General forecasting correcting formula

Harin, Alexander
<institution>

03. June 2009

Общая корректирующая формула прогнозирования

Александр Харин

Московский физико-технический институт
Современная гуманитарная академия

Разработана общая корректирующая формула прогнозирования, как структурная оболочка прогнозов длительного использования и стандартизированных прогнозов. Формула может позволить значительно расширить области и возможности применения прогнозирования, включая экономическое прогнозирование, вплоть до задач среднего и малого бизнеса и индивидуального прогнозирования.

Содержание

Введение

В статье, на основании Харин (2008 и 2009-1), представлена корректирующая формула прогнозирования. Из других работ по этой теме см., напр., Tsay, R. (2008), Kasa (2000).

1. Предпосылки

1.1. Принцип неопределенного будущего

Общий принцип неопределенного будущего:

«Будущее событие содержит неопределенность»

Специальный принцип неопределенного будущего:

«Оценка вероятности будущего события должна (явно) содержать неопределенность»

или,

$$\boldsymbol{P_{estimated} \approx P_{estimated\ mean} \pm \Delta P}$$

Разработка и применения принципа см. в (Харин 2003 – Harin 2005 - Харин 2007).

1.1.1. Первое следствие принципа

1.1.1.1. Аналогия. Вибрации вблизи твердой стены

Представим себе электродрель (без сверла) или аналогичное устройство с твердыми боковыми стенками корпуса, способное быстро вибрировать, например, стиральную машину, пулемет, отбойный молоток и т.д. Допустим, эта дрель, это устройство при работе вибрирует с амплитудой 1 мм.

Можем ли мы приблизить твердую боковую стенку корпуса выключенной дрели (устройства) к твердой стене:

А) на расстояние, скажем, 0,1 мм?

Б) вплотную?

Конечно да: и А) и Б). Теперь включим дрель. Чему станет равно расстояние от дрели до твердой стены?

Вибрации будут отталкивать, смещать дрель (устройство) от твердой стены:

А) Из-за вибраций, расстояние между корпусом и стеной увеличится, станет больше 0,1 мм.

Б) Между корпусом и стеной образуется зазор, разрыв.

1.1.1.2. Пример. Стрельба в мишень

Общие условия

Представим себе гипотетический переносной стенд для проверки качества винтовок, патронов и т.д. Во избежание погрешностей, связанных с человеческим фактором, винтовка и т.д. прикрепляются к основе, имитирующей стоящего человека, а прицеливание выполняется автоматически. Положим, что погрешности сведены к минимуму и составляют значительно меньше одного деления мишени.

Предположим, что стенд при очередной проверке размещен вблизи железной дороги или метро и вибрации почвы при прохождении поездов увеличивают разброс стрельбы до, скажем, двух делений. Для простоты будем считать мишень сильно вытянутой в одном из направлений, т.е. сведем рассмотрение к одномерному и равномерному (без эффектов кривизны) случаю.

Предположим, что имеет место следующий разброс: 1 попадание =точно; 1 попадание =+2 деления, 1 попадание =-2 деления.

Допустим, что деления мишени расположены в диапазоне от «0» до «10». При этом, за делением «10» снова идут деления «9», «8» и т.д. За делением «0» идет пустое пространство, эквивалентное «0».

Если прицеливание выполнено, например, в «7», то среднее значение попаданий останется неизменным. Получаем $(7+9+5)/3=7$.

А) Смещение от краев диапазона делений

Если прицеливание выполнено в «9», то одна пуля улетит за «10», но не в «11», а в «9». Получаем $(9+9+7)/3=25/3=8\frac{1}{3}$. Одна пуля, вместо того, чтобы выбить 11 очков, выбила 9, т.е. на 2 меньше. Среднее значение попаданий сместится от края диапазона делений (от «10») к центру (к ~ «5») на 2/3 деления.

Если прицеливание выполнено в «1», то одна пуля улетит за «0», но не в «-1», а в пустое пространство, эквивалентное «0». Получаем $(1+3+0)/3=1\frac{1}{3}$. Одна пуля, вместо того, чтобы выбить -1 очко, выбила 0, т.е. на 1 больше. Среднее значение попаданий также сместится от края диапазона делений (от «0») к центру (к ~ «5»), но на 1/3 деления.

А) Разброс приводит к смещению, «отталкиванию», среднего значения попаданий от краев диапазона мишени к центру диапазона.

