землетрясений, ураганов) шкалой отношений позволит более точно сопоставлять между собой силу этих бедствий и адекватно на них реагировать.

- Возможность численно измерять экологические состояния отдельных районов и Земли в целом (и их изменения) позволит проводить мониторинг окружающей среды именно в тех количественных показателях, которые наиболее точно указывают на ее состояние и могут харак-

теризовать эффективность мер, направленных на повышение степени устойчивости развития как на региональном, так и на глобальном уровне.

- Открывается возможность результаты мониторинга ориентировать на различные группы населения (путем их программной переградуировки).

- Следует упомянуть, что данная программа работ может так же представлять и чисто научный интерес.

Поступила в редакцию

10 ноября 1997 года