

УДК 004(075.32)

АКСИОМАТИКА ТОЧНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Бондаревский А.С.

ОАО "Ангстрем-М"

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

Вводится понятие информационных операций (ИО) - модели целенаправленных действий. Оказывается, что к ИО относятся все компьютерные операции и операции извлечения информации из природы [измерение, контроль, испытания]. При этом также оказывается, что основным свойством ИО является точность. Известно, что в настоящее время точность ИО определяется по их погрешности. В работе выводится не имеющая аналогов оценка точности ИО. Выведенная оценка является справедливой для всех ИО. Выведенная оценка конкретизируется для операции контроля. В основе полученной оценки точности операции контроля лежит критерий Зигерта-Котельникова.

С. Довлатов: «Сидели мы как-то вчетвером - Рейн, Заболоцкий, Бродский¹ и я. Рейн между прочим сказал: *«Точность - это великая сила»*. А Заболоцкий ему ответил: «Женя, а знаешь, чем я победил советскую власть? *Я победил её своей точностью!*». Бродский перебил его: «Это в том смысле, что ты *просидел тогда шестнадцать лет от звонка до звонка?!*»

Известно, что в ноосфере атрибутивными отношениями являются **целенаправленные действия**.

Тогда **информационные операции** (ИО) могут быть определены, как продукт нематериального отображения этих действий - их информационный образ (информационная «грань») [1,2].

Как показано в [2], имеют место три класса ИО:

1) Операции **«Восприятия»** (операции **«связанная информация - свободная информация»**). Здесь, - ленинское «живое созерцание»² как «начало» гносеологиче-

ского отражения: ИО антропогенные (физиологическое восприятие) и техногенные [измерение³, контроль; определительное (измерительное), контрольное и др. - см. ниже табл.2, испытания]⁴. Назначением таких ИО является «извлечение информации из природы», т.е. является преобразование связанной (косно- и биосфера) информации в свободную (ноосфера), или, образно говоря, - «преобразование физических реалий в свободную информацию

³ Здесь измерение понимается, как техногенная или антропогенная оцифровка свойств [2] - см. ниже. С этой точки зрения измерениями являются не только осуществляемые с помощью артефактов (измерительных приборов, преобразователей), но и различные ноо [метрологическая (в части определения погрешностей) и всякая другая аттестация, определение рейтингов, счёт, определение «на глаз» расстояний, тактильная термометрия, продажа, оказание услуг и т.д.].

⁴ К классу ИО «Восприятие» могут быть условно - для общности, отнесены ещё и «полуфабрикаты» ИО - операции восприятия незавершённые [здесь, - неформализованные, т.е. (без метризованного выхода)] - обязательные составные части восприятия завершённого. Такими «незавершёнными» операциями восприятия является то, что обычно именуют физиологическим и техногенным (функция сенсоров - термомпары и т.д.) ощущением (в частности, - наблюдением).

¹ С. Довлатов - русский советский писатель, Е. Рейн, Н. Заболоцкий, И. Бродский - русские советские поэты. И. Бродский - лауреат Нобелевской премии по литературе за 1987 г.

² Из известного: «От **живого созерцания** к **абстрактному мышлению** и от него к **практике** - таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности».

[число при измерении, событие при контроле, числовая функция при измерительном испытании, функция события (предикат) при контрольном испытании]. В техногенном случае операции «Восприятия» (ниже, - «восприятие») осуществляют формализованное (здесь, - «метризованное») описание физических реалий, точнее, - метризованное описание свойств этих реалий:

а) В случае простого (одномерного) свойства-физической величины - описание его числом (измерение) и событием (контроль),

б) В случае сложного (двумерного) свойства - описание его числовой функцией (измерительное испытание) и функцией события (контрольное испытание).

В общем случае операции «Восприятие» могут быть определены ещё, как имеющие операндом связанную информацию.

2) Операции «*Переработки*» (операции «*свободная* информация - *свободная* информация»). Здесь, - ленинское «абстрактное мышление» как «середина» (в т.ч. творческая составляющая) гносеологического отражения: ИО антропогенные (мышление) и техногенные (действия, совершаемые в компьютере и т.д.). Назначением таких ИО является преобразование семантики или формы семантики полученной при восприятии п.1) свободной информации.

3) Операции «*Воспроизведения*» (операции «*свободная* информация - *связанная* информация», функция меры). Здесь, - ленинское «практика» как завершение гносеологического отражения: ИО антропогенные [физиологическая эффе́кция (даётся мысленная установка - поднимается рука), творчество (литературное, музыкальное, живописное)] и техногенные [продуцирование материальных объектов, процессов (изделий, услуг) и энергии; регулирование, управление]. Назначением таких, здесь, - обратных «Восприятию» п.1), ИО является «возвращение информации в природу» («материализация информации»). Здесь, - «возвращение информации в природу» по «гегелевской спирали (то же самое, но на более высоком уровне) - в том смысле, что хотя и информации, но

уже с другой (целенаправленно - по сравнению с воспринятой, изменённой посредством операций «Переработки») семантикой. Т.е. назначением ИО класса «Воспроизведение» является преобразование свободной информации в связанную, или, образно говоря, - «преобразование свободной информации (мысленного образа, числа, события и т.д.) в физические реалии» (вспомним знаменитое Ф. Энгельса о пчеле и архитекторе).

Далее следует отметить изоморфизм (взаимно однозначное соответствие, необходимость и достаточность) связи понятий ИО и точности [2]. [Если лишить ИО точности, то их не будет - принцип Аристотеля-Леонтьева [3] (например, «неточное измерение - это не измерение»). И наоборот].

Более полно это выглядит так:

- всякая ИО обладает качеством-точностью,

- а если речь идёт о точности, то это обязательно будет относиться к той или иной из ИО, а не чего-либо иного.

А вообще отмеченный изоморфизм имеет ещё более глубокий характер: в него, как оказывается, совершенно органично входят также понятия функции меры, метрологии и феномен фундаментальности функции меры (обязательная принадлежность функции меры всем ИО) [2]. А из этого вытекают уже и приложения. Например, понятия измерения и метрологии в настоящее время связаны отношением необходимости. Т.е. если «измерение», то конечно же - «метрология». Но если «метрология», то «измерение» - это далеко не обязательно. Но ... - с учётом названного изоморфизма: под понятие метрологии по логике «ИО»-«функция меры»-«метрология» подпадают все информационные операции [(«*метрология*») = («*метрон*»& «логос») и функция *меры* как неотъемлемый объект рассмотрения метрологии]. А это значит, что под понятие метрологии подпадает не только измерение, но ещё и контроль, измерительное испытание, контрольное испытание и т.д.. И наоборот. А ещё все эти ИО с необходимостью и достаточностью обладают качеством «точность». В связи с отмеченным вспоминается классика: Д. Менделеев

(1833 г.) «*Точная* наука немислима без *меры*» и Ф. Петрушевский (1831 г.) «*Метрология* - это описание всякого рода *мер*».

