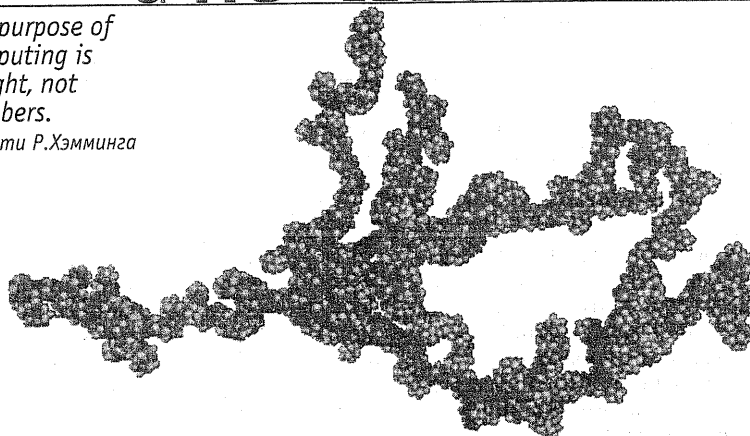


# «П о н и м а н и е , а не ЧИСЛА»

*The purpose of  
computing is  
insight, not  
numbers.*  
Памяти Р.Хэмминга



«Цель расчетов — понимание, а не числа». С этой максимы недавно скончавшегося специалиста в области вычислительной математики Р.Хэмминга (1915-1998), по чьей книге «Численные методы для научных работников и инженеров» я учился (и сейчас настоятельно рекомендую всем, имеющим отношение к вычислениям), представляется мне уместным начать статью. Впрочем, приступал я к ней не без больших сомнений. Главная опасность, подстерегающая пишущего на эту тему, банальность. «Современные компьютеры безгранично расширяют возможности человека», «Машина, конечно, хорошо, но она никогда не сможет заменить человека» и т.д., и т.п. — все это мы многократно читали, слышали, писали и говорили, все это верно, скучно и часто вызывает раздражение. Гораздо сложнее подметить новые тенденции, проанализировать их и сделать содержательные выводы. Мне за последнее время довелось обсуждать эти вопросы с известными специалистами, а также изучать статьи Дж.Гукенхеймера, М.Громова, И.Элишакова и многих других. Хотелось бы познать читателей с их рассуждениями, а также и со своими мыслями, появившимися, в частности, во время сидения на многих абсолютно пустых докладах научных конференций 1998 года.

## Голоса критиков

Оценка всякого нового значительного явления, как известно, проходит три стадии: безудержный оптимизм, естественная реакция в виде жесткой критики и, наконец, органичное включение нового явления в культурную парадигму.

Стремительное вторжение компьютеров в нашу жизнь находится пока на первой стадии, и это хорошо — «энергия заблуждения» совершенно необходима для нормального развития. Одновременно, что тоже естественно, нарастает волна критики, появ-

вляются предупреждающие статьи, книги, выступления и так далее. Остановимся сначала на этой стороне вопроса.

Отмечу, что, на мой взгляд, широкое обсуждение ограничений современных компьютерных моделей совершенно необходимо. Неистовая вера в неограниченные возможности компьютеризации позволяет активно манипулировать общественным мнением. Реальные сложные явления, например, изменение климата вследствие парникового эффекта или ядерной войны, состояние экономики, зависят от огромного количества параметров. Зачастую характер этой зависимости неизвестен, поэтому результаты компьютерных моделей драматически зависят от выбранных параметров.

Скажем, в соответствии с расчетами одних групп исследователей парниковый эффект приводит к понижению температуры на Земле, другие результаты прогнозируют ее повышение.

Что касается применения компьютерных моделей в экономике, то недавно кто-то взял на себя труд проанализировать эффективность существующих методик для долгосрочного анализа биржевой деятельности за несколько десятков лет. Оказалось, что гадание на кофейной гуще не менее эффективно в предсказательном плане.

Весьма опасна иллюзия повышения точности за счет учета многих параметров, определить которые невозможно или слишком дорого. Компьютерные алгоритмы должны быть грубыми (то есть не зависеть от малых изменений исходных данных) по отношению к неизвестным параметрам, но соответствующие теории даже еще не начали развиваться. Слишком велико увлечение компьютерными экспериментами в ущерб теоретическому осмыслению.

### Психологические проблемы

Компьютеры становятся быстрее и дешевле, и здесь для исследователя таится дьявольский соблазн: использовать более совершенный компьютер вместо того, чтобы еще и еще раз тщательно продумать исходную постановку задачи. Между тем, чем более сложны расчеты, тем труднее они верифицируемы. Как писал Хэмминг, хороший теоретик должен заранее оценить искомый результат и быть

скептиком по отношению к полученным численным данным. Главная опасность не в том, что используемые алгоритмы дают неверный ответ, а в том, что поставленная задача может быть совсем не той, на которую исследователь хочет получить ответ! С этой точки зрения над парадоксальной на первый взгляд максимой Хэмминга — «Лучше решать правильно поставленную задачу неправильным методом, чем неправильно поставленную задачу правильным методом» — стоит поразмыслить.

