

Эффективный инструмент контроля

Современные методы статанализа и качество продукции

В Республике Беларусь статистические методы пока не нашли должного применения. Но для производства конкурентоспособной продукции и ее сертификации обойти эти методы просто невозможно. К сожалению, многие инженеры и руководители в недостаточной степени владеют статистическими методами, потому что в их вузовской программе не было курса теории вероятностей и математической статистики. С другой стороны, в современной учебной литературе отсутствуют эффективные методы анализа статистических распределений случайных величин, что является сдерживающим фактором широкого использования этих методов на практике.

Повышение качества продукции достигается путем статистического регулирования технологического процесса (например, с помощью контрольных карт). Но для этого предварительно необходимо провести статистический анализ технологического процесса при установившемся состоянии. Целью статистического анализа является:

- установление закона распределения контролируемого параметра;
- анализ точности и стабильности технологического процесса;
- определение значений показателей точности, стабильности технологического процесса и возможного уровня брака при заданном допуске.

Главным пунктом статистического анализа является правильное установление закона распределения контролируемого параметра, поскольку закон распределения является наиболее полной характеристикой случайной величины и позволяет вычислять все необходимые показатели.

К сожалению, вопрос установления закона распределения по статистическим данным в прикладной статистике разработан недостаточно.

Чтобы хоть каким-то образом его решить, математиками была придумана процедура, состоящая из двух этапов.

На первом этапе на основании анализа статистических данных и личного опыта специалиста выдвигается гипотеза о выравнивающем распределении.

На втором этапе осуществляется

● *В развитых странах статистические методы широко и эффективно используются при контроле качества продукции. Например, использование простейших "семи инструментов качества в японской экономике", основанных на статистической обработке и анализе производственной информации, позволило решать примерно 95% проблем по повышению качества продукции.*

проверка соответствия выдвинутой гипотезы имеющимся статистическим данным.

Выдвигая последовательно все новые и новые гипотезы и проверяя каждую из них по критериям согласия, специалист по контролю качества пытается подобрать подходящее теоретическое распределение, чтобы с его помощью рассчитать необходимые показатели.

Но наилучшего выравнивающего распределения он может и не найти при использовании классического метода поиска (т.е. перебора известных ему распределений).

Для того чтобы иметь возможность устанавливать вид закона распределения некоторой случайной величины, по крайней мере необходимо располагать достаточно полным перечнем таких законов и их характерных особенностей. Однако для надежного решения поставленной задачи этого недостаточно, так как в перечне известных распределений может не оказаться подходящего закона.

Как показала практика, известные распределения не могут с удовлетворительной точностью описать все многообразие статистических рядов распределения.

Сложившаяся в настоящее время в прикладной статистике ситуация сравнима с той, которая была в химии накануне создания "Периодической системы элементов" Д.И. Менделеева — было известно достаточно много элементов, в некоторой степени изучены их свойства, но еще не было

главного — "Периодического Закона", позволявшего предсказывать существование еще не открытых элементов и их свойства.

Следовательно, главная задача прикладной статистики на данном этапе — создание своего рода "Периодической системы распределений", исследование их свойств, разработка общих методов установления закона распределения случайной величины по статистическому распределению и нахождение оценок параметров.

Задача построения универсальных вероятностных моделей для выравнивания широкого класса статистических распределений ставится не впервые.

Уже в 1895г. английский статистик К.Пирсон предложил свое семейство непрерывных распределений, заданное в виде дифференциального уравнения. Это семейство распределений он получил путем выравнивания дискретного гипергеометрического распределения. Им же был предложен метод моментов для нахождения оценок параметров выравнивающих распределений (назовем его классическим методом моментов).

Существенным недостатком семейства распределений К.Пирсона, по нашему мнению, является отсутствие обобщенной плотности, представленной в явном виде, что сильно ограничивает возможности его использования на практике. Кроме того, метод моментов не позволяет находить оценки параметров тех распределений, в том числе принадлежащих семейству К.Пирсона, которые не имеют моментов высших порядков (3-го или 4-го).

В 1912г. английский статистик Р.Фишер предложил новый метод оценивания параметров практически любых распределений — метод наибольшего правдоподобия. Однако и этот метод имеет серьезные недостатки, и главный из них — отсутствие критериев для установления типа выравнивающего распределения.

Таким образом, задача установления типа выравнивающей кривой распределения и нахождения оценок параметров к настоящему времени далеко не решена. И это не удивительно.

Поскольку не было создано обобщенных распределений (более широких, чем семейство К.Пирсона), то не было и необходимости, а также возможности разработки более общих методов установления типа выравнивающего распределения и нахождения оценок параметров, ибо только при исследовании свойств обобщенных распределений можно найти подходы к решению этой сложной задачи.