Обратим также внимание на то, что в данном случае качество-*точность* - это *степень их совершенства* как целенаправленных действий. Т.е. точность - это успешность осуществления ИО, проявляемая в достигаемости стоящей перед ИО цели. Т.е. точность ИО - это то, что представляет собой некую субстанцию «*соответствие*». А это значит, что точность ИО проявляется именно в *соответствии*, здесь, - в соответствии значений, будем

говорить, выходных переменных ИО (значений-*результатов*) определяющим эти результаты значениям входных переменных ИО («*истинным* значениям») [4,2].

Теперь о познании (описании, характеристизации) точности Т ИО как некоей «закрытой» для исследователя - такова гносеологическая данность, физической реалии - истины. Результатом этого познания является та или иная информационная оценка (приближение к истине) $Oц(T)$ - значение V характеристики Ch , точности Т. Маршрут её получения в общем случае имеет вид:

$$T \longrightarrow П \longrightarrow Oц(T) \quad (1),$$

где П - погрешность ИО (альтернативная точности Т субстанция «*несоответствие*»).

Далее обратим внимание на то, что маршрут (1) может осуществляться:

1) *Аксиоматически* (в том смысле, что «с начала» и «слева направо»), когда познание *точности* Т начинается с раскрытия понятия *точности* Т («аксиоматика») как основы для последующего [посредством логических преобразований и восприятия¹] перехода к оценке $Oц(T)$ именно *точности* Т. При этом в качестве оценки $Oц(T)$ *получается* упомянутое значение V характеристики $Ch(T)$ *точности* Т. А это значит, что получается могущая быть воспринятой оценка $Oц(T) = V[Ch(T)]$. Маршрутом такого оценивания является:

$$T \longrightarrow (восприятие) \longrightarrow Oц(T) = V[Ch(T)] \quad (2).$$

Здесь следует отметить, что недостатком аксиоматического подхода по маршруту (2) является физическая нереализуемость содержащегося в (2) восприятия точности Т, а следовательно и таковая самого подхода. В другом же виде (без использования операции восприятия точности Т) аксиоматический подход пока не разработан.

2) *Квазиаксиоматически* [в том смысле, что «с середины» («эвристика») и «слева направо» («аксиоматика»)], когда познание *точности* Т начинается не, как это имеет место при аксиоматическом подходе п.1), с раскрытия понятия *точности* (по причине физической нереализуемости её восприятия), а начинается с раскрытия могущей быть воспринятой альтернативы точности Т - погрешности П («эвристика»). Здесь, - начинается с раскрытия понятия погрешности П как основы для последующего перехода к оценке $Oц(П)$ погрешности («аксиоматика»). При этом в качестве оценки $Oц(П)$ *получается* значение V характеристики $Ch(П)$ *погрешности* П («аксиоматика»). Т.е. получается оценка $Oц(П) = V[Ch(П)]$. А далее - за неизменением требуемой (могущей быть полученной в результате восприятия) характеристики $Ch(T)$ точности Т, оценка $Oц(П) = V[Ch(П)]$ и принимается за оценку $Oц(T)$ точности Т. Т.е. в данном случае принимается оценка точности Т вида $V[Ch(П)] \neq V[Ch(T)]$. Маршрутом такого оценивания является:

$$П \longrightarrow (восприятие) \longrightarrow Oц(П) = V[Ch(П)] \neq V[Ch(T)] \quad (3).$$

¹ Осуществления ИО класса «Восприятие» [в случае простых свойств-физических величин - осуществления их «оцифровки» (измерения)].

А, вообще говоря, почему бы и не оценивать точность Т по, таким образом, погрешности П? В настоящее время на практике так и поступают. Но, как оказывается, такой подход имеет место только с «достаточностью». А где «необходимость»? И есть ли она в данном случае вообще? Как будет показано ниже, - нет.

3) *Эвристически* («справа налево»), когда познание точности Т начинается с конца маршрута (1). Т.е., в отличие от аксиоматического подхода (1), познание точности Т начинается не с раскрытия понятия *точности* Т как основы для последующего перехода к оценке $Oц(T)$ *точно-*

сти Т («аксиоматика»), а - в связи с физической нереализуемостью такого перехода начинается сразу же с самой оценки $Oц(T)$ - «эвристика». Здесь начинается с *декларирования* в качестве оценки $Oц(T)$ значения V некоей, полученной как *догадка-озарение*, характеристики Ch *точности* Т, которая определяется по результате восприятия *погрешности* П. Например, в [5 и др.] познание точности начинается с декларирования в качестве оценки $Oц(T)$ значения «величины, обратной модулю погрешности Δ». И описывается это таким маршрутом оценивания, как:

$$T \longrightarrow Oц(T) = V[Ch(T)] = \left\{ \frac{1}{V[Ch(\Pi)]} = \frac{1}{|\Delta|} \right\} \quad (4).$$

При этом - издержки отражаемой маршрутом (4) эвристики, имеет, например, место совершенная необоснованность используемых понятий модуля погрешности Δ и его обратности. А именно: почему именно модуля Δ, а не, скажем, квадрата, или, допустим, логарифма квадрата Δ? А также почему в (4) используется понятие обратности ... («единицу разделить на ...»), а не, допустим, дополнителности ... («из единицы вычесть ...») и т.д. И ещё. В (4) смешиваются понятия точности-качества Тк, точности-свойства Тс и погрешности-качества Пк, погрешности-свойства Пс [они обозначаются, как некие неопределённые (с точки зрения понятий качества и свойства) сущности Т и П]. В (4) также смешиваются понятия физических реалий (материи) Т, П, с одной стороны, и информации $X(\Pi) = \frac{1}{|\Delta|}$ о Т, П, с другой.

И это, не говоря ещё о некорректном - безотносительно соответствующей вероятностной меры, использовании понятия случайности величины Δ (*случайная* величина Δ в силу своей *невоспроизводимости* не может что-либо *характеризовать*).

