

О пси-функции студента и принципе неопределенности знаний

М.А.Никитин

Введение

Что общего между поведением электронов в атомах и студентов в университетах? На первый взгляд ничего, но это только на первый взгляд. Если приглядеться, сходство нетрудно заметить. Например, и для электронов, и для студентов характерна дискретная природа переходов из одного состояния в другое. В атомах электроны скачком переходят с одного энергетического уровня на другой, в университетах студенты также скачком переходят с курса на курс.

Во многом аналогичны и сами квантовые процессы, происходящие с участием

электронов и студентов: первые могут поглощать и излучать (и терять? Когда студент рассказывает билет, он не обязательно забывает его содержание. Но для нас существенны случаи, когда забывает.) кванты энергии, вторые — кванты информации, то есть биты. Оба процесса носят вероятностный характер: нельзя с точностью в сто процентов предсказать, что электрон перейдет с одного энергетического уровня на другой, а студент накопит необходимый объем знаний по изучаемому предмету к экзамену. Отсюда следует вывод: знания студентов так же неопределенны, как координаты или импульс электронов.

Студент и принцип подобия

Таким образом, у студентов в университетах и электронах в атомах имеются три важные общие черты: наличие элементарных квантов действия, уравнивая природу переходов из одного состояния в другое и вероятностный характер процессов. В физике такое сходство называется подобием. Удивительно, что раньше никто не обращал внимания на это подобие, а ведь в нем заложены уникальные возможности для переноса выводов квантовой механики на университетское обучение.

Следуя принципу подобия, введем аналог пси-функции электрона в атоме — пси-функцию студента в университете $\Psi_p(\mathbf{r}, t)$, которая в соответствии с принятой в квантовой механике трактовкой определяет вероятность приобретения студентом объема знаний p к заданному курсу \mathbf{r} и сроку обучения t .

Фундаментальные свойства пси-функции студента нетрудно определить на основе общеизвестных эмпирических фактов. Так, объем знаний студента не меняется, когда студент повторно проходит тот же курс. С математической точки зрения это эквивалентно движению студента по времени вспять. Отсюда следует, что пси-функция студента четная по времени, то есть $\Psi_p(\mathbf{r}, t) = \Psi_p(\mathbf{r}, -t)$.

Далее известно, что знания одного студента никак не влияют на знания другого, то есть в системе двух студентов нет никаких ограничений на взаимное соотношение их знаний. Это означает, что пси-функция двух и более студентов симметрична в пространстве знаний, а сама система многих студентов подчиняется статистике Бозе-Эйнштейна: в одном квантовом состоянии может находиться любое число тождественных частиц. Ясно, что основная масса студентов окажется в состоянии минимума знаний, так как это состояние отвечает минимуму энергии, затраченной на обучение. В свете сказанного новый смысл приобретает выражение «почить в Бозе»: коллектив из большого числа студентов, предоставленных самим себе, будет всегда находиться на нулевом уровне знаний.

Принцип неопределенности знаний

Важным следствием волновой природы пси-функций оказывается принцип неопределенности Гейзенберга: $\Delta E \Delta t \geq \hbar$, где ΔE — неопределенность энергии электрона, Δt — неопределенность измерения момента времени, \hbar — постоянная Планка. С помощью метода подобия легко получить принцип неопределенности знаний студента. Для этого достаточно заменить энергию электрона на его аналог — объем знаний студента. В результате получим: $\Delta p \Delta t \geq \hbar$, где Δp

— неопределенность объема знаний студента, Δt — неопределенность его времени обучения, $\$$ — универсальная постоянная размерностью мирабит в год, которую с полным правом можно назвать «битюг» — таким производным от слова «бит», которое семантически точно отражает существо рассматриваемого вопроса. Длительный эксперимент, проведенный автором и его коллегами, позволил с приемлемой для педагогической науки точностью определить значение универсальной постоянной $\$$. Она оказалась равной числу 137. Это удивительный и принципиальный результат! Ведь число 137 отлично известно физикам, оно обратно постоянной тонкой структуры $\alpha = e^2/hc$, где h — постоянная Планка, c — скорость света и e — заряд электрона, одной из важнейших масштабных констант квантовой теории. Данное совпадение лишней раз подтверждает справедливость используемого подхода и отражает глубокую гносеологическую связь процесса обучения в вузе и квантовой теории атома.

Из принципа неопределенности знаний студентов следуют два очень важных вывода:

1. С увеличением неопределенности срока обучения студентов неопределенность объема их знаний уменьшается.

2. Фиксированный срок обучения делает неопределенность знаний чрезмерно большой.

