Если мы прогнозируем какую-нибудь числовую величину (например, температуру завтра в полдень в определенном месте), то точность прогноза обычно характеризуется ошибкой — разностью между предсказанной и реальной температурой. В отношении нескольких дней, как правило, вычисляют **среднеквадратичную ошибку (MSE)** — среднее значение квадратов отдельных ошибок; это аналог критерия наименьших квадратов, используемый в регрессионном анализе.

Особенность применения данного метода для вероятностей состоит в использовании критерия наименьших квадратов как при прогнозировании количества, но с учетом того, что будущее наблюдение дождя имеет значение 1, а его отсутствие — 0. Табл. 6.2 показывает, как это будет работать для некой вымышленной синоптической системы. Для понедельника вероятность дождя в прогнозе равнялась 0,1, но дождя не было (истинный отклик 0), поэтому ошибка составляет 0 – 0,1 = –0,1. При возведении в квадрат получим 0,01. Повторим это для всей недели. Тогда среднее арифметическое из всех ошибок B — мера точности прогнозов этого синоптика. В нашем случае B ≈ 0,11*. Такая среднеквадратичная ошибка известна как **показатель Бриера** (названа

* Может возникнуть соблазн использовать «абсолютную ошибку», а не квадратичную, то есть если мы указываем вероятность 0,1 для несостоявшегося события, то теряем 0,1 (в то время как для квадратов мы теряем 0,01). Но это, казалось бы, невинное изменение будет очень большим просчетом. Довольно простые теоретические рассуждения показывают, что такое «абсолютное» наказание приведет людей к рациональному преувеличению своей уверенности ради минимизации ожидаемой ошибки и указыванию вероятности 0% для дождя, даже если на самом деле они считают, что она равна 10%.

Таблица 6.2

Вымышленные прогнозы «вероятности осадков»: будет дождь завтра в полдень в определенном месте или нет. Наблюдаемые результаты: 1 = был дождь, 0 = дождя не было. «Ошибка» — это разность между прогнозом и наблюдением, а показатель Бриера B — это среднеквадратичная ошибка. Показатель Бриера BC для климатических данных основан на использовании средних долговременных данных для дождя в это время года, и в нашем случае предполагается, что вероятность дождя составит 20% для всех дней

	Пн	**Вт**	**Ср**	**Чт**	**Пт**	**Средне-квадратичная ошибка (показатель Бриера)**
Вероятность осадков	0,1	0,2	0,5	0,6	0,3	
Был ли дождь на самом деле?	Нет	Нет	Да	Да	Нет	
Истинный отклик	0	0	1	1	0	
Ошибка	–0,1	–0,2	0,5	0,4	–0,3	
Квадратичная ошибка	0,01	0,04	0,25	0,16	0,09	B = 0,54 / 5 ≈ 0,11
Климатическая вероятность	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Климатическая ошибка	–0,2	–0,2	0,8	0,8	0,2	
Квадратичная климатическая ошибка	0,04	0,04	0,64	0,64	0,04	BC = 1,4 / 5 = 0,28

в честь метеоролога Гленна Бриера, который описал этот метод в 1950 году).

К сожалению, сам по себе показатель Бриера не так легко истолковать, а потому трудно определить, насколько квалифицированно работает тот или иной синоптик. Лучше всего сравнивать его с контрольным показателем, основанным на исторических записях о климате. Такие климатические прогнозы не учитывают текущих условий и просто оценивают вероятность осадков как долю тех случаев, когда в этот день шел дождь. Подобный прогноз может делать кто угодно без каких-либо навыков — в табл. 6.2 мы условно считаем, что для каждого дня на этой неделе вероятность дождя составит 20%. Это даст нам показатель Бриера, рассчитанный по климатическим историческим данным (мы назвали его BC), равный 0,28.

Любой приличный алгоритм прогнозирования должен работать лучше того, который основан только на исторических данных для этого дня, и наша система действительно улучшила показатель Бриера: BC – B = 0,28 – 0,11 = 0,17. Затем синоптик получает оценку мастерства, которая отражает пропорциональное уменьшение контрольного показателя — в нашем случае 0,61*. Иными словами, наш алгоритм на 61% лучше, чем примитивный метод, использующий только исторические данные о климате.

* Оценка качества работы вычисляется так: (BC – B) / BC = 1 – B / BC. Отсюда получаем 1 – 0,11 / 0,28 = 0,61.