Далее, сопоставляя выделенные три подхода к оценке точности Т, отметим, что:

1) Первый [*аксиоматический* - по маршруту (2)]: «*точность* Т оценивается по *точности* Т посредством *восприятия точности*». Имеет, в силу своей аксиоматичности, как «достаточный» (см. квазиаксиоматический подход), так и «необходимый» характер - см. ниже. Но в настоящее время является физически нереализуемым.

2) Второй [*квазиаксиоматический* - по маршруту (3)]: «*точность* Т оценивается по *погрешности* П посредством *восприятия погрешности*». Совсем, как в парадоксе А. Милна:

«Ну, сказал Винни - Пух, - мы всё время ищем Дом и не находим его, а находим Яму. Вот я и думаю, что если мы будем искать эту Яму, то мы ее обязательно не найдем, и тогда мы, может быть, найдем то, чего мы как будто бы не ищем, а оно-то и есть то, что мы ищем на самом деле».

Такой подход имеет, в силу своей квазиаксиоматичности, только «достаточный» (без «необходимости») характер. Это значит, что из эвристически принятой в этом подходе оценки $Oц(\Pi)$ понятие точности вытекает (кстати, только в какой-то степени), а, наоборот, из понятия точности Т оценка $Oц(T)$ не вытекает, а вытекает только оценка $Oц(\Pi) \neq Oц(T)$, которая и принимается за оценку $Oц(T)$ точности Т.

Подход является принятым в настоящее время.

3) Третий [*эвристический* - по маршруту (4)]: «*точность* Т оценивается по *точности* Т посредством *восприятия погрешности*» - со всеми недостатками имеющей место при этом эвристики. Но, сит, - в связи с физической нереализуемостью описанного аксиоматического и ограниченностью (только достаточностью) квазиаксиоматического подходов, вынужденный характер. А в своей сегодняшней интерпретации [5 и др.] является ещё и неудачным.

Здесь следует отметить, что, как представляется, всё это: физическая нереализуемость описанного аксиоматического, ограниченность достаточностью квазиак-

сиоматического и неудачность сегодняшней интерпретации эвристического подходов имеет место в связи с отсутствием конструктивного раскрытия отношения философских категорий качества и свойства (применительно к предмету изложения - отношений категорий точности - качества Тк, точности-свойства Тс, погрешности-качества Пк и погрешности - свойства Пс).

Целью работы является изложение физически реализуемого аксиоматического подхода к оценке точности информационных операций. При таком подходе (в отличие от квазиаксиоматического и эвристического, в которых используется *прямое* восприятие погрешности П) используется *косвенное* восприятие точности Т:

$$T \longrightarrow (\text{косвенное восприятие}) \longrightarrow Oц(T) = V[Ch(T)] \quad (5).$$

Такой подход позволяет получить новую естественную оценку $Oц(T)$ точности Т. В данном случае:

- «новую» в том смысле, что она не совпадает с оценками, имеющими место при описанных выше квазиаксиоматическом и эвристическом подходах,
- естественную том смысле, что она свободна от декларативных начал этих подходов.

Излагаемый подход иллюстрируется на примере оценки точности контроля. А предваряет всё сказанное его теоретическая основа - конструктивное раскрытие отношения философских категорий качества и свойства.

Всё это освещается в таких разделах работы, как:

1. Раскрытие отношения философских категорий качества и свойства.
2. Изложение аксиоматического подхода к оценке точности информационных операций.
3. Пример получения аксиоматической оценки точности контроля.

1. Раскрытие отношения философских категорий качества и свойства¹

«Я вхожу в недра философии только тогда, когда меня вынуждает к этому сложность вопроса, с которым я встречаюсь».

У. Эшби

Для того, чтобы конструктивно раскрыть отношение философских категорий

качества и свойства (здесь, - таких, как категории точности-качества Тк, точности-свойства Тс, погрешности-качества Пк, погрешности-свойства Пс) следует, прежде всего, дополнить распространённые в настоящее время, как оказывается, трактуемые, не в полной мере информативные, а подчас и вовсе некорректные представления о категории *свойства* (с категорией качества, как «степени совершенства», в форме «вещи в себе» всё ясно).

Например (С. Ожегов): «Свойство - это отличительная особенность чего-либо». Здесь, по-видимому, - качества. Т.е. свойство - это действительно отличительная *особенность* (атрибут) и именно *каче-*

¹ Ф. Достоевский: «Статские люди любят судить о предметах военных и даже фельдмаршальских, а люди с инженерным званием судят больше о философии и политической экономии».

ства. Но в чём эта особенность-атрибут заключается и как проявляется - неясно.

Другое, более развёрнутое определение свойства [6]: «если имеется некая внешняя ситуация Q, то качество S обладает свойством P_Q, в том случае, когда включение S в Q влечёт за собой эмпирический эффект P».

Но вообще-то на самом деле всё происходит как раз по-другому: не «включение S в Q влечёт за собой эмпирический эффект P», а, наоборот, «эмпирический эффект P влечёт за собой ...» и «влечёт за собой» не «включение S в Q», а влечёт проявление S в Q через P_Q [здесь, - влечёт **проявление** (явление «во-вне») **качества** «вещи в себе» S **через свойство** P_Q]. И ещё определения:

- «свойство - это внешнее проявление ... **отношения** данной вещи к другой» [7],

- «свойство - это выражение данного качества в отношении к **другим качествам** (качество во-вне проявляется через свойство - А.Б.» [8].

Здесь, таким образом, получается, что поименованными «данной вещью» и «другими качествами» (вообще-то не «другими», а только одним «другим») является - потому как речь идёт о «выражении» и «проявлении», только **человек**. А именно человек, потому что такие «выражение» и «проявление» могут быть осуществлены только как присущая человеку ноопроцедура типа восприятие. И ещё, - названные «выражение» и «проявление» - это и есть то, что сопутствует взаимодействию «данного качества» (здесь, - природы) с, как получается, человеком. А такое взаимодействие и представляет собой то, что называют **экспериментом**. Но обо всём этом в данном контексте приходится только догадываться. И т.д.

Но, тем не менее, обобщив приведенные выше определения, всё же можно, отвлекаясь от отмеченных трактуемостей, неинформативностей и некорректностей, выделить следующие предметообразующие сущности категории свойства:

1) Свойства как **атрибута** качества (здесь не всех имеющих место таковых, а только того, который в данном случае необходим пользователю - является ориен-

тированной на пользователя гранью качества).