Б) Образование разрывов у краев диапазона делений

Если прицеливание выполнено в «10», то одна пуля улетит за «10», но не в «12», а в «8». Получаем $(10+8+8)/3=26/3=8\frac{2}{3}$. Одна пуля, вместо того, чтобы выбить 12 очков, выбила 8, т.е. на 4 меньше. Для среднего значения попаданий у края диапазона делений (у «10») образовался зазор в $1\frac{1}{3}$.

Если прицеливание выполнено в «0», то одна пуля улетит за «0», но не «-2», а в пустое пространство, эквивалентное «0». Получаем $(0+2+0)/3=2/3$. Одна пуля, вместо того, чтобы выбить -2 очка, выбила 0, т.е. на 2 больше. Для среднего значения попаданий у края диапазона делений (у «0») образовался зазор в 2/3 деления.

Б) Разброс приводит к образованию зазоров, разрывов для среднего значения попаданий у краев диапазона мишени.

1.1.1.3. Первое следствие принципа

Представим себе некоторое событие, например выигрыш, которое может произойти с вероятностью P, близкой к границе диапазона вероятностей P_{bound}, то есть к 100% или к 0%, и со среднеквадратичным отклонением, неопределенностью ΔP оценки вероятности (с учетом Новоселов 2009).

Рассмотрим два случая. Назовем их условно: определенный (с $P=P_{certain}$ и $\Delta P=\Delta P_{certain}$) и неопределенный (с $P=P_{uncertain}$ и $\Delta P=\Delta P_{uncertain}$). Определенный случай будем считать исходным, начальным. Неопределенный случай будем считать конечным. Будем считать, что число экспериментов, измерений, исходов и т.п. для обоих случаев одинаково. То есть, изменение неопределенности ΔP оценки вероятности от $\Delta P_{certain}$ до $\Delta P_{uncertain}$ определяется только изменением шумов, помех и т.п.

Положим, что в определенном случае, неопределенность $\Delta P_{certain}$ оценки вероятности либо равна нулю, либо много меньше, чем разность между значениями вероятности: исходным $P_{certain}$ и границы диапазона P_{bound}

$$\Delta P_{certain} << |P_{bound} - P_{certain}|$$

Положим, что в неопределенном случае, неопределенность $\Delta P_{uncertain}$ оценки вероятности больше, чем разность между значениями вероятности: исходным $P_{certain}$ и границы диапазона P_{bound}

$$\Delta P_{uncertain} > |P_{bound} - P_{certain}|$$

А) Смещение от краев диапазона вероятностей

Если, из-за увеличения шумов, неопределенность ΔP оценки вероятности увеличится от $\Delta P_{certain}<<|P_{bound}-P_{certain}|$ до $\Delta P_{uncertain}>|P_{bound}-P_{certain}|$, то и оценка вероятности и вероятность P сместятся, будут «отталкиваться» шумами от границы диапазона к его центру.

Действительно, если, например, дана исходная вероятность $P_{certain}=99\%$, и ее неопределенность увеличится от исходной $\Delta P_{certain}<<1\%$ до конечной $\Delta P_{uncertain}=5\%$, то, очевидно, вероятность сместится от исходной $P_{certain}=99\%$ к конечной $P_{uncertain}<99\%$. Аналогично, для исходной вероятности $P_{certain}=1\%$ и ее неопределенности, увеличившейся от $\Delta P_{certain}<<1\%$ до $\Delta P_{uncertain}=5\%$, вероятность сместится от исходной $P_{certain}=1\%$ к конечной $P_{uncertain}>1\%$.

А) Таким образом, если, из-за увеличения шумов, неопределенность ΔP оценки вероятности будет увеличиваться, то конечная вероятность $P_{uncertain}$ по сравнению с исходной вероятностью $P_{certain}$ будет смещаться, «отталкиваться» шумами от границы диапазона к его центру. При этом, в области высоких вероятностей конечная вероятность будет меньше исходной. Аналогично, в области низких вероятностей конечная вероятность будет (*без учета второго следствия, см. ниже) больше исходной.

$$\boldsymbol{P_{high\ uncertain} < P_{high\ certain}}$$

$$\boldsymbol{{}^{*}P_{low\ uncertain} > P_{low\ certain}}$$

Б) Образование разрывов у краев диапазона вероятностей

Если среднеквадратичное отклонение, неопределенность $\Delta P_{certain}$ оценки вероятности равна нулю, то вероятность $P_{certain}$ (и, даже оценка вероятности) может принимать значения, сколь угодно близкие к границе диапазона P_{bound}. Однако, при наличии конечной неопределенности $\Delta P_{uncertain}$, ни оценка вероятности, ни вероятность $P_{uncertain}$ не могут приближаться к границе диапазона P_{bound} ближе, чем на некоторую конечную величину $\delta P_{uncertain}$ (см. Харин 2009-2).