Хотя, будем откровенны, всем нам непросто бывает преодолеть «естественное человеческое отвращение к творческому труду» (П.Халмош). «Что там думать — прыгать надо!» — по этой фразе из известного анекдота мы часто живем, заменяя мысль трудолюбием. Впрочем, наряду с правильной постановкой задачи неплохо бы также представлять себе достоинства и недостатки используемых численных алгоритмов. «Когда мы включаем существующие алгоритмы в библиотеки и пакеты программ, мы де факто создаем стандарты, которые могут легко привести к игнорированию численного анализа» (Дж. Гукенхеймер). Здесь, как всегда, плох монополизм, и чем больше построенных на различных принципах программ и пакетов будем мы иметь, тем меньше вероятность пострадать от присущих тем или иным алгоритмам ограничений и принципиальных систематических ошибок.

Наконец, нельзя не отметить такое психологическое затруднение. Большие компьютерные проекты (демографические, климатические, генетические) требуют огромных усилий по идентификации, унификации, рутинному определению массы параметров, проверке и перепроверке, то есть доля нетворческого и весьма скучного труда очень велика. Растворяется индивидуальность исследователя. Конечно, этот феномен наблюдается, например, и в физике (о чем писал на страницах журнала в связи с поиском новых частиц в ДЭЗИ А.Семенов), но если там идет речь о сотнях авторов статьи, то здесь, наверное, их должны быть тысячи.

### Честность — лучшая политика

Думается, авторам компьютерных программ было бы не худо учесть

опыт использования математики в других областях знаний. «Глупость, одетая в математический мундир, часто уже не выглядит глупостью» — предупреждал известный математик Л.Шварц. «Опыт общения с врачами и биологами показывает, что здесь нужна другая математика, которой пока не существует» (И.Гельфанд). «При работе с представителями других наук важнее всего убедить их в том, что математика, в сущности, может весьма немного» (Н.Винер).

Понятно, что представителям компьютерных наук быть до конца честными трудновато: нужны гранты и средства. И немалые — ведь здесь уже не обойдешься ручкой и бумагой, как в чистой математике, а без рекламы своих результатов денег не получишь! И все же какой-то компромисс между совестью исследователя и необходимостью выбить деньги должен быть. В частности, хотелось бы, чтобы в опубликованных исследованиях четко указывались основания для выбора основных параметров и пренебрежения остальными (если таковых оснований нет, это должно быть отмечено), указывались альтернативные пути и результаты. Короче, «сражайтесь за мнения, но помните, что они не содержат всю правду и одну только правду» (Ч.А.Дана).

*«То, что полностью контролируемо, никогда не бывает вполне реальным. То, что реально, никогда не бывает вполне контролируемым»*

Острый ум В.В.Набокова создал немало рассыпанных по его произведениям афоризмов, один из которых послужил заголовком этой главки. Думается, что он подводит черту в споре — «может ли машина мыслить?»

Непредсказуемость в поведении даже простых нелинейных систем делает безнадежной попытку долгосрочных прогнозов климата или экономики. Иными словами, полностью рациональное постижение мира невозможно. Как отмечал З.Фрейд, «признаком научного мышления является способность довольствоваться лишь приближением к истине и продолжать творческую работу, несмотря на отсутствие окончательных подтверждений». Можно сказать, что в науке островки рациональных рассуждений соеди-

нены мостами иррациональных озарений.

### Виртуальный мир

Мир компьютерных моделей — мир новой реальности. В этом мире можно говорить, например, об экологии, и уже появились первые борцы за нее. Так, В.В.Налимов писал об угрозе засорения научной литературы работами, единственной ценностью которых является использование мощных компьютерных средств и алгоритмов.

Скорость вычислений перестает быть ограничивающим фактором моделирования, на первый план выходят вопросы организации памяти, ошибки определения и, самое важное, извлечение полезной информации из больших массивов данных. Ситуация напоминает соотношение экспериментальной и теоретической физики: специалист по анализу компьютерной информации (назовем его аналитом) должен перевести на язык обычной, «человеческой» науки данные компьютерного моделирования. При этом, конечно, нужно использовать весь накопленный наукой опыт.

Аналит и специалист по компьютерным моделям должны работать в тесном контакте. Преимущество этих моделей заключается в возможности быстрой проверки той или иной гипотезы, выделении малых (больших) параметров, оценки грубости или негрубости тех или иных характеристик и так далее, за аналитом остается чрезвычайно ответственная задача постановки тех или иных вопросов и содержательных выводов из полученных результатов. На мой взгляд, подобное разделение специалистов по компьютерным моделям и аналитов уже незрело и совершенно естественно.

Конечно, взаимоотношение миров компьютерных моделей, «человеческой» науки и реального мира — очень интересная и заслуживающая отдельного разговора тема. Ясно, на мой взгляд, одно: методы анализа реального мира вполне приложимы и к миру компьютерных моделей, однако конкретное их применение требует другой интуиции и других навыков, поэтому подготовка аналитов компьютерных моделей — назревшая задача.