2) Свойства как **единственно** возможного **средства проявления** (явления «вовне», «мостика» от качества к пользователю) этого атрибута (без использования понятия свойства качество так бы и осталось непроявленным).

3) И это, - при **антропогенном** (по причине антропогенности структуры и параметров свойства - см. ниже) характере этого проявления.

4) А также, - при **экспериментальном** характере этого проявления. Экспериментальном - как взаимодействия человека с природой («генерирования» человеком в природу структуры свойства и последующего определения «извлечённых» из природы его параметров) - см. ниже.

Но при этом по-прежнему остаётся неясным, в чём всё-таки категория свойства заключается [т.е. в алфавите каких субстанций природы (материи и информации) категория свойства выражается].

В самом деле. Как утверждается, например, в [9], «Информация - это свойство материи». И там же: «Информация - это нематериальное свойство». Т.е. в [9] получается, что свойство материи материей не является. А как при этом быть с Аристотелем, который утверждал, что, с точки зрения принадлежности к одной и той же субстанции, качество и свойство - это одно и то же [3] (см. также ниже: «свойство качества-материи является материей, качества-информации - информацией»).

Далее многие авторы утверждают, что «Природа проявляется в таких трёх субстанциях, как материя, энергия и информация. Но при этом ещё и известно, что энергия является свойством материи. В результате получается, что свойство материи - это не материя и, таким образом, и не информация тоже. Так чем же, если не материей и не информацией, на самом деле является свойство?»

Ниже приводится предлагаемое определение - индукции к нему опускаются, категории свойства. Это определение не только выражает сформулированные выше сущности 1) - 4) свойства, но, будучи ещё дополненным по сравнению с приведен-

ными выше, позволяет снять все выделенные выше гносеологические вопросы.

Итак, свойство - это некая *односушностная*¹ с качеством *модель* качества, средство *локального* (в необходимом для пользователя отношении) *проявления* (явления «во-вне») качества как «вещи в себе» (т.е. истины). Здесь:

- в «необходимом для пользователя отношении» в том смысле, как, например, касательная к кривой локально (в данной точке) выражает «отношение»-наклон кривой,

- «односушностная» подобно тому, как касательная к этой кривой является геометрическим образом той же природы, что и сама кривая.

Следствие из приведенного определения. *Свойство того или иного качества - физической реалии (материи), также является материей, а свойство качества-информации - информацией.*

Далее о свойстве как средстве проявления качества - его атрибуте, грани. Здесь, - не всех возможных таковых, а именно той (грани), которая потребительски значима для пользователя - потребителю ориентирована на него (пользователь «извлекает» из качества не всё, что в нём имеется - *континуум* атрибутов, а их *конечное* множество и, прежде всего, именно ту грань, что ему потребителю необходима). Например, в случае техногенных объектов гранями их качества являются *точность*, *погрешность*, *производительность*, *энергоёмкость*, *размещаемость* и др. (то, что в русскоязычной лек-

сике, как правило, оканчивается на «*ость*»).

Здесь следует ещё отметить, что всякое проявление качества осуществляется только (и только) через свойство. А это значит, что такое проявление с необходимостью (а, как оказывается, ещё и с достаточностью) осуществляется через названное выше восприятие, т.е. осуществляется через ИО класса «Восприятие» (см. ниже табл.2):

- измерение, контроль в случае простых свойств,

- измерительное, контрольное и др., производные от них, испытания в случае свойств сложных.

Что же касается названных необходимости и достаточности, то они в данном случае заключаются в том, что:

- если имеет место качество, то оно может быть проявлено (через свойство) только посредством ИО класса «Восприятие»,

- а если имеют место ИО класса «Восприятие», то они приложимы (через свойство) только к субстанции качества.

Выше, таким образом, была раскрыта семантика понятия свойства. Морфологически же свойство, как некая модель, представляет собой совокупность («пересечение» &) собственных *структур* («скелета», фрейма) и *параметров* («значения», «имени», «терма»). Здесь - параметров как средства *придания* структуре определённости, а также *выражения* этой определённости.

Пример трактовки понятий структуры и параметров² модели-свойства (применительно к модели типа линейного дифференциального уравнения 2-го порядка с правой частью). Структурой такой модели-свойства-уравнения являются представления о его линейности, порядке производных и неавтономности. Параметрами же - численные коэффициенты в названной структуре, здесь, - коэффициенты при членах дифференциального уравнения.

Далее обратим внимание на выражающий отмеченную субъективность *антропогенный* и *экспериментальный* ха-

¹ «Если гипотеза даёт возможность истолковать известные явления, то она имеет право на жизнь» (К. Циолковский). А это и не гипотеза вовсе, а предлагаемое доопределение понятия свойства. Т.е. это, с одной стороны, такая же предметообразующая сущность свойства, как и приведенные выше 1) - 4), а с другой, - некий конструктив, позволяющий преодолеть отмеченные выше трактуемости, неинформативности и некорректности действующих определений.

² Здесь для наглядности, - параметров в их изначальном утилитарном смысле (в отличие от используемого в работе обобщённого - как некоей определённости, понятия параметров).

рактёр модели-свойства. В части своей структуры она (модель-свойство) представляет, образно говоря, некую сеть познания качества, которую «генерирует» (выдвигает априорно) исследователь. Здесь, - «генерирует» в процессе гносеологического эксперимента [набрасывает на непознанное качество («огибает», «аппроксимирует» качество сетью познания)]. Тогда то, что исследователь при этом «извлекает» в ячейках сети, т.е. то, что он определяет посредством ИО, относящихся к классу «Восприятия», определяется параметрами модели-свойства. При этом, если эти параметры не удовлетворяют верификации «сгенерированной» таким образом сети-структуры, то на качество набрасывается новая (с более мелкими, определяющими параметрами, ячейками) сеть познания и т.д. - механизм верификации и принятия к использованию «сгенерированной» структуры.

Далее обратим также внимание на то, что свойства могут быть простыми («нераспадающимися») и сложными (обозначаемыми простыми).

Тогда, - применительно к *материи*, простое (одномерное) свойство C_1 (одномерная физическая модель качества) представляет собой то, что, как очевидно имеющее интенсивность, называют (независимо от разработанности соответствующих операций и средств измерения, контроля и др.) физической величиной. Тогда структурой этого свойства является одномерность, а параметром - определённая конкретность [*физическая* (в отличие от *информационной* - результата измерения, контроля и др.) реализованность] этой структуры.

