

Параметры качества информации

Гузевич С.Н.

ОАО «Государственный научно-исследовательский
навигационно-гидрографический институт»,
г. Санкт-Петербург

Введение

Построение основ наук в различных областях знаний основано на гипотезах. При этом гипотезы строились на предположениях или допущениях, которые на первых шагах развития научных знаний о предмете позволяли «хотя бы как-то» оценить и аналитически описать рассматриваемые явления. Если сделанные допущения позволяли аналитически описать работу технических средств, то допущения «утверждались», как истинные, и в ходе развития этой науки их «развивали», дополняя новыми допущениями, обеспечивая **решение поставленных задач, хотя бы приближенно**. Такие допущения имеют место практически во всех областях научных знаний, так например:

- в оптике допускают, что параллактические лучи распространяются параллельно оптической оси;
- в термодинамике постулируют постоянство плотности среды или постоянство скорости света для описания цикла Карно;
- для описания пространства используют трехмерную систему координат Декарта, в которой можно использовать только параллельное проектирование (на этом правиле основана точность машиностроения);
- в неевклидовых геометриях используют постулат о пересечении параллельных прямых (путая причину, связанную с уменьшением наблюдаемых образов объектов с увеличением расстояния, со следствием – прямые, идущие параллельно, сходятся);
- физические процессы, затухающие при распространении в пространстве, аналитически описаны при использовании трехмерной системы координат Декарта, в которой **можно использовать только параллельное проектирование**.

Следствием этого является, что все физические законы являются приближенными и используют физические «постоянные», которые **не являются таковыми, все они изменяются** (гравитационная, солнечная, и другие).

Высшей степенью допущений является теория вероятностей.

Наличие индивидуальных допущений в различных отраслях знаний, подкрепленных практикой, приводят к различным представлениям о строении окружающего пространства. При описании явлений, в которых действует ряд физических процессов, построить ее аналитическую модель, удовлетворяющую совместным представлениям в различных отраслях знаний практически невозможно. Критика существующих моделей описания физических процессов в основном обоснована, но **консенсуса в модели их описания добиться НЕВОЗМОЖНО, так как они опираются на разные допущения.**

Поэтому выход единственный. Необходимо **«собрать все разбросанные камни представлений»** и начать **С САМОГО НАЧАЛА**, то есть с тех знаний, с которых начинаются все научные знания – с процесса измерений. Процесс измерений должен обладать достоверностью и точностью, вместо допущений и вероятности. Этими свойствами должны обладать, прежде всего, измерения основных физических параметров: длины и времени.

Процесс измерений физических величин построен на двух элементах: техническом измерительном средстве и методике его использования. Метрологические параметры технических средств измерений расстояний достаточно высоки и значительно превышают возможности наших физиологических средств. Но эталоном наших представлений об окружающем пространстве и всех процессов, происходящих в нем, является зрение. То есть зрительный процесс обладает таким методом использования, который обеспечивает как достоверность, так и точность измерений, которые не может обеспечить использование метрологически более точных технических средств.

Методики получения, обработки и измерения информации любого вида для достижения одного результата должны быть идентичны, хотя могут выполняться разными техническими средствами, отличающимися по принципу работы и устройству. Природа показывает нам возможность получения качественной информации, необходимо выяснить методику выполнения зрительных измерений и использовать ее при получении информации другими средствами. Основным параметром качества измерений является их достоверность. **Достоверность информации** – это свойство информации отражать объекты с требуемой точностью. Количественное определение достоверности основано на вероятности возникновения ошибок при передаче информации [1]. Попытаемся рассмотреть параметры информации с позиции их достоверности, то есть с позиций методики зрительного восприятия.

1. Параметры достоверности отображений

В настоящее время принято считать, что преобразование электромагнитных сигналов в пространстве выполняется по законам Максвелла. Однако ясно, что попадая в приемник, сигнал преобразуется в плоскостное отображение на дисплее – в образ объекта. Процесс преобразования объекта в зрительный образ выполняется по геометрическим правилам *параллельного* или *центрального* проектирования. Качество полученной информации определяется – достоверностью полученного образа, то есть его соответствием наблюдаемому объекту.

1. Зрительный образ объекта является основой информационного поля.
2. Отображение объекта - его образ характеризуется в настоящее время *масштабом* и *разрешающей способностью*. Однако эти параметры не имеют аналитической связи друг с другом [1].

