

оценивания посвящён раздел статистич. оценивания, а задачам определения согласия — раздел статистич. проверки гипотез. По способу оценивания плотности вероятности и определения её согласия с теоретич. А. д. подразделяют на параметрический и непараметрический.

В непараметрич. анализе предполагается, что нет никакой априорной информации относительно вида ф-ции $p(x)$. Заключение о ф-ции $p(x)$ или о её свойствах делается непосредственно из исходных данных. Построение *гистограмм* — один из примеров непараметрического оценивания плотности вероятности.

В параметрич. анализе предполагается, что $p(x)$ входит в параметрич. семейство распределения $p(x) = p(\alpha, x)$, где α — конечный набор параметров (дискретных или непрерывных), к-рые выделяют отд. распределения из семейства. Здесь проблема оценивания функции $p(x)$ сводится к выбору подходящих значений α . Простейшая задача параметрич. анализа — получение результата для к.-л. физ. величины по данным её многократных измерений со случайной ошибкой, соответствующей *Гаусса распределению* ошибок. Пусть имеется ряд $x_i, i=1, 2, \dots, N$ измерений одной и той же физ. величины с дисперсией σ^2 . Вероятность одиночного наблюдения x_i равна $P_i = (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \times \exp\{- (x_i - \mu)^2 / 2\sigma^2\}$, тогда вероятность N независимых наблюдений $x_i, i=1, 2, \dots, N$, равна произведению вероятностей

$$P(\mu, \sigma) = \prod_{i=1}^N P_i = \\ = (2\pi\sigma^2)^{-N/2} \exp\left[- \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 / 2\sigma^2\right].$$

Согласно *максимального правдоподобия методу* в качестве оценки результата измерений физ. величины x , при пост. дисперсии σ^2 , следует взять такую величину μ^* , к-рая даёт максимум вероятности $P(\mu, \sigma)$. Максимум предыдущего выражения достигается при минимуме показателя экспоненты, откуда следует, что

$$\mu^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N x_i.$$

Проверка гипотез. Результатом А. д. может быть также оценка справедливости к.-л. теоретич. модели или гипотезы (см. *Статистическая гипотеза*) в смысле применимости её к экспериментально наблюдаемому явлению. Такой результат сам по себе не даёт доказательства справедливости теории, он даёт лишь возможность выбора альтернатив и степень согласия теории и эксперимента.

Пусть надо проверить гипотезу H_0 по отношению к гипотезе H_1 на основании нек-рых эксперим. наблюдений $\{x\}$. Пусть $X(x|H)$ есть ф-ция наблюдений и проверяемой гипотезы (X обычно наз. *проверочной статистикой*) и пусть Ω есть пространство всевозможных значений X . Пространство Ω делят на две области ω и $\Omega - \omega$, к-рые соответственно наз. критической и допустимой. Считают, что при попадании проверочной статистики X в критич. область ω гипотеза H_0 неверна (верна H_1), а при попадании X в допустимую область гипотеза H_0 верна (H_1 ошибочна).

Разделение пространства Ω на критическую и допустимую области обычно производится так, чтобы вероятность отвергнуть гипотезу, когда она верна (т. е. вероятность потери), была бы малой. Величину этой вероятности наз. *уровнем значимости* или *величиной критерия*. Т. о., уровень значимости α равен вероятности попадания X в ω , когда гипотеза H_0 верна, т. е. $P(X \in \omega | H_0) = \alpha$. С др. стороны, целесообразно потребовать также малости вероятности принятия ложной гипотезы, т. е. вероятности при μ и β :

$$P(X \in \Omega - \omega | H_1) = \beta.$$

Для оценки критерия проверки альтернативных гипотез (см. *Статистический критерий*) служит величина, наз. *мощностью критерия*, к-рая определяется как вероятность $1 - \beta$ попадания X в критич. область пространства Ω , когда верна гипотеза H_1 , т. е. $P(X \in \omega | H_1) = 1 - \beta$. При выборе гипотезы исследователь обычно решает, какие потери α он может допустить, а затем выбирает проверочную статистику и критич. область так, чтобы максимизировать мощность критерия $1 - \beta$.

Одна из наиб. общих проверяемых гипотез при А. д. состоит в том, что плотность вероятности $p(x)$ есть данная ф-ция x , т. е. $p(x) = f(x)$. Здесь обычно нет определ. альтернативной гипотезы, т. е. фактически имеется набор всевозможных альтернативных гипотез, к-рые явно не определены. В этом случае невозможно вычислить примесь и определить мощность критерия. Такая задача возникает при проверке совпадения эксперим. данных с к.-л. теоретич. моделью и решается на основе критерия согласия. Как при обычной проверке гипотез, начинают с выбора проверочной статистики, однако пространство Ω не делится на критич. и допустимую области. Уровни значимости здесь определяются как вероятность того, что при условии H_0 проверочная статистика X будет иметь значение, превышающее величину T , наблюдаемую из данных, $P(X \geq T | H_0) = \alpha(T)$. В данном контексте величина $\alpha(T)$ наз. также *уровнем достоверности*.

Критерий согласия конструируется при помощи меры различия между непараметрич. оценкой плотности вероятности (чаще всего *гистограммой*) и теоретич. ф-цией плотности вероятности проверяемой гипотезы. Наиб. популярной является *квадратич. мера*, нормированная на дисперсию. В достаточном общем предположении проверочная статистика сводится к сумме квадратов независимых, нормально распределённых случайных величин с нулевым средним и единичной дисперсией, к-рая имеет χ^2 -распределение с числом степеней свободы, равным кол-ву членов в сумме. В этом случае критерием согласия является χ^2 -критерий Пирсона.

Использование ЭВМ. Совр. эксперим. исследования в области ядерной физики, геофизики, физики атмосферы, океана и др. характеризуются огромным объёмом получаемой первичной информации (до 10^{12} бит/с и более). Результаты эксперимента обычно составляют $\sim 10^3$ бит. Т. о., в процессе А. д. происходит значит. сжатие информации (в 1 млрд. раз и более). А. д. таких эксперим. исследований немислим без использования средств автоматизации и быстродействующей вычислит. техники (см. *Автоматизация эксперимента*). Каждый эксперимент во времени проходит два этапа: получение данных и получение результатов. Совр. автоматизиров. эксперим. установки, оснащённые вычислит. техникой, позволяют решать часть задач А. д. уже в процессе их получения, т. е. в реальном масштабе времени проведения измерений. Этот этап А. д. обычно наз. *анализом в реальном масштабе времени* или *анализом «в линию»*.

Целью и смыслом анализа «в линию» является всеобъемлющий контроль за работой эксперим. установки и ходом эксперимента в целом. Наиб. эфф. вид контроля — контроль по конечным результатам. Такой метод контроля избавляет от трудоёмких исследований зависимостей свойств установки от неск. тысяч параметров, от необходимости выбирать и устанавливать допуски на изменение этих параметров и комбинации этих изменений. Повышается и надёжность установки, т. к. имеется возможность оперативно принимать решения о необходимости и целесообразности ремонта при отказе отд. элементов или о продолжении работы с ухудшенными характеристиками. Часто для проверки правильности работы установки и её отд. узлов создают спец. тестовые и контрольные средства, однако обычно осуществляют оба типа контроля.

Иногда проводят предварит. обработку «в линию» всей поступающей информации для её сжатия перед за-