Ниже, - в табл.1, проиллюстрированы отношения простого (одномерного) свойства - физической величины, и информации о физической величине.

Таблица 1.

Простое свойство - физическая величина (физический <i>прообраз</i> соответствующего информационного образа)	Информационный <i>образ</i> простого свойства - физической величины (информация о простом свойстве)
<u>Структура</u> простого свойства - его <i>одномерность</i>	<u>Информационный образ структуры</u> простого свойства, или <u>характеристика Sh информации о структуре</u> простого свойства - <i>размер (величина)</i>
<u>Параметры</u> простого свойства - его <i>определённость</i>	<u>Информационный образ параметра</u> простого свойства, или <u>значения V характеристики Sh информации о структуре</u> простого свойства - <i>значения размера</i> (количественное, качественное и др., соответствующие номинациям теории шкал [11])

В свою очередь, сложным (например, двумерным) свойством является вектор-пара в общем случае функторно связанных физических величин C_1 и C_2 [т.е. двумерная физическая модель-качество - «двумерная физическая величина» (C_1 C_2)], или в общем случае некий функтор [10] $C_2 = \Phi(C_1)$. Тогда структурой этого свойства является двумерность, а параметрами - определённая конкретность (физическая реализованность) этой структуры.

Здесь следует обратить внимание на то, что если свойства - простые и сложные,

являются, соответственно, одно-, дву- и т.д. мерными (т.е. *счётно*мерными), то, выражаясь в таком алфавите, можно сказать, что качество является всегда *континуум*мерным. С этой точки зрения в счётномерности свойств проявляется их антропогенность как моделей, а в континууммерности качеств проявляется их «природность».

А ещё следует отметить, что, очевидно, гипотетическое континууммерное свойство может в точности совпасть со своим качеством.

Ниже, - в табл. 2, проиллюстрированы отношения простого (одномерного) и сложного свойств и их информационных образов.

Таблица 2.

Свойства	Информационные образы свойств (информация о свойствах)		Информационные операции (отображение свойств на информационные образы свойств)
	Информационные образы структур свойств – характеристики Ch информации о структурах свойств	Информационные образы параметров свойств - значения V характеристик Ch информации о структурах свойств	
Простое (одномерное)	Размер	Количественное значение – число	Измерение
		Качественное значение - событие	Контроль
		Другие номинации теории шкал	...
Сложное (двумерное)	Пара «размер - размер» (функция)	Количественное значение - числовая функция	Измерительное испытание
		Качественное значение - функция события	Контрольное испытание
Сложное (трёхмерное)	Пара «размер-функция» (функционал)	...	Более сложные, производные от измерительного или контрольного, испытания.
Сложное (четырёхмерное)	Пара «функция-функция» (оператор)	...	В настоящее время не проработаны

Пример¹ отношения понятий качества и свойства. В данном случае рассмотрим такое качество, как сечение вала. Требуется познать (оценить, охарактеризовать) его. «Сгенерируем» круг, как первоначальную модель-свойство качества-сечения вала - рис. 1.

Т.е. начнём познание сечения вала с его простого (одномерного) свойства C_1 , - такой физической величины, как диаметр круга. Тогда структурой («одномерностью») и параметром («определённостью одномерности») этого свойства-физической величины будет то, что в сфе-

ре информации именуется (табл. 2), как «размер» и «значение размера» этой физической величины - диаметра круга. Здесь, - значение размера количественное (число) в случае измерения или качественное (событие) в случае контроля.

Далее используем последние для верификации «сгенерированного» круга, как первоначальной модели-свойства качества-сечения вала. Тогда - в случае её (верификации) отрицательного результата, необходимо «сгенерировать» более сложную - более адекватно «облегающую» («аппроксимирующую») качество-сечение, модель-свойство. Например, - «сгенерировать» такое сложное (для начала, - двумерное) свойство C_2 , как эллипс. Тогда объектами измерения или контроля при

¹ Навеян общением с выдающимся российским метрологом В. Володарским.

новой верификации будут уже две физические величины. Здесь, - такие, как большой и малый диаметры эллипса. И т.д.

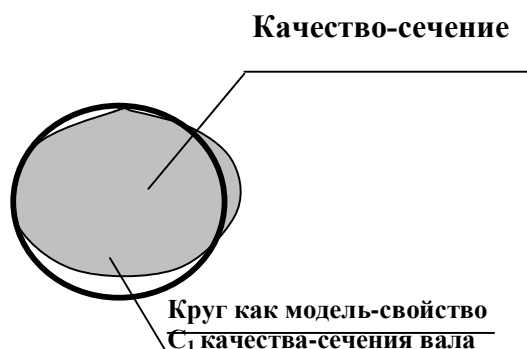


Рис. 1. Графическая иллюстрация отношения понятий качества и его модели - свойства

В итоге сказанного по поводу раскрытия отношения философских категорий качества и свойства применительно к точности-качеству T_k , точности-свойству T_c , погрешности-качеству P_k и погрешности-свойству P_c могут быть высказаны следующие *суждения*:

1) Свойства T_c и P_c качеств-физических реалий T_k и P_k представляют собой физические модели этих реалий.

Следствие. Свойства T_c и P_c качеств-физических реалий T_k и P_k также представляют собой физические реалии.

2) В простейшем - одномерном, случае свойства T_c и P_c являются физическими величинами и, как и всякие физические величины, могут быть измерены или проконтролированы.

3) Свойства T_c и P_c и качества T_k и P_k находятся в отношениях:

$$T_c \approx T_k, P_c \approx P_k,$$

где символ \approx выражает принципиальную приближённость аппроксимации свойствами T_c , P_c качеств T_k , P_k .

Или, - если рассматривать эту приближённость, как неизбежную гносеологическую данность и потому не акцентируясь на ней:

$$T_c = T_k, P_c = P_k \quad (6).$$

2. Изложение аксиоматического подхода к оценке точности информационных операций

«Всё разумное действительно»

Г. Гегель

Квалифицируем - с учётом введённых представлений, неопределённое понятие точности T , как точность-качество T_k , т.е. $T = T_k$.