Б) Таким образом, из-за неопределенности ΔP, в непрерывном диапазоне вероятностей вблизи его границ образуются разрывы, щели, запрещенные зоны и т.д. При увеличении ΔP, размеры разрывов увеличиваются. Размеры разрывов, при $\Delta P_{uncertain}\geq const>0$, будут (см. Харин 2009-2) порядка $\Delta P_{uncertain}$ (*без учета второго следствия, см. ниже).

$$\boldsymbol{{}^{*}|P_{bound} - P_{uncertain}| \geq \delta P_{uncertain}}$$

где,

$$\Delta P_{uncertain} > \delta P_{uncertain} \geq O(\Delta P_{uncertain}) \geq const > 0.$$

Очевидно, что положения А) и Б) первого следствия принципа справедливы как для настоящего, так и для будущего.

1.1.2. Второе следствие принципа
Неполнота исходной системы оценок вероятностей

Вероятность любого, не запрещенного объективными законами, будущего события строго больше нуля (в микромире возможны даже виртуальные события с временным нарушением законов сохранения). Следовательно, сколько бы событий не было предусмотрено, всегда найдется, по меньшей мере, одно непредусмотренное и вероятность этого непредусмотренного события будет строго больше нуля. Следовательно, исходная система оценок вероятностей неполна. То есть

$$\sum P_{estimated\ foreseen} + \sum P_{unforeseen} = 100\%$$
$$\sum P_{estimated\ unforeseen} > 0\%$$

Следовательно

$$\sum \boldsymbol{P_{estimated\ foreseen}} < \boldsymbol{100\%}$$

где и далее

$\sum P_{estimated\ foreseen}$ - сумма оценок вероятностей всех предусмотренных событий

$\sum P_{estimated\ unforeseen}$ - сумма оценок вероятностей всех непредусмотренных событий

1.1.3. Примеры применения принципа: логика, теория вероятностей, экономическая теория, сложные системы

Вследствие своего общего характера, принцип неопределенного будущего может быть применим и успешно применяется в ряде областей.

В логике, применение второго следствия принципа может преобразовать настоящее событие в бесконечное количество событий в будущем. То же произойдет и с отрицанием настоящего события. Таким образом, прямое применение закона исключенного третьего в рамках двузначной логики может стать неадекватным (см. Харин 2007).

В теории вероятностей, применение второго следствия принципа может привести к появлению разрывов в шкале вероятностей вблизи точек 0% и 100% (см. Харин 2009-2).

В экономической теории (проблемы см., напр., Allais 1953, Di Mauro and Maffioletti 2004, идеи для решения см., напр., Hey and Orme 1994, Quiggin 2005), принцип позволил найти единое решение для парадоксов Алле и Эллсберга, проблемы неприятия риска, «премии за риск», equity premium puzzle, преувеличения малых и преуменьшения больших вероятностей, «парадокса четырех областей» (см., напр., Харин 2007).

В теории сложных систем, применение второго следствия принципа может привести к возможности нарушения деления на группы несовместных событий для будущих событий (см. Карасев 2007).

1.2. Выбор оптимальной системы координат

Из физики хорошо известно, что одно и то же явление можно описывать в разных системах координат. Известно также, что большое значение может играть правильный выбор системы координат. При использовании нескольких систем координат необходимым является наличие уравнений преобразования между разными системами координат.

(В рассматриваемом контексте можно сказать, что применение принципа неопределенного будущего для прогнозирования и разработка формулы прогнозирования – это, в некотором смысле, переход в систему координат «предусмотренные – непредусмотренные события»)

1.3. Формула прогнозирования, как общая структурная оболочка для прогнозов длительного использования

Непредусмотренное событие способно внести поправку даже в самый идеальный прогноз. Следовательно, если прогноз используется не сразу после его разработки, а после того, как произошло хотя бы одно такое непредусмотренное событие, то этот прогноз должен быть скорректирован.

Формула прогнозирования отображает корректировку (своего рода структурную оболочку прогноза), которую необходимо выполнить после непредусмотренных событий для того, чтобы прогноз снова стал правильным даже после таких событий.