Разработка системы непрерывных распределений, более широкой, чем семейство кривых К.Пирсона, имела бы большое значение как в теоретических, так и прикладных исследованиях. Тогда возникает вопрос — почему в течение длительного времени не были разработаны универсальные распределения?

Главной причиной, не позволившей разработать универсальные распределения, по нашему мнению, является отсутствие общего подхода, т.е. предпринимались попытки решить одну из частных задач вместо решения общей задачи, которую можно сформулировать так: построить систему непрерывных распределений, включающую как частные случаи широко известные классические непрерывные распределения, в том числе семейство кривых К.Пирсона или по крайней мере значительную его часть. Эта задача была решена автором настоящей статьи.

Переформулировка задачи по выравниванию отдельных распределений в более общую задачу — построить систему непрерывных распределений — дает возможность использовать любые известные распределения с целью их обобщения или найти другой способ построения системы непрерывных распределений, обещающий дать новые важные результаты. При этом обобщенному распределению будут присущи все свойства отдельных распределений.

Найденные таким путем обобщенные распределения могут быть затем использованы для выравнивания различных статистических распределений, при этом опытная проверка покажет, какие частные случаи общей модели чаще всего реализуются в той или иной области исследований.

Многолетний опыт автора по обработке статистических распределений позволяет сделать следующие выводы:

— никакое одно семейство непрерывных распределений не может с достаточной точностью описать все многообразие статистических распределений; для этого необходимо иметь несколько семейств распределений,

причем не менее широких, чем семейство кривых К.Пирсона;

— существующие критерии для установления типа выравнивающей кривой не гарантируют точности решения этой задачи;

— известные методы оценивания параметров далеки от совершенства и оказываются практически непригодными для некоторых вновь построенных семейств распределений.

Следовательно, построение систем непрерывных распределений — это лишь начало большой работы, включающей исследование обобщенных распределений, их классификацию, разработку новых общих критериев для установления типа выравнивающей кривой, разработку совершенно новых методов оценивания параметров и, наконец, доведение полученных результатов до программной реализации.

Для аппроксимации большого разнообразия статистических распределений автором за последние 30 лет построен широкий класс непрерывных распределений, заданных обобщенными четырехпараметрическими плотностями. Последние группируются в три основные и три дополнительные системы непрерывных распределений.

Обобщенные распределения включают как частные случаи подавляющее большинство известных распределений, в том числе семейство кривых К.Пирсона, и могут претендовать на роль универсальных законов распределения в математической статистике.

Для данного класса непрерывных распределений разрабатывается классификация кривых, исследуется их форма в зависимости от значений параметров формы, предлагаются критерии для установления типа выравнивающей кривой, разрабатывается новый общий метод оценивания параметров для трех систем непрерывных распределений, который по точности не уступает методу наибольшего правдоподобия, но значительно проще последнего, причем общий метод является устойчивым к выбросам на концах статистического распределения. Наконец, разрабатывается метод прогнозирования распределений.

Кроме общего метода разрабатывается универсальный метод моментов, позволяющий устанавливать тип выравнивающей кривой и находить оценки параметров распределений всех типов, в том числе не имеющих моментов выше нулевого порядка (в традиционном их понимании).

Параллельно эти же задачи решаются на базе классического метода моментов — для распределений, име-

ющих моменты вплоть до четвертого порядка.

Наряду с широким классом непрерывных распределений строится и исследуется система дискретных распределений, взаимосвязанная с системой кривых роста новых событий, разрабатываются программные средства.

Обобщенные распределения и программные средства могут использоваться широким кругом специалистов для решения различных практических задач, таких как:

— статистический анализ и регулирование технологических процессов;

— разработка различного рода нормативов;

— анализ и прогнозирование точности и устойчивости динамических процессов;

— прогнозирование надежности механизмов и приборов;

— прогнозирование различного рода кривых роста;

— прогнозирование распределений случайных величин;

— статистическая обработка и анализ данных в научных исследованиях, экономике, строительстве, банковском деле, геологии, технике, в системах управления и контроля качества продукции, экологии, медицине, социологии и т.д. с целью выработки рекомендаций для принятия обоснованных управленческих решений.

Наличие обобщенных распределений и методов оценивания параметров, доведенных до программной реализации, значительно упрощает и ускоряет процедуру нахождения наилучшей выравнивающей кривой распределения, поскольку она вычисляется на основе статистических данных за один прием без перебора отдельных частных случаев. Этим достигается новый, значительно более высокий уровень точности решения прикладных задач, связанных с выравниванием статистических распределений производственных погрешностей.

Использование обобщенных вероятностных моделей, алгоритмов, методов и программных средств может дать весьма значительный экономический эффект, а без их использования невозможно наладить выпуск конкурентоспособной продукции.

В. НЕШИТОЙ,

*доктор технических наук,
главный научный сотрудник РНТЦ
по ценообразованию в строительстве
Министерства архитектуры
и строительства*