Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет, Украина
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, РФ
Институт проблем информатики Российской академии наук, РФ
Люблинский технический университет, Польша

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В НАУКЕ, ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ "ИНФОТЕХ – 2009"

Материалы международной научно-практической конференции

г.Севастополь, 7–12 сентября 2009 г.

Севастополь 2009

$A3$ – алгоритм $A3(\{R(Q_k)\}; (R(Q_j), R(Q_{j+1}))$, подготавливающий данные для алгоритма $A4$;

$A4$ – алгоритм $A4(R(Q_j), R(Q_{j+1}) ; R(Q_j \cup Q_{j+1}))$ для объединения и расширения АП из соседних покрытий;

$A5$ – алгоритм $A5(Q, \{R'(Q)\} ; Rs(Q). R'n(Q),Ni)$ для подготовки данных, требуемых для исключения избыточных элементов из покрытия $R'(Q)$, построенного в результате объединения и расширения АП с помощью $A4$;

$A6$ – алгоритм $A6(Nj; Rn(Q))$ для исключение избыточных элементов из множества $R'(Q)$;

$A7$ – алгоритм $A7(Rn(Q), Rs(Q); R^*(Q))$ для построения оптимальных покрытий исходного множества Q, т.е. $R^*(Q)$.

Библиографический список

1. Закревский А.Д. Логический синтез каскадных схем. / А.Д. Закревский. – М.: Наука, 1981. – 414 с.
2. Новиков С.В. О покрытии множества арифметическими прогрессиями / С.В. Новиков, С.В. Олексин // Известия Академии Наук БССР, Серия физ-мат наук. – 1979. – №6 – С. 25-27.
3. http://www.hpcc.unn.ru/files/HTML_Version/ (В.П. Гергель, Р.Г. Стронгин. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем.)

УДК 004.03; + 510.2

А.Д. Панов, канд. физ.-мат. наук.
Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына Московского Государственного Университета, г. Москва, Российская федерация
panov@dec1.sinp.msu.ru

О ФИЗИЧЕСКОЙ СУЩНОСТИ ИНФОРМАЦИИ И МАТЕМАТИКИ

Очень часто считается (более или менее явно), что математика является «продуктом чистого разума», миром «чистых платоновских форм», и не имеет никакой материальной (физической) основы. Однако, чуть более внимательный анализ показывает, что такое представление является далеко не очевидным. Действительно, математические доказательства или вычисления по своей сути являются процессами преобразования информации. Существуют различные определения информации, но любое определение предполагает, что информация может быть каким-то образом зафиксирована, хотя бы временно: она может передаваться по каналу связи, быть записана для хранения и т.д. Понятие информации предполагает (хотя бы в принципе) существование физических носителей информации. Таким образом, математика через понятие информации неявно апеллирует к существованию физических объектов определенного типа – носителей информации. Математика вообще и понятия доказательства и вычисления в частности оказываются не независимыми от физики.