Принято считать, что масштаб [1] определяется отношением размеров объекта D к размеру его отображения D_{XYZ} и определяется отношением (рис.1):

$$D/D_{XYZ} = M, \quad (1)$$

Однако такое определение является следствием получения отображений при параллельном проектировании, выполняемым параллельным переносом проективных лучей. При центральном проектировании происходит непрерывное преобразование формы и размеров образа с изменением расстояния до объекта по правилам, приведенным в проективной геометрии. Такое преобразование является причиной случайности и неопределенности связи формы образа с формой объекта, так как все наблюдаемые размеры образов объектов изменяются с изменением ориентации и расстояния объекта относительно измерителя.

Поэтому попытаемся для определения понятия масштаб, использовать понятие – разрешающая способность.

Разрешающая способность отображения Δ определяется размером поверхности объекта, которая **не может быть разделена на части** при построении его образа [1]. Она определяется площадью поверхности луча на заданном расстоянии, которое освещает объект и определяется, например, углом раскрытия излучающей антенны лоатора. Отраженный сигнал от освещаемой поверхности попадает на экран приемника и преобразуется в плоскостной образ объекта. Экран представляет матрицу, пиксели которой ориентированы по осям координат.

Измеряют всегда только образы объектов, которые отображены на экране, а размеры объектов вычисляют. Зрительный образ получают на основе использования пары плоскостных отображений объекта путем их стереоскопического преобразования.

Разрешающая способность измерения определяется **ценой деления меры измерений на осях координат Δ_X , Δ_Y** или размером пикселей, обычно равных [1]. Размеры отображений сторон объекта, имеющих различные ориентации, определяются мультипликативным суммированием пикселей по направлению стороны.

Таким образом, разрешающие способности отображения и измерений различные, но связанные параметры, определяемые разными техническими средствами, первый из которых определяет минимальный размер образа, а второй - минимальный измеренный по заданному направлению отображения объекта.

При параллельном проектировании достоверности отображения и измерений объекта совпадают и обеспечиваются всегда.

Так как понятие достоверность отображения при параллельном проектировании обеспечивают всегда, выясним, какими параметрами это достигается.

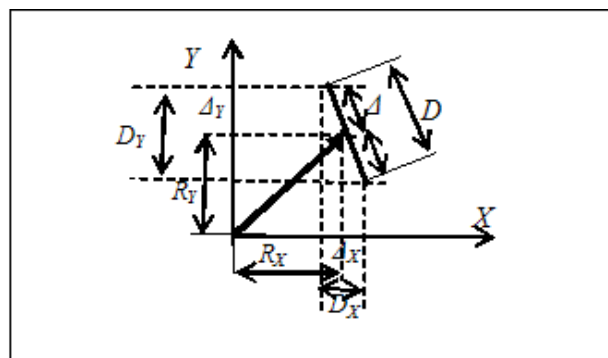


Рис.1. Достоверность отображения прямой линии при параллельном проектировании

При параллельном проектировании достоверность измерений обеспечивается условием, когда спроектированные размеры объекта и его мер трансформируются пропорционально, то есть:

$$\frac{D_X}{\Delta_X} = \frac{D_Y}{\Delta_Y} = \frac{D}{\Delta} = const, \quad (2)$$

Выражение (2) является основанием для определения масштаба отображения и относительной погрешности измерений:

$$\frac{D_X}{D} = \frac{D_Y}{D} = \frac{\Delta_X}{\Delta} = \frac{\Delta_Y}{\Delta} = M, \quad (3)$$

$$\frac{\Delta_X}{D_X} = \frac{\Delta_Y}{D_Y} = \frac{\Delta}{D} = \varepsilon, \quad (4)$$

Таким образом, достоверность отображения - измерения обеспечивается при трансляции, как размеров сторон объекта, так и используемыми при их измерении мерами, которые должны изменяться пропорционально.

При параллельном проектировании достоверность измерения прямой на плоскости реализуется отображением ее проекций на двух осях координат и выполнением любого из двух условий равенства: масштабов отображений (3) или относительных погрешностей измерений (4) на осях координат.