Кроме того, формула прогнозирования может использоваться для адаптации унифицированных и стандартизированных прогнозов к конкретным объектам прогнозирования и конкретным ситуациям.

1.3.1. Непредусмотренные события. Корректировка погрешностей

Погрешности явно или неявно учитываются в любом прогнозе. Однако непредусмотренные события могут внести дополнительные погрешности, которые необходимо отобразить в корректирующей формуле.

1.3.2. Непредусмотренные события. Корректировка функциональных членов

Непредусмотренные события могут внести изменения и дополнения не только в погрешности, но и в функциональные члены прогноза. Эти изменения и дополнения также должны быть отражены в корректирующей формуле.

1.3.3. Разные прогнозы. Разные системы прогнозирования. Преобразования между ними

Разные объекты и среды прогнозирования, разные ситуации могут потребовать разных видов, представлений формулы прогнозирования, наиболее оптимальных для каждого случая. При этом обязательно наличие уравнений преобразования между разными системами координат.

2. Разработка корректирующей формулы

2.1. Погрешности

2.1.1. Идеальные начальные условия и непредусмотренные возмущения

Для функции $F(t)$ при идеальных начальных условиях (т.е. при условиях, когда можно пренебречь предусмотренными погрешностями) в t_0, с учетом непредусмотренных возмущений, которые могут дать погрешность $\pm\Delta(t_0,t)$, получаем ее прогноз:

$$F(t) \approx F_{base}(t_0,t) \times [1 \pm \Delta_{error,unforeseen}(t_0,t)]$$

или, опуская переменные,

$$F \approx F_{base} \times [1 \pm \Delta_{error,unforeseen}]$$

где и далее

t_0	- момент, время составления прогноза,
$F_{base}(t_0,t)$	- базовый прогноз, сделанный в момент $t=t_0$,
$\Delta_{error,unforeseen}(t_0,t)$	- погрешность прогноза, которая может быть вызвана непредусмотренными возмущениями: $\Delta(t_0,t)=0$ при $t\leq t_0$, $\Delta(t_0,t)>0$ при $t>t_0$.

Усредненный пример: Для усредненного случая $F(t)\sim Const$ и $\Delta_{error,unforeseen}(t_0,t)\sim\theta(t-t_{possible})$ – ступенчатого вида погрешности от непредусмотренного возмущения, которое с вероятностью $P_{unforeseen}$: $P_{unforeseen}\times(t-t_0)<<1$ может иметь место в некоторый возможный момент времени $t_{possible}>t_0$, получаем

$$F \approx F_{base}(t_0,t) \times [1 \pm \Delta_{error,unforeseen,linear} \times (t-t_0)]$$

- линейное во времени (на начальном этапе) возрастание погрешности прогнозирования с коэффициентом возрастания $\Delta_{error,unforeseen,linear}$.

Необходимо отметить, что, в общем случае, даже при идеальных начальных условиях, относительная погрешность, которая может быть вызвана непредусмотренными возмущениями, при достаточно большом t может (значительно) превысить единицу.

Пример. Хиросима 1945

Представим себе, что в 1930-35гг необходимо было сделать расчет безопасности подземного завода, правительственного бомбоубежища и т.д. на 1945 год. Расчет должен был основываться, в частности, на прогнозе максимальной мощности авиабомбы на тот же 1945 год.

Представим, что в 1930-35гг был сделан идеальный и весьма точный (по меркам 1930-35гг) прогноз максимальной мощности авиабомбы на 1945 год.

Естественно, мощность авиабомбы ограничена максимальным весом, который может поднять боевой самолет.

К 1945г. по самым оптимистичным прогнозам боевой самолет мог поднять авиабомбу весом значительно меньше 20 тонн и с еще меньшей мощностью в тротиловом эквиваленте, а на Хиросиму в 1945г. сбросили атомную авиабомбу весом 4 тонны, но мощностью около 20000 тонн в тротиловом эквиваленте.

Предпосылка атомной бомбы – деление урана было открыто только в конце 1938 г. Естественно, в 1930-35гг появление в 1945г. атомной бомбы было непредусмотренным событием даже для самого идеального прогноза.

Таким образом, относительная погрешность изначально идеального прогноза превысила единицу и составила более 1000.