То обстоятельство, что физические носители информации действительно существуют, отнюдь не является тривиальным. Дело в том, что носитель информации обязан быть классическим (не квантовым) и качественно хорошо определенным объектом: только в этом случае и будет принципиально возможна воспроизводимая запись и считывание информации, фиксация хода и результатов доказательств или вычислений, что обязательно подразумевается в математике, да и вообще будут возможны любые процессы обработки информации. Под качественной определенностью классического объекта мы понимаем возможность существования в нем относительно стабильных классических неоднородностей, которые могут использоваться для записи информации. Однако не все объекты нашего мира являются классическими и качественно определенными. Более того, материальные объекты вообще говоря описываются только квантовой механикой, а существование классических объектов связано с тем, что в некоторых случаях существует нетривиальный классический предел квантового поведения. Таким образом, существование информации вообще, и такого важного аспекта математики, как доказательства и вычисления в частности, связаны с существованием классического сектора и качественно определенных классических объектов в окружающем физическом мире. Этим физические основания математики не исчерпываются. На фундаментальном уровне математика представляет собой исследование структур на множествах с помощью аппарата доказательств (или вычислений), в основе которого лежит математическая логика. Таким образом, в основе математики лежат три фундаментальные сущности: множество, логика, доказательство (вычисление). По поводу доказательств и их связи с физикой несколько слов уже было сказано выше. Понятие множества неразрывно связано с представлением о классическом объекте (вещи) в отличие от объекта квантового. Только о классическом объекте можно с уверенностью утверждать, принадлежит ли он, или нет, некоторому множеству, и понятие множества становится осмысленным только для классических объектов. Для квантовых объектов (таких, как фотон) понятие принадлежности множеству в общем случае не определено (для фотонов по двум фундаментальным причинам: во-первых из-за полной неразличимости фотонов с одинаковыми наборами квантовых чисел, во-вторых из-за того, что многие физические ситуации характеризуются дробным или вообще неопределенным числом фотонов), поэтому если бы вся реальность имела чисто квантовый характер, но не имела бы классического сектора, понятие множества не могло бы сформироваться. Таким образом, понятие множества, подобно понятию доказательства, связано с физическим делением реальности на квантовую и классическую. То же самое можно сказать и о логике. Математика использует классическую (аристотелеву) логику, которая отнюдь не является априорной, но сформировалась на основе классической (не квантовой) каждодневной практики человека. В основе математической логики также лежит физическое деление реальности на классическую и квантовую.

Статус понятий множества и логики как предельных обобщений физического понятия «классического мира» (в отличие от «квантового мира»), был понятен давно. Это привело к многочисленным попыткам введения «квантовых множеств», «квантовой логики» и даже «квантовой математики», которые восходят еще к Дж. фон Нейману и Дж. Биркхофу (начало 1930-х). Эти попытки были основаны на предшествующем опыте, который показал, что геометрия мира не является априорной, как это предполагалось ранее, но имеет экспериментальный статус (в общей теории относительности), поэтому, по аналогии, и понятия множества и логики вполне могут иметь экспериментальный статус. Однако попытки построения «квантовой математики» не привели к успеху. Таким образом, все три фундаментальные сущности, лежащие в основе математики, неразрывно связаны с возможностью выделения в физической реальности классического сектора и классических качественно определенных объектов. Это есть физическая основа математики.

Отмеченное обстоятельство приводит к следующему сложному вопросу. Существование классического сектора и классических качественно определенных объектов не является обязательным атрибутом Вселенной. Более того, на самых ранних стадиях развития Вселенной условия были таковы, что это условие не было выполнено: либо классического сектора реальности еще не существовало – существенно всё пребывало в квантовом режиме, либо мир пребывал в состоянии вакуума (на стадии инфляции в инфляционной космологии), когда не было качественно определенных классических объектов, которые хотя бы в принципе могли бы быть носителями информации. Можно представить себе и такую вселенную (например, в рамках активно разрабатываемой сейчас в физике концепции многих вселенных – Мультиверса), в которой классический сектор с нужными свойствами не образуется на протяжении всей истории ее существования. Описывается ли такой мир математикой и можно ли его охарактеризовать информационно, несмотря на то, что математика и информация не могут быть в нем определены из-за принципиального отсутствия носителей информации? Или достаточно иметь возможность определить математику хотя бы в одном из миров (где возможны носители информации), для того, чтобы она в каком-то смысле существовала везде? Непонятно, как отвечать на эти вопросы, и непонятно, являются ли они даже осмысленными.

Развиваемые представления обладают определенной предсказательной силой. Так, априори ниоткуда не следует, что *каждый* шаг математического доказательства должен быть зафиксирован на классическом носителе. Достаточно, чтобы было классически (информационно) зафиксировано внешнее описание квантового процесса, приводящего к переходу от одного классически фиксированного шага доказательства к следующему. Промежуточные квантовые операции реализуются без фиксации на каких-либо носителях с помощью некоторого устройства – «квантового вычислителя». Это порождает обобщение понятия доказательства (или вычисления) и приводит к представлению о квантово-классической математике. Нетрудно догадаться, что инструментом квантово-классической математики может стать квантовый компьютер, если это устройство удастся когда-нибудь реализовать на практике.