2. Достоверность при центральном проектировании

Центральное проектирование использует проективную систему координат [1,2], в которой на плоскости наблюдений имеется только одно отображение проекции прямой линии (лучи, проходящие на этой плоскости - невидимы) (рис.2). Наличие *одного отображения на плоскости наблюдений полностью исключает возможность оценки достоверности полученного образа*, так как на достоверность отображения прямой линии, лежащей в плоскости наблюдений, влияет ее ориентация.

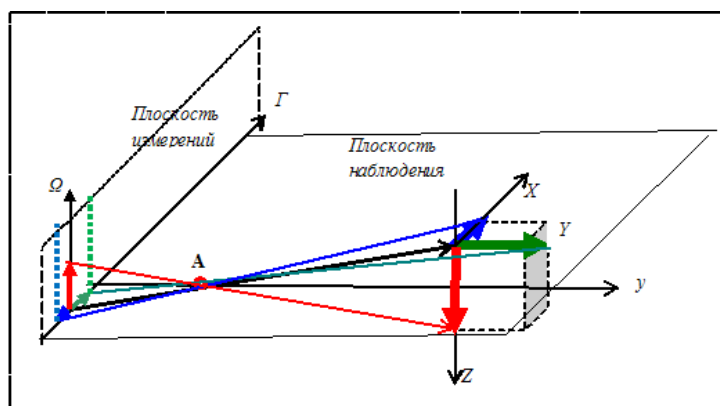


Рис.2. Получение отображения методом центрального проектирования

Поэтому рассмотрим условия, при которых возможно в проективной системе координат обеспечить пропорциональную трансформацию размеров объекта и его меры.

Рассмотрение начнем с идеального случая центрального проектирования. Прямая D , показанная на рис.3 синим цветом, параллельна оси X , а ось Y проходит через фокус F и соединяет центры прямой линии D и ее проекции D_X . Прямая D измерена мерой Δ , а ее проекция D_X – мерой Δ_X .

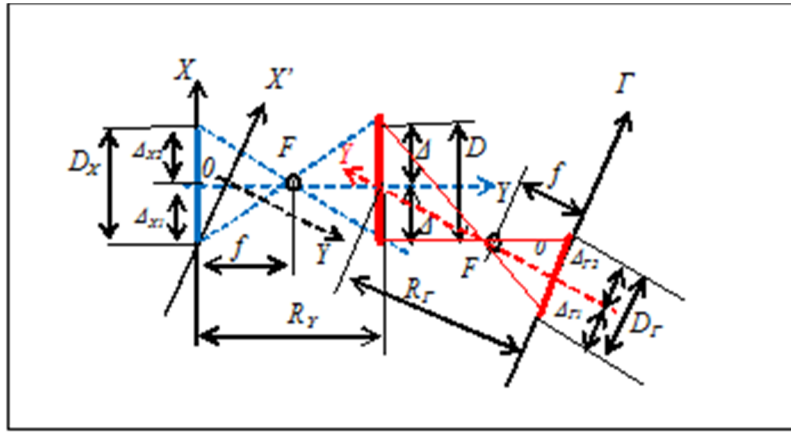


Рис.3. Достоверность отображений при центральном проектировании

В этом случае достоверность отображения на оси X проекции обеспечена следующими аналитическими зависимостями:

$$\Delta \equiv \Delta_{X1} = \Delta_{X2} \quad ; \quad \frac{D}{D_X} = \frac{\Delta}{\Delta_X} = \frac{R_Y - f}{f} \quad ; \quad \frac{\Delta_X}{D_X} = \frac{\Delta}{D} \quad .$$

Если прямая D не параллельна оси X' , а ось наблюдений Y ортогональна проекции прямой линии D_X , то достоверность отображения на оси X' проекции не обеспечена, так как:

$$\Delta_{X1} \neq \Delta_{X2} \quad .$$

Если прямая D не параллельна оси Γ , а ось наблюдений Y ортогональна проекции прямой линии D_Γ (рис.2, красный цвет), то достоверность отображения проекции на оси X обеспечена следующими аналитическими зависимостями:

$$\frac{D_\Gamma}{\Delta_\Gamma} - \frac{D}{\Delta} = 0 \quad ; \quad \Delta_{\Gamma1} = \Delta_{\Gamma2} = \Delta \left(\frac{R_\Gamma}{f} - 1 \right) \quad , \quad (5)$$

где Δ , $\Delta_{\Gamma1}$, $\Delta_{\Gamma2}$ – разрешающая способность при измерении объекта и его отображений на осях координат, соответственно;

D, D_Γ – размер объекта и его проекции на соответствующих осях координат.