2.1.2. Общий случай. Неидеальные начальные условия

В общем случае погрешности могут быть учтены в виде

$$\Delta_{error,total} \equiv \Delta_{error} = \Delta_{error}(\delta_{error,foreseen}(t_0,t),\Delta_{error,unforeseen}(t_{corr},t))$$

где и далее

$\Delta_{error,total} \equiv \Delta_{error}$ - полная, общая относительная погрешность
$\delta_{error,foreseen}(t_0,t)$ - предусмотренная относительная погрешность
$\Delta_{error,unforeseen}(t_{corr},t)$ - непредусмотренная относительная погрешность
t_{corr} - момент корректировки прогноза

2.2. Функциональные члены

2.2.1. Аддитивные и мультипликативные члены

Корректировки могут быть выражены в аддитивном виде как

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{\Phi_{addit,i}\},\Delta_{error})$$

или

$$F \approx [F_{base} + \sum_{i=1}^{I}\Phi_{addit,i}]\times[1\pm\Delta_{error}]$$

где и далее

F_{corr} - корректирующая функция
$\{\Phi_{addit,i}\}$ - множество аддитивных поправок
$\sum\Phi_{addit,i}$ - сумма аддитивных поправок
$i,l,m,\ldots$ - переменные в множествах, суммах и произведениях
$I,L,M,\ldots$ - максимальные значения переменных.

Для ряда случаев полезным может оказаться выбор системы координат, в которой корректировки будут выражены в мультипликативном виде как

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{\Phi_{multiplicat,m}\},\Delta_{error})$$

или

$$F \approx [F_{base} \times \prod_{m=1}^{M} K_{multiplicat,m}]\times[1\pm\Delta_{error}]$$

где и далее

$\{\Phi_{multiplicat,m}\}$ - множество мультипликативных поправок
$\prod K_{multiplicat,m}$ - произведение мультипликативных поправок.

2.2.2. Другие члены

Для ряда случаев может оказаться полезным выбор системы координат, в которой корректировки будут выражены в ином виде как, например,

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{F_{specific,i}\},\{F_{foreseen,k}\},\{\Phi_{unforeseen,l}\},\Delta_{error})$$

или

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{F_{specific,i}\},\{\Phi_{periodic,m}\},\{\Phi_{internal,n}\},\{\Phi_{external,r}\},\Delta_{error})$$

где и далее

$\{F_{specific,i}\}$ - множество конкретизирующих поправок для адаптации унифицированных и стандартизированных прогнозов к конкретным объектам прогнозирования и конкретным ситуациям
$\{F_{foreseen,i}\}$ - множество предусмотренных поправок
$\{\Phi_{unforeseen,k}\}$ - множество непредусмотренных поправок
$\{\Phi_{periodic,l}\}$ - множество периодических поправок

$\{\Phi_{internal,m}\}$ - множество внутренних (относительно объекта) поправок
$\{\Phi_{external,n}\}$ - множество внешних (относительно объекта) поправок

2.3. Варианты формулы. Преобразования между вариантами

2.3.1. Варианты формулы

Самый общий вид корректирующей формулы прогнозирования может быть записан, например, как:

$$F(t) \approx F_{corr}(F_{base}(t_0,t),\{\Delta_{error}(t_0,t_{corr},t)\})$$

или, опуская переменные,

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{\Delta_{error}\})$$

Более развернуто (и в несколько строк)

$$F(t) \approx F_{corr}(F_{base}(t_0,t,\{X_{input,i}(t_0)\}),\{F_{specific,k}(t_0,t,\{X_{input,l}(t_0)\})\},$$
$$\{F_{foreseen,m}(t_0,t,\{X_{input,n}(t_0)\},\{X_{input,p}(t_{corr})\})\},$$
$$\{\Phi_{unforeseen,q}(t_{corr},t,\{X_{input,r}(t_{corr})\})\},$$
$$\{\delta_{error,foreseen,s}(t_0,t)\},\{\Delta_{error,unforeseen,t}(t_{corr},t)\})$$

где и далее

$\{X_{input,i}(t_0)\}$ - множество входных данных для момента t_0
$\{X_{input,p}(t_{corr})\}$ - множество входных данных для момента t_{corr}

или, опуская переменные и индексы,

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{F_{specific}\},\{F_{foreseen}\},\{\Phi_{unforeseen}\},\{\Delta_{error}\})$$

Для простых случаев, когда множества можно заменить ведущими членами, либо для случаев, когда необходимо упростить описание, можно записать

$$F \approx F_{corr}(F_{base},F_{specific},F_{foreseen},\Phi_{unforeseen},\Delta_{error})$$