Далее ещё раз обратим внимание на то, что до сих пор никому не удалось осуществить аксиоматическое оценивание точности $T = T_k$ (точности-качества T_k) - получение оценки $Oц(T) = Oц(T_k)$, производимое посредством восприятия точности

$T = T_k$ [здесь, в соответствии с (6), производимое посредством восприятия точности - свойства T_c]. Т.е. до сих пор никому не удалось оценить точность $T = T_k$:

- посредством измерения или контроля, таким образом, свойства T_c [случай такого простого (одномерного) - физической величины],

- посредством измерительного испытания или контрольного испытания свойства T_c [случай такого сложного (двумерного)] и т.д.

По этой причине в настоящее время оценивание точности-качества T_k производится:

- квазиаксиоматически [принятие за оценку $Oц(Tк)$ точности-качества $Tк$ оценку $Oц(Пк)$ погрешности-качества $Пк$. Получение оценки $Oц(Пк)$ погрешности-качества $Пк$, производимое посредством восприятия погрешности-свойства $Пс$],

- эвристически (получение оценки $Oц(Tк)$ точности-качества $Tк$, производимое посредством восприятия погрешности-свойства $Пс$)

Исходя из физической нереализуемости описанного аксиоматического [маршрут (2)], ограниченности достаточностью квазиаксиоматического, неудачности эвристического подходов к оценке точности и используя введенные представления, попробуем всё же осуществить оценивание точности-качества $Tк$ аксио-

матическим путём. Попробуем осуществить это оценивание - получение оценки $Oц(Tк)$, посредством *косвенного* восприятия (но ... рассмотренное при изложении квазиаксиоматического и эвристического подходов таковое *прямое*) точности-свойства $Tс$ [маршрут (5)].

Для этого ещё раз обратим внимание на то, что альтернативой точности-качества $Tк$ («соответствия») является погрешность-качество $Пк$ («несоответствие»).

А, как оказывается, формализованно такое вербальное отношение субстанций точности-качества $Tк$ и погрешности-качества $Пк$ может быть представлено в виде (рис.2):

$$Tк \cup Пк = E, \text{ откуда } Tк = E \setminus Пк, \tag{7}$$

где символы \cup и \setminus означают операции дизъюнкции («ИЛИ») и теоретико-множественного вычитания. Что же касается E , то это есть некое целое $E = Eк$, состоя-

щее из приведенных в (7) составных частей $Tк$ и $Пк$ [12]. Это целое является общностью качества $Eк$ с соответствующим свойством $Eс = Tс \cup Пс$.

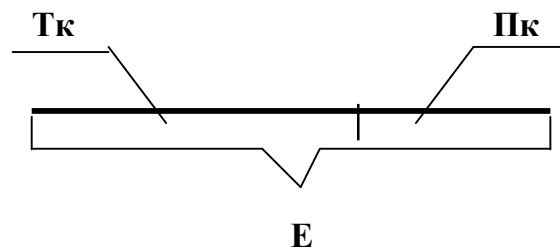


Рис. 2. Иллюстрация отношения субстанций точности-качества $Tк$ и погрешности-качества $Пк$

При этом, если последовательно переходить из сферы качества в сферу свойства и из неё в отражающую свойство (посредством восприятия) сферу свободной (ноо) информации, то на этом, последнем между природой и человеком, рубеже рождается известная невоспроизводимость - принципиальная случайность, свободной информации. Т.е. рождается то, что в форме погрешности¹ Π всегда отделяет исти-

ну-природу [сферу-мир качества (вещей «в себе») - косно- и биосферу] от человека

[13]. А это значит, что в сегодняшнем мире наличествует сакральная триада: «зло-грех-погрешность», возникшая вместе с означенным падением человека и ознаменовавшая собой появление ноосферы и свободной информации. Здесь, - появление свободной информации как платы за, таким образом, отделение погрешностью человека от истины и тем самым платы за возникновения феномена непознаваемости мира. [«Вам» - свободная информация (а ещё и, скажем, обусловленные ею гримасы современного информационного общества («Дом-2» и т.д.), МНЕ - непознаваемость мира (отделённость от «Вас»)].

¹ Проф. В. Кузнецов: «Погрешность, - от слова «грех». («Бог сотворил мир чистым, совершенным, свободным от зла. Зло вошло в мир вследствие падения человека. И состоит оно в нарушении воли Божией, называемом грехом»

(ноосферы) и делает, таким образом эту истину непознаваемой.

Названная случайность свободной информации порождает необходимость представления её с помощью соответствующих вероятностных мер $ВерМ$ [14]. Тогда о рассматриваемом целом $E = E_k = E_c$ можно сказать, как о том, что в сфере информации является неким природным репером - неким «продолжением» сферы качества. Здесь, репером-продолжением в

том смысле, что $E = E_k = E_c$ является по отношению к природе-качеству детерминированным. Детерминированным в том смысле, что, например, в пространстве событий (случай контроля - см. ниже), когда $ВерМ$ представляет собой вероятность $Вер$, событие $E = E_k = E_c$ имеет таковую, равную единице, т.е. $ВерМ \{V[Ch(E = E_k = E_c)]\} = Вер \{V[Ch(E = E_k = E_c)]\} = 1$.

Далее же, продолжая начатое, - в соответствии с (6) и (7), получаем, что:

$$T_c = E \setminus Пс \quad (8).$$

Или, - после перехода (в результате осуществления операций восприятия) отношения физических реалий (8) в сферу информации [в сферу отвечающих (8) отношений характеристик информации Ch и их значений V] получаем:

$$Oц(T) = Oц(T_k) = Oц(T_c) = V[Ch(T)] = V[Ch(E)] - V[Ch(Пс)],$$

или:

$$\boxed{Oц(T) = V[Ch(E)] - V[Ch(Пс)]} \quad (9)$$

Итак, выражение (8) - это и есть *искомая аксиоматическая оценка $Oц(T)$ точности T* , которая, как это и требуется в заявленном случае, получается посредством косвенного (через погрешность-свойство $Пс$) восприятия точности T .

Далее следует обратить внимание на то, что полученная оценка $O(T)$ точности T (9) является справедливой для всех ИО:

- измерения или контроля [случай простого (одномерного) свойства-физической величины],
- измерительного испытания или контрольного испытания [случай сложного (двумерного) свойства] и т.д.

При этом все поименованные ИО отличаются операндами $V[Ch(Пс)]$, которые, как это следует из табл.2, представляют собой:

- число (операция измерения),
- событие (операция контроля),
- числовая функция (операция измерительного испытания),
- функция события (операция контрольного испытания) и т.д.