Таким образом, **при центральном проектировании достоверность измерений объекта обеспечивается при ортогональности оси наблюдений Y , направленной на объект, оси измерений Γ проективной системы координат.**

Отсюда следует, что обеспечение достоверности при использовании центрального проектирования возможно при получении второй проекции одного образа на той же плоскости. Для этого необходимо использовать два измерителя, использующие проективную систему координат, то есть парную проективную систему координат (рис.4) [3]. Расстояние между измерителями называют базой d , а расстояние между измерителем и плоскостью измерений – шириной базы (Δ_d).

При использовании двух измерителей пропорциональная трансляция проекций обеспечивается только при выполнении двух условий:

- ось Y ортогональна или параллельна базе d и направлена на объект;
- измерители проектируют одинаковые части объекта.

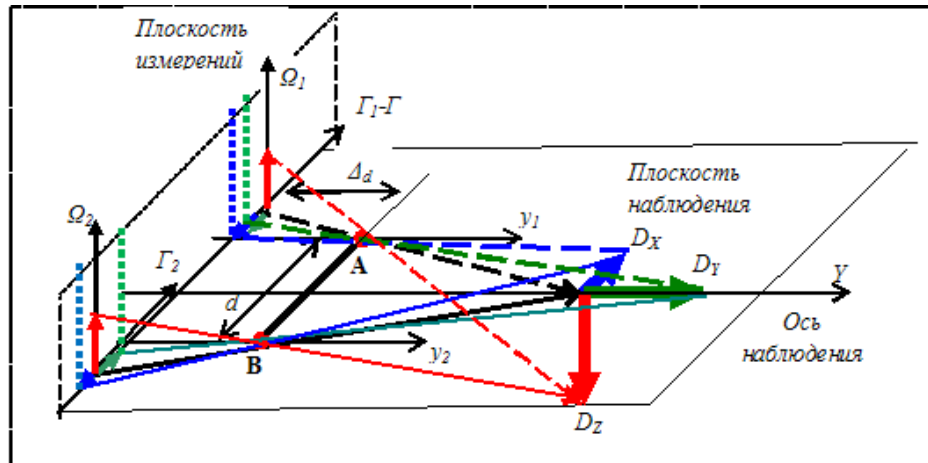


Рис.4. Сравнение парных отображений методом центрального проектирования

При этом разрешающие способности отображений и измерений объекта и их масштабы связаны соотношениями (5).

В этом случае появляется возможность сравнения двух проекций любой прямой линии, например D_x или D_y на оси Γ (рис.4). Однако выполнить условия обеспечения достоверности не всегда возможно, так как необходимо транслировать на ось Γ не только размер объекта, но и меру с которой он измерен. При этом для каждой из проективных отображений мера будет разной. В большинстве случаев это невозможно и кроме того в парной системе координат мера измерений на одной оси должна быть одинаковой. Следовательно, необходимо выполнить условия, которые обеспечивают пропорциональную трансляцию проекций объекта и меры на оси координат, отмеченные ранее (рис.3). Из этого следует, что при центральном проектировании разрешающие способности отображения и измерений – различные параметры и по реализующим средствам независимые.

Таким образом, при использовании центрального проектирования достоверность отображения и измерения объекта обеспечиваются при направленности осей наблюдений Y_1, Y_2 парной проективной системы координат на объект.

3. Параметры оценки достоверности измерений

Сравнив два отображения объекта зашумленных помехами, используя метод корреляционных преобразований, строят третье отображение (рис.4),

в котором отсутствует шум или он значительно снижен, что обеспечивает более точное опознание объекта и уменьшение его неопределенности.