Для достаточно общего случая

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{F_{specific}\},\{F_{addit}\},\{F_{multiplicat}\},\{\Phi_{addit}\},\{\Phi_{multiplicat}\},\Delta_{error})$$

можно получить конкретную формулу

$$F \approx [F_{base} \times \prod_{i=1}^{I} K_{multiplicat,i} + \sum_{l=1}^{L} \Phi_{addit,l}] \times [1 \pm \Delta_{error}]$$

где и далее

$\prod K_{multiplicat,i}$ - произведение конкретизирующих, предусмотренных и непредусмотренных мультипликативных поправок (коэффициентов)
$\sum \Phi_{addit,l}$ - сумма конкретизирующих, предусмотренных и непредусмотренных аддитивных (абсолютных) поправок,
а соотношение между представлениями в виде конкретизирующих, предусмотренных, непредусмотренных, мультипликативных и аддитивных поправок определяется оптимальным выбором системы координат;

или, при $F_{base} \times \prod K_{multiplicat,i} \neq 0$,
(предпочтительно для $F \approx F_{base}$)

$$F \approx F_{base} \times [\prod_{i=1}^{I}(1+k_{multiplicat,i})] \times [1+\sum_{l=1}^{L}\varphi_{addit,l}] \times [1 \pm \Delta_{error}],$$

где и далее

$1+k_{multiplicat,i}$ - конкретизирующая или предусмотренная или непредусмотренная мультипликативная поправка (коэффициент)

$\varphi_{addit,l}$ - конкретизирующая или предусмотренная или непредусмотренная аддитивная относительная поправка (нормированная на $F_{base}\times\prod K_{multiplicat,i}$)

2.3.1. Преобразования между вариантами

Запишем преобразование между вариантами

$$F \approx [F_{base} \times \prod_{i=1}^{I} K_{multiplicat,i} + \sum_{l=1}^{L} \Phi_{addit,l}] \times [1 \pm \Delta_{error}]$$

и

$$F \approx F_{base} \times [\prod_{i=1}^{I} (1 + k_{multiplicat,i})] \times [1 + \sum_{l=1}^{L} \varphi_{addit,l}] \times [1 \pm \Delta_{error}] .$$

Для мультипликативных поправок (коэффициентов)

$$K_{multiplicat,i} = 1 + k_{multiplicat,i} .$$

Для аддитивных поправок

$$\Phi_{addit,l} = \varphi_{addit,l} \times F_{base} \times [\prod_{i=1}^{I} (1 + k_{multiplicat,i})] .$$

3. Расширение возможностей прогнозирования

В настоящее время высококачественное прогнозирование является довольно дорогостоящей услугой (такое прогнозирование должно учитывать большое количество характеристик: от индивидуальных особенностей заказчика до глобальных параметров).

Кроме того, в случае непредвиденных событий, прогноз может в значительной мере потерять свою ценность. То есть, срок возможного использования прогноза может оказаться весьма коротким (все мы помним, как уже в самом начале этого года нам пришлось заново принимать годовой бюджет).

Поэтому, в настоящее время, разрабатывать высококачественные прогнозы могут только достаточно большие коллективы специалистов. А заказывать высококачественные прогнозы могут только государство или достаточно крупные (богатые) фирмы, корпорации.

Однако, прогнозирование является неотъемлемой частью практически любого процесса управления. Следовательно, прогнозирование является услугой массового спроса, но ее высокая цена препятствует ее широкому распространению.

Применение формулы прогнозирования позволит:

1) Значительно увеличить срок использования прогнозов. Это уменьшит стоимость прогнозирования для потребителей прогнозов.

2) Не только увеличить срок использования прогнозов, но и увеличить степень унификации и стандартизации прогнозирования. Это уменьшит себестоимость прогнозирования для разработчиков прогнозов.

Следовательно, применение формулы прогнозирования позволит значительно расширить сферу применения прогнозирования.

3.1. Расширение возможностей применения прогнозирования

Расширение возможностей применения прогнозирования обусловлено снижением затрат на разработку, резким снижением затрат на доработку прогноза для конкретного заказчика и снижением затрат на применение прогнозов.

3.1.1. Задачи среднего и малого бизнеса

Применение формулы прогнозирования позволит резко увеличить возможности применения прогнозирования для задач среднего и малого бизнеса. При этом, по-видимому, целесообразно начинать с наиболее массовых и востребованных видов бизнеса и задач для прогнозирования.