А это значит, что если ввести в выражение (9) тот или иной из перечисленных выше операндов $V[Ch(Пс)]$, то после отвечающих ему математических преобразований получится *рабочая формула, вы-*

ражающая аксиоматическую оценку $Oц(T)$ точности T отвечающей этому операнду информационной операции. Т.е. получится аксиоматическая оценка $Oц(T) = V[Ch(T)]$ точности T любой из поименованных ИО - операций измерения, контроля (см. ниже), измерительного испытания, контрольного испытания и т.д.

Здесь следует отметить, что в настоящее время из всех известных оценок качества (степени совершенства) ИО известны только таковые *погрешности* $П$, да и то только для операций *измерения* (например, согласно МИ 1317-86) и *контроля* (риски «поставщика», «потребителя»). Что же касается оценок $Oц(T) = V[Ch(T_c)]$ точности T , то в настоящее время они не известны ни для какой из ИО.

3. Пример получения аксиоматической оценки $Oц(T) = V[Ch(T)]$ точности T контроля

«С кривых путей выходим на прямой»

В. Шекспир

Представим операцию контроля в виде функционального блока, осуществляющего преобразование входной переменной $Z = (Z_1, Z_2) = Z_1 \cup Z_2$ в выходную

$F(Z)$ - рис.3, где $F(Z) = Z \bullet \langle Z \rangle = Z \langle Z \rangle$ (символ \bullet , или помещение переменных рядом означают их теоретико-множественное умножение «И» [12]), $\langle Z \rangle = (\langle Z_1 \rangle \langle Z_2 \rangle) = (\langle Z_1 \rangle \cup \langle Z_2 \rangle)$ - показание средства контроля, а индексами «1» и «2» обозначены значения переменных Z и $\langle Z \rangle$ - события контроля «годность» и «дефектность».

По аналогии с измерительным преобразованием - концептуальной общностью такой «классики», как измерение, погрешность любой ИО представляет собой, строго говоря, некую «невязку» между значением выходной переменной ИО (значением - результатом) и значением

проекции входной переменной ИО на выходную (истинным значением). А такой невязкой, очевидно, является метрика ρ [15] в пространстве этих переменных. Далее же, - с учётом принципиальной случайности названных переменных, к ρ - для конструктивного описания, должна быть применена та или иная - в зависимости от природы названных переменных (число, событие, числовая функция, функция события), из вероятностных мер ВерМ .

В изложенной последовательности все эти вербальности в [16] формализуются в виде так называемой **аксиомы погрешности**.

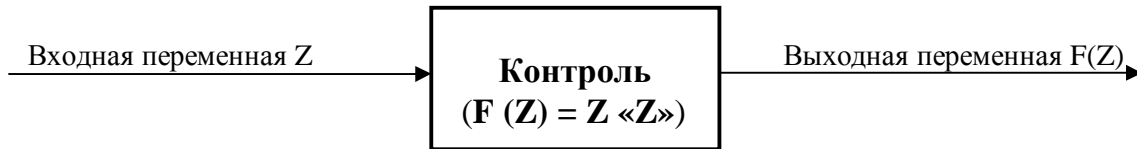


Рис. 3. Представление операции контроля в виде функционального блока

В принятом алфавите описанная последовательность действий «ВерМ» и « ρ » обозначается, как $V[\text{Ch}(\Pi_c)]$. Тогда $V[\text{Ch}(\Pi_c)]$ как исходный операнд в **аксиоме точности** (9) в случае контроля может быть записан, как:

$$V[\text{Ch}(\Pi_c)] = \text{ВерМ} \{ \rho[F(Z), (Z \Theta F(Z))] \} = \text{ВерМ} \{ \rho[F(Z), Z_F] \},$$

где Θ - операция проецирования входной переменной Z контроля на выходную $F(Z)$, а Z_F - результат этого проецирования [проекция входной переменной Z на выходную $F(Z)$].

Или, - с учётом того, что в пространстве событий метрика ρ представляет собой теоретико-множественное вычитание ($/$):

$$V[\text{Ch}(\Pi_c)] = \text{ВерМ} [F(Z) / Z_F] \tag{10}.$$

Далее, - в соответствии с введёнными обозначениями, получаем:

$$F(Z) = Z \bullet \langle Z \rangle = Z \langle Z \rangle = (Z_1 \cup Z_2) (\langle Z_1 \rangle \cup \langle Z_2 \rangle) = (Z_1 \langle Z_1 \rangle) \cup (Z_1 \langle Z_2 \rangle) \cup (Z_2 \langle Z_1 \rangle) \cup (Z_2 \langle Z_2 \rangle) \tag{11}.$$

Далее, - в соответствии с (11) и формализмом аксиомы погрешности [16], получаем:

$$\begin{aligned} Z_F = Z \Theta F(Z) &= (Z_1 \cup Z_2) \Theta [(Z_1 \langle Z_1 \rangle) \cup (Z_1 \langle Z_2 \rangle) \cup (Z_2 \langle Z_1 \rangle) \cup (\langle Z_2 \rangle \langle Z_2 \rangle)] \\ &= [Z_1 \Theta (Z_1 \langle Z_1 \rangle)] \cup [Z_1 \Theta (Z_1 \langle Z_2 \rangle)] \cup [Z_1 \Theta (Z_2 \langle Z_1 \rangle)] \cup [Z_1 \Theta (\langle Z_2 \rangle \langle Z_2 \rangle)] \cup \\ &\quad [Z_2 \Theta (Z_1 \langle Z_1 \rangle)] \cup [Z_2 \Theta (Z_1 \langle Z_2 \rangle)] \cup [Z_2 \Theta (Z_2 \langle Z_1 \rangle)] \cup [Z_2 \Theta (\langle Z_2 \rangle \langle Z_2 \rangle)] = \\ &\quad (Z_1 \langle Z_1 \rangle) \cup (Z_2 \langle Z_2 \rangle) \end{aligned} \tag{12}.$$

Тогда, - после подстановки (11) и (12) в (10) и учёта того, что для свойственных контролю случайным событиям и их функциям вероятностной мерой ВерМ является вероятность Вер , получаем:

$$V[\text{Ch}(\text{Пс})] = \text{Вер} \{ [(Z_1 \ll Z_1 \gg) \cup (Z_1 \ll Z_2 \gg) \cup (Z_2 \ll Z_1 \gg) \cup (Z_2 \ll Z_2 \gg)] / [(Z_1 \ll Z_1 \gg) \cup (Z_2 \ll Z_2 \gg)] \} = \text{Вер} [(Z_1 \ll Z_2 \gg) \cup (Z_2 \ll Z_1 \gg)] = \text{Вер} (Z_1 \ll Z_2 \gg) + \text{Вер}(Z_2 \ll Z_1 \gg) = R_{12} + R_{21} \quad (13),$$