Общей характеристикой размеров объекта является оценка его периметра, а качество отображения объекта выявляется в особенностях его формы. Эти понятия соотносятся как общее и частое. Поэтому для оценки достоверности общих размеров объекта и его формы необходимо использовать разные параметры оценки, используя разные свойства пространственной ориентации объекта. Для этого воспользуемся свойствами теоремы Стокса:

- векторная сумма замкнутых сторон объекта (например, треугольника) равна нулю;

- сумма проекций замкнутых сторон объекта на любую ось системы координат с учетом их знака равна нулю:

$$\begin{aligned} \overline{L_1} + \overline{L_2} + \overline{L_3} &= 0 & ; & & |L_{1\Gamma}| + |L_{2\Gamma}| + |L_{3\Gamma}| = |L_{1\Gamma} + L_{2\Gamma} + L_{3\Gamma}| \rightarrow \max & ; \\ \overline{L_{1\Gamma}} - \overline{L_{2\Gamma}} - \overline{L_{3\Gamma}} &= 0 & ; & & |L_{1\Gamma}| - |L_{2\Gamma}| - |L_{3\Gamma}| \rightarrow \min & . \end{aligned}$$

Проекции сторон объекта на одной оси Γ измеряют одной меру для всех проекций сторон объекта, тогда:

$$\text{Если } a_{\Gamma} < b_{\Gamma} < c_{\Gamma}, \text{ то } \varepsilon_a = \frac{\Delta}{a_{\Gamma}} > \varepsilon_b = \frac{\Delta}{b_{\Gamma}} > \varepsilon_c = \frac{\Delta}{c_{\Gamma}},$$

$$\text{и } \varepsilon_L = \left(\frac{\Delta}{a_{\Gamma} + b_{\Gamma} + c_{\Gamma}} \right) \rightarrow \min .$$

$$\varepsilon_{\Phi} = \left| -\frac{\Delta}{a_{\Gamma}} - \frac{\Delta}{b_{\Gamma}} + \frac{\Delta}{c_{\Gamma}} \right| \approx \left| \frac{\Delta}{a_{\Gamma}} \right| \rightarrow \max ,$$

где ε_L - «достоверность измерения размера объекта»;

ε_{Φ} - «достоверность измерения формы объекта».

Таким образом, достоверность отображений периметра объекта ε_L и его формы ε_{Φ} имеют разные оценки. Достоверность отображений периметра объекта ε_L тем лучше, чем большая часть периметра наблюдается. А достоверность отображения формы объекта, в общем случае, определяется относительной погрешностью измерения наименьшей из проекций сторон.

Численная оценка достоверности информации является прямым аналогом понятия — точность. **Возможность оценки достоверности исключает необходимость использования понятия вероятность, так как сам процесс передачи информации выполнен с исключением элементов неопределенности из процесса измерений и с количественной оценкой случайности процесса измерений.**

По результатам двух измерений на общей измерительной оси I и построений в плоскости наблюдений получают ориентацию, построенного отображения прямой линии в пространстве. Совместное действие этих факторов дает стереоскопическое отображение прямой линии в пространстве, характеризуемое шестью параметрами. Все вычисления опираются на постулат, что размеры объекта за время измерений не меняются, а различия в площади их отображений связаны с различием положения измерителей относительно объекта по направлению базы. В плоскости наблюдений этот же постулат характеризует ориентацию сторон объекта относительно направления базы. Характер вычислений в каждой из плоскостей различен: в измерительных – мультипликативный, в наблюдений – аддитивный. При этом относительное изменение площадей, построенных на одних сторонах, в плоскости измерений и наблюдений равны. Это условие является основой уравнения геометрического среднего в проективной системе координат.

Выводы

1. Передача информации осуществляется двумя связанными, но независимыми этапами: отображения и измерения, каждый из которых характеризуется своей разрешающей способностью.
2. Отображение информации осуществляется параллельным или центральным проектированием.
3. Достоверность отображения информации при параллельном проектировании выполняется всегда. Достоверность отображения при центральном проектировании выполняется при выполнении двух условий: измерения должны выполняться в парной проективной системе координат, ось наблюдений которой направлена на объект.
4. Достоверность измерений информации характеризуется относительной погрешностью, являясь аналогом точности. Она имеет две независимые оценки: достоверность измерения размера и достоверность измерения формы.

Литература

1. Математический энциклопедический словарь. - М: Научное "Советская энциклопедия".- 1983. - 928с.

2. Понарин Я. П. «Аффинная проективная геометрия» Серия: Математическое просвещение. Издательство: МЦНМО ISBN: 978-5-94057-401-9; 2009 г. – 288с.
3. Гузевич С.Н. «Парная проективная геометрия на постулатах Евклида». Издательство: - LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Dudweiler Landstr. 99, Germany, напечатано в РФ 2012г. - 124 с.