3.1.2. Государственные заказы для муниципальных нужд

Государственные заказы для муниципальных нужд являются одной из наиболее многообещающих областей для применения формулы прогнозирования. Здесь возможно сочетание широкого рынка сбыта прогнозов, возможности высококачественной разработки базовых прогнозов и стандартизации. Особенно полезным может быть широкое распространение прогнозирования на муниципальные градостроительные программы.

Пример. Строительство жилых районов 30-40 лет назад проводилось без должного прогнозирования. Результатом этого стал всем известный недостаточный отвод места для стоянок личных автомашин жильцов.

3.1.3. Индивидуальное прогнозирование

Применение формулы прогнозирования позволит сделать доступными заказы прогнозов для нужд отдельных физических лиц, то есть перейти к индивидуальному прогнозированию. Здесь, по-видимому, целесообразно начинать с нескольких, наиболее массовых и востребованных, видов задач для индивидуального прогнозирования.

3.2. Расширение возможностей разработки прогнозов

Расширение возможностей разработки прогнозов обусловлено снижением затрат на разработку прогноза, общим резким снижением затрат на доработку прогноза для конкретного заказчика и значительным расширением рынка сбыта прогнозов.

3.2.1. Возможности для работы малых коллективов

Применение корректирующей формулы прогнозирования позволит выполнять конструирование, набор прогнозов из стандартных блоков, осуществлять подгонку стандартных прогнозов под конкретные фирмы и виды их деятельности. Такие работы способны выполнять не только большие, но и малые коллективы специалистов.

3.2.2. Возможности для работы частных консультантов

Применение формулы прогнозирования позволит с небольшими усилиями корректировать прогнозы в зависимости от наступления (или не наступления) тех или иных событий. Такие корректировки способны выполнять даже частные консультанты-корректировщики.

Заключение

Из принципа неопределенного будущего следует:

1) В прогнозе должны быть явно выделены погрешности. Для долгосрочных прогнозов должны быть явно выделены погрешности, обусловленные непредвиденными событиями, поскольку относительная величина таких погрешностей со временем может значительно превысить единицу.

2) Для использования прогноза в течение длительного времени, этот прогноз должен содержать корректирующие члены. Например, для использования в течение длительного времени, базовый прогноз может быть помещен в структурную оболочку – корректирующую формулу прогнозирования.

В статье предложены первые варианты корректирующей формулы. Самый общий вид корректирующей формулы прогнозирования (далее везде опуская индексы):

$$F(t) \approx F_{corr}(F_{base}(t_0,t),\{\Delta_{error}(t_0,t_{corr},t)\})$$

или, опуская переменные,

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{\Delta_{error}\})$$

Более развернуто (и в несколько строк)

$$\begin{gathered} F(t) \approx F_{corr}(F_{base}(t_0,t,\{X_{input}(t_0)\}),\{F_{specific}(t_0,t,\{X_{input}(t_0)\})\}, \\ \{F_{foreseen}(t_0,t,\{X_{input}(t_0)\},\{X_{input}(t_{corr})\})\}, \\ \{\Phi_{unforeseen}(t_{corr},t,\{X_{input}(t_{corr})\})\}, \\ \{\delta_{error,foreseen}(t_0,t)\},\{\Delta_{error,unforeseen}(t_{corr},t)\}) \end{gathered}$$

или, опуская переменные и входные данные,

$$F \approx F_{corr}(F_{base},\{F_{specific}\},\{F_{foreseen}\},\{\Phi_{unforeseen}\},\{\Delta_{error}\})$$

где и далее

$F(t)$	- прогноз для момента t: $t > t_{corr} > t_0$
F_{corr}	- корректирующая функция
t_0	- момент составления базового прогноза
$F_{base}(t_0,t)$	- базовый прогноз
t_{corr}	- момент корректировки прогноза
$\{\Delta_{error}(t_0,t_{corr},t)\}$	- множество значений полной относительной погрешности для множества компонентов формулы
$\{X_{input}(t_0)\}$	- множество входных данных для момента t_0
$\{X_{input}(t_{corr})\}$	- множество входных данных для момента t_{corr}
$\{F_{specific}\}$	- множество конкретизирующих поправок для адаптации унифицированных и стандартизированных прогнозов к конкретным объектам прогнозирования и конкретным ситуациям
$\{F_{foreseen}\}$	- множество предусмотренных поправок
$\{\Phi_{unforeseen}\}$	- множество непредусмотренных поправок
$\{\delta_{error,foreseen}(t_0,t)\}$	- множество значений предусмотренной относительной погрешности для множества компонентов формулы
$\{\Delta_{error,unforeseen}(t_{corr},t)\}$	- множество значений непредусмотренной относительной погрешности для множества компонентов формулы