Оба вывода имеют исключительно большое значение для практической деятельности вузов. В частности, они указывают на целесообразность продления [изменения на год в ту или иную сторону?] реального срока обучения студентов хотя бы на год. Простой расчет показывает, что при неопределенности срока обучения всего в один год неопределенность объема знаний составит 20% от требуемого стандарта. Это вполне приемлемый результат, если учесть, что обычно неопределенность знаний выпускников составляет 50, 80 и даже 100%. Таким образом, вводя обязательную неопределенность срока обучения, можно свести к минимуму неопределенность знаний российских студентов и превратить их *alma mater* в новые Принстоны, Гарварды и Кембриджи.

Семестровая потенциальная яма

Рассмотрим теперь задачу о собственных значениях объема знаний студента, находящегося в потенциальной семестровой яме. Для этого воспользуемся известной формулой для энергии электрона в атоме: $E_n = h^2 \cdot n^2 / 2mr^2$, где — энергия электрона, n — квантовое число, m — масса электрона, r — радиус его орбиты. Производя замену аналогов в выражении E_n , получим: $P_n = \$ \cdot n^2 / 2gL^2$,

где P_n — объем знаний студента на дискретном уровне n , g — размерный коэффициент, равный одному гигабайту, L — длительность семестра в годах.

Вот оно, торжество метода подобия! С помощью тривиальной математической операции по замене аналогичных величин получено нетривиальное математическое соотношение для объемов знаний студента в университете, в корне меняющее наши представления о природе знаний студента и организации учебного процесса. Уже поверхностный взгляд на выражение для P_n выявляет две принципиальные новации по теории университетского обучения.

Во-первых, объемы знаний студентов принимают строго определенные дискретные значения, характеризующиеся целочисленным квантовым числом n , причем зависимость между P_n и n квадратичная.

Во-вторых, объемы знаний студентов обратно пропорциональны квадрату длительности семестра.

Что означает упомянутая квадратичная зависимость? Можно дать простую физическую интерпретацию: взаимодействие нейронов в мозгу у студентов (и не только у них) подчиняется закону дальнего действия, то есть все активные нейроны, пусть и не напрямую, взаимодействуют друг с другом. Именно для систем с дальним действием характерны квадратичные зависимости основных характеристик от числа элементов, входящих в систему. Примером такой системы может служить совокупность большого числа одинаковых гравитирующих тел, энергия взаимодействия которых пропорциональна квадрату их числа. Между нейронами и такими телами, правда, есть существенное различие: вторые сразу взаимодействуют друг с другом, число же взаимодействующих нейронов непостоянно: одна часть из них активна, другая пассивна. Причем количество активных нейронов возрастает по мере активизации мыслительной деятельности. С этим связана одна особенность российского высшего образования.

Как показывает практика экзаменационных сессий, стандартный объем знаний российского студента-троечника составляет несколько десятков килобайт (два-три десятка страниц текста). Требуемый же минимум семестровых знаний измеряется мегабайтами, что в сто раз больше. Из формулы для P_n следует, что у троечников количество активированных нейронов почти в десять раз меньше, чем у студентов, уверенно освоивших материал семестра. Напрашивается очевидный вывод: нейронная система большинства российских студентов, скорее всего, занята задачами, не связанными с обработкой гранита науки.

Новое представление о том, что объемы знаний студентов обратно пропорциональны квадрату длительности семестра,



— по-видимому, наиболее неожиданное и спорное. Жизненный опыт вроде бы говорит в пользу того, что все обстоит наоборот: чем дольше срок обучения, тем больше знания. Но обычный опыт — это не точная наука. А точная наука в лице квантовой теории и психофизики на стороне обратной зависимости P_n и L . Психофизическое объяснение этой зависимости лежит на поверхности: интенсификация умственной деятельности студентов за счет сокращения длительности семестра приведет к резкому возрастанию количества нейронов в их мозгу, занятых обработкой образовательной информации. Тривиальная забывчивость также внесет свою лепту в возрастание P_n : чем короче семестр, тем меньше студент успеет забыть из пройденного материала.

Заключение

Как принято говорить в российском бизнесе, а теперь и в высшей школе, пришла пора подбивать бабки. Бабками в нашем случае будут рекомендации по совершенствованию университетского образования в России. Расположим эти рекомендации в порядке первоочередности.

1. Отказ от фиксированного срока обучения в университетах: длительность обучения нужно определять не календарем, а реальными знаниями. Поступая в университет, абитуриент должен знать, что учиться ему придется до тех пор, пока неопределенность его знаний не будет сведена до приемлемого минимума.

2. Интенсификация умственной деятельности российских студентов за счет сокращения длительности семестра. Высвободившееся при этом учебное время можно будет использовать на углубленное изучение приоритетных на сегодня дисциплин: теологии и военной подготовки.

3. Введение многоуровневой системы оценки знаний студента в российских университетах, основанной на представлении о квантовании знаний.