где R_{12} и R_{21} представляют собой вероятности попадания событий $Z, \ll Z \gg$ из состояния «годность» в «дефектность» и наоборот. *А это есть известные в теории точности контроля риск поставщика (R_{12}) и риск потребителя (R_{21}).*

$$\boxed{\text{Оц}(T) = 1 - (R_{12} + R_{21})} \quad (14).$$

Таким образом, из приведенных выше естественных посылок и, как представляется, корректных математических преобразований вполне логично, но, тем не менее, несколько неожиданно появляется необычное (казалось бы не имеющее корней в известных представлениях) выражение (14) для оценки $\text{Оц}(T)$ точности T контроля. Но, как оказывается, - необычное только на первый взгляд.

В самом деле. Понятия рисков R_{12} , R_{21} известны и употребляются - *по отдельности*, как характеристики погрешности контроля уже десятки лет (1921 г., J. Juran, США; 1950 г., Н. Бородачёв, СССР; 1954 г., А. Eagle, США) [17]. При этом, являясь характеристиками *погрешности* Π контроля, они служат для оценки *точности* T контроля (для того и были придуманы) - квазиаксиоматический подход.

Известно также употребление понятий рисков R_{12} , R_{21} *в совокупности* - в виде блока ($R_{12} + R_{21}$) [см. выражение (14)], именуемого в теории проверки гипотез и статистической теории связи, как «критерий идеального наблюдателя Зигерта-Котельникова» [18].

И ещё известно (В. Кудрицкий и др.[19]) употребление понятий рисков R_{12} , R_{21} *в совокупности* - в виде блока ($R_{12} + R_{21}$) в эвристическом выражении $1 - (R_{12} + R_{21})$, которое именуется «достоверностью контроля».

В заключение, подставив выражение (13) операнда $V[\text{Ch}(\text{Пс})]$ в выражение (9), получим требуемую аксиоматическую оценку точности T контроля. Здесь $\text{Оц}(T) = V[\text{Ch}(E)] - (R_{12} + R_{21}) = \text{ВерМ}(E) - (R_{12} + R_{21}) = \text{Вер}(E) - (R_{12} + R_{21})$, или, учитывая данное выше раскрытие понятия целого E для случайных событий, получим окончательно:

А последнее, в частности, означает, что полученная выше оценка $\text{Оц}(T)$ точности T контроля (14) *является*, таким образом, аксиоматическим обоснованием таковой эвристической В. Кудрицкого и др.

Заключение

Вводится понятие *информационных операций* (ИО), родовыми признаками которых являются целенаправленность, точность и использование функции меры. В результате *под род ИО с необходимостью и достаточностью подпадают все известные познавательные операции*: измерение, контроль, измерительное испытание, контрольное испытание и др.

В настоящее время предметобразующее качество-*точность* ИО *оценивается только для операций измерения и контроля - по их погрешностям*.

Аксиоматически вводится *оценка именно точности* ИО, которая является пригодной не только для операций измерения и контроля, но и для всех других ИО - измерительного испытания, контрольного испытания и т.д.

Введённая оценка точности ИО раскрывается для операции *контроля*. Как оказывается, в основе полученной оценки-характеристики точности контроля *лежит критерий идеального наблюдателя Зигерта-Котельникова*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бондаревский А.С. Проблематика оценки точности информационных операций // Всесоюзная научно-техническая конференция «Метрологические проблемы микроэлектроники». Тез. докл. - М.: Радио и связь, 1991.
2. Бондаревский А.С. Метрология информационных операций. Основания теории рисков // Электронная техника. Серия 3 «Микроэлектроника». - Вып. 1 (150). - 1996.
3. Лосев А.Ф., Тахо-Годи А.А. Платон. Аристотель. - М.: Молодая гвардия, 1993.
4. Большевцев А.Д., Цаленко М.П., Шенброт И.М. Качество отдельного результата контроля // Измерительная техника. - 1985. - N 2.
5. Долгов В.А., Касаткин А.С., Среденский В.Н. Радиоэлектронные АСК. - М.: Советское радио, 1978.
6. Рубашкин В.А. Познание и язык // Вопросы философии. - 1970. - N 9.
7. Большой энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия, 1991.
8. Лукьянов И.Ф. Сущность категории «свойство». - М.: Мысль, 1982.
9. Дёмин А.И. Информационная теория экономики. - М.: Палев, 1996.
10. Цаленко М.Ш., Шульгейфер Е.П. Теория категорий. - М.: Изд-во МГУ, 1974.
11. Стивенс С.С. Математика, измерение и психофизика // Экспериментальная психология. - М.: ИИЛ, 1960.
12. Заманский М. Введение в современную алгебру и анализ. - М.: Наука, 1974.
13. Язык славян. Начала познания вещей Божественных и человеческих. - М.: Сибирская благозвонница, 2002.
14. Гнеденко Г.В. Курс теории вероятностей. - М.: ГИФМЛ, 1961.
15. Вулих Б.З. Введение в функциональный анализ. - М. Наука, 1967.
16. Бондаревский А.С. Точность информационных операций // Законодательная и прикладная метрология. - N 6. - 2001.
17. Бондаревский А.С. Развитие операций контроля в радиоэлектронике и вопросы их точности // Радиотехника. - NN 4-5. - 1995.
18. Фельдбаум А.А. Теоретические основы связи и управления. - М.: ГИТТЛ, 1963.
19. Кудрицкий В.Д. и др. Автоматизация контроля РЭА. - М.: Сов. радио, 1977.

AXIOMATICS OF INFORMATIONAL OPERATIONS ACCURACY

Bondarevsky A.S.

Public corporation "Angstrom-M"

The notion of informational operations (IOs) as a model of task-oriented actions is introduced. IOs are shown to include all computer operations and operations of extraction of information from nature (such as measurement, inspection, active testing). It is also shown that the basic property of IOs is accuracy. At present, as is generally known, accuracy of IOs is defined in terms of their errors. In the article the formula for IOs accuracy estimation is derived which has never been proposed before. The derived formula is applicable to any IO. The formula is considered here in application to an operation of inspection. The resultant accuracy estimation of the inspection operation is based on the Siegert-Kotelnikov criterion.