Для простых случаев, когда множества можно заменить ведущими членами, либо для случаев, когда необходимо упростить описание, можно записать

$$F \approx F_{corr}(F_{base}, F_{specific}, F_{foreseen}, \Phi_{unforeseen}, \Delta_{error})$$

Для достаточно общего случая

$$F \approx F_{corr}(F_{base}, \{F_{specific}\}, \{F_{addit}\}, \{F_{multiplicat}\}, \{\Phi_{addit}\}, \{\Phi_{multiplicat}\}, \Delta_{error})$$

можно получить конкретную формулу

$$F \approx [F_{base} \times \prod K_{multiplicat} + \sum \Phi_{addit}] \times [1 \pm \Delta_{error}]$$

или, при $F_{base} \times \prod K_{multiplicat} \neq 0$,
(предпочтительно для $F \approx F_{base}$)

$$F \approx F_{base} \times [\prod (1 + k_{multiplicat})] \times [1 + \sum \varphi_{addit}] \times [1 \pm \Delta_{error}],$$

где

$\prod K_{multiplicat}$	- произведение конкретизирующих, предусмотренных и непредусмотренных мультипликативных поправок (коэффициентов)
$\sum \Phi_{addit}$	- сумма конкретизирующих, предусмотренных и непредусмотренных аддитивных (абсолютных) поправок,
$1+k_{multiplicat}$	- конкретизирующая или предусмотренная или непредусмотренная мультипликативная поправка (коэффициент)
φ_{addit}	- конкретизирующая или предусмотренная или непредусмотренная аддитивная относительная поправка (нормированная на $F_{base} \times \prod K_{multiplicat}$)

Литература

Allais, M. (1953) “Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école Américaine” Econometrica 21, 503-46.

Di Mauro, C. and Maffioletti, A. (2004) “Attitudes to risk and attitudes to uncertainty: experimental evidence” Applied Economics, 36, 357-372.

Harin, A. (2005) “A new approach to solve old problems” Game Theory and Information from Economics Working Paper Archive at WUSTL, 0505005.

Hey, J. and Orme, C. (1994) “Investigating Generalizations of Expected Utility Theory Using Experimental Data” Econometrica, 62, 1291-1326.

Kasa, K. (2000) “A robust Hansen-Sargent prediction formula” Federal Reserve Bank of San Francisco 2000.

Quiggin, J. (2005) “The precautionary principle in environmental policy and the theory of choice under uncertainty” No WPM05_3, Murray-Darling Program Working Papers from Risk and Sustainable Management Group, University of Queensland.

Tsay, R. (2008) “Lecture 7: Forecasting, Time Series Analysis” http://faculty.chicagobooth.edu/ruey.tsay/teaching/bs41910/lec7.pdf

Карасев, В.В. (2007) частное сообщение.

Новоселов, А.А. (2009) частное сообщение.

Харин, А.А. (2009-2) “О возможности существования разрывов в шкале вероятностей. Расчет величин разрывов” доклад принят на Девятую Международную Научную Школу МА БР – 2009 “Моделирование и Анализ Безопасности и Риска в Сложных Системах”.

Харин, А.А. (2009-1) “К разработке корректирующей формулы прогнозирования для сложных систем” доклад принят на Девятую Международную Научную Школу МА БР – 2009 “Моделирование и Анализ Безопасности и Риска в Сложных Системах”.

Харин, А.А. (2008) “К разработке общей формулы прогнозирования” Труды 51-й научной конференции МФТИ – 2008 “Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук”.

Харин, А.А. (2007) “Принцип неопределенного будущего, примеры его применения в экономической теории, возможности его применения в теориях сложных систем, в теории множеств, теории вероятностей и логике” Седьмая Международная Научная Школа МА БР – 2007 “Моделирование и Анализ Безопасности и Риска в Сложных Системах”.

Харин, А.А. (2003) “К анализу одного из парадоксов экономической теории” Научные труды Института послевузовского профессионального образования СГА, выпуск 7 Гуманитарные науки, 2003.