

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СИГНАЛА

Понятие «сигнал» играет важную роль в теории связи. Любые преобразования информации, и в частности передача ее, осуществляются посредством преобразования и передачи сигналов. «Сигнал является отображением сообщения; сигнал есть материальный носитель информации» и «сигнал есть средство перенесения информации в пространстве и времени» [1]. Для определенных таким образом сигналов разработаны хорошие математические модели, некоторые из них используются при разработке весьма эффективных методов передачи сигналов.

Измерительный процесс, очевидно, является частным видом преобразования информации. При этом важное значение имеет процесс образования измерительных сигналов, процесс наложения информации, заключенной в объекте измерения, на один или несколько параметров сигнала. После получения измерительного сигнала для дальнейших преобразований информации применимы весьма совершенные приемы и методы, используемые в системах связи.

Образование сигналов при измерениях является весьма важным и актуальным вопросом. Для исследования его необходимо определить, что представляет собой объект измерения и как происходит образование измерительного сигнала.

Под термином «объект измерения» обычно подразумевается [2] «поддающаяся непосредственному измерению вспомогательная величина, не играющая самостоятельной роли и служащая только для последующего определения искомого параметра». Все непосредственно измеряемые величины можно разделить на две группы: энергетические (электрическое напряжение, перемещение и т. п. параметры источников энергии) и неэнергетические (геометрические размеры, электропроводность и т. п.). Важно отметить, что к определению объекта измерения подходят вышеприведенные определения сигнала. Энергетические объекты измерения аналогичны

динамическим сигналам, а незнергетические — статическим [1]. Таким образом, измеряемый параметр или объект измерения является сигналом, а важной составной частью процесса измерения является преобразование этого сигнала в измерительный. Под измерительным подразумевается сигнал, поступающий на вход измерительного преобразователя. Работа любого измерительного преоб-

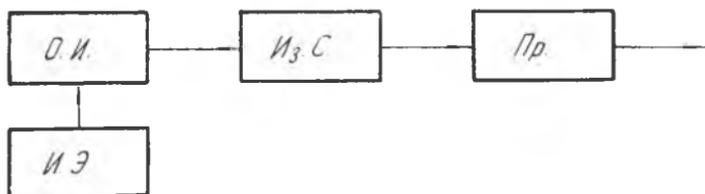


Рис. 1. Модель элементарного измерительного преобразователя

разователя обязательно сопровождается преобразованием и передачей энергии. Модель элементарного преобразователя представлена на рис. 1, где И. Э. — источник энергии,

О. И. — объект измерения,

Пр. — преобразователь,

Из. С. — измерительный сигнал или энергия взаимодействия О. И. и Пр.

При измерении энергетических параметров в качестве источника энергии может быть использован сам объект измерения, в противном случае он входит в измерительное устройство. Независимо от какого источника используется энергия, важно отметить, что на измерительный преобразователь всегда воздействует энергия взаимодействия преобразователя и объекта измерения. Эта энергия и является измерительным сигналом.

Таким образом, объект измерения представляет собой сигнал-оригинал или сообщение, а энергия взаимодействия преобразователя с объектом измерения является отображением этого сообщения. Естественно, что измерительный сигнал не является точной копией объекта измерения. Это происходит, прежде всего, из-за того, что на все элементы модели преобразователя воздействуют помехи и, кроме этого, измерительный сигнал несет на себе еще отпечаток используемого измерительного преобразователя. Даже в случае отсутствия внешних помех от одного и того же объекта измерения можно получить измерительный сигнал с различным информационным содержанием при использовании различных типов измерительных преобразователей.

Одной из причин того, что измеряемый параметр имеет неоднозначную функциональную связь с энергией взаимодействия, по нашему мнению, является недостаточная четкость в определении измеряемого параметра. В самом деле, что такое истинное значение измеряемого параметра? Его можно было бы получить с по-

мощью идеального измерителя, у которого погрешность, время измерения и пространство взаимодействия с объектом измерения стремятся к нулю и отсутствует воздействие измерителя на объект. Можно представить себе идеальный объект измерения, у которого истинные значения измеряемой величины для всех точек в пределах некоторого пространства W и для всех моментов времени в пределах интервала T равны, т. е.

$$A(x, y, z, t) = A(x_0, y_0, z_0, t_0). \quad \begin{array}{l} x, y, z \in D \\ t \in T, \end{array}$$

где x_0, y_0, z_0 — пространственные координаты точки объекта измерения, принятой за истинное значение;
 t_0 — момент времени, когда имело место истинное значение.

Реальные объекты имеют бесконечное количество точек, истинные значения в которых отличаются друг от друга, да и во времени у реальных объектов измерения истинное значение в какой-либо точке обычно не остается постоянным. Следовательно, нельзя говорить об истинном значении реального измеряемого параметра.

В метрологии применяется понятие «действительное» значение, полученное с помощью наиболее точных методов и средств измерения [3]. Действительное значение несет на себе отпечаток не только истинных значений измеряемого параметра, но и характеристик используемых средств измерения.

Энергия взаимодействия связана с пространством измеряемого параметра, которое зависит от типа и конструкции преобразователя. Инерционность измерителя также приводит к отличию закона изменения действительного и истинного значений. Энергетическое воздействие измерительного преобразователя деформирует в некоторой степени объект измерения. Таким образом, действительное значение зависит от пространства и энергии взаимодействия и от постоянной времени измерителя. Эти три фактора имеют по две составляющие: детермированную и случайную. Детермированные составляющие влияния измерителя на объект измерения могут быть определены и учтены. Например, определяя один и тот же параметр одним преобразователем, но с различной энергией взаимодействия, можно определить реакцию объекта измерения на эту энергию и, следовательно, значение измеряемого параметра без влияния энергии взаимодействия. Однако реакция объекта измерения определяется с погрешностью, которая и является случайной составляющей действительного значения из-за энергетического воздействия.

Реальные объекты измерений, в отличие от идеальных, имеют в различных точках пространства неодинаковые истинные значения, которые еще изменяются и во времени. Измерительные преобразователи могут иметь самые различные функциональные зависимости выходных параметров от пространства и времени взаимодействия. Даже в случае, если преобразователь реагирует на средние во времени и в пространстве значения объекта измерения и отсут-

ствуют помехи, то действительное значение будет зависеть от величины пространства усреднения и от времени усреднения. Очевидно, что измерители, имеющие различные величины пространства взаимодействия с объектом измерения и различные постоянные времени, будут иметь различные измерительные сигналы и давать различные действительные значения. Особенно это будет проявляться при определении действительного значения у объектов, значительно отличающихся от идеального.

Рассмотренные особенности получения измерительного сигнала позволяют создать математическую модель его, которая является отражением измеряемого параметра, с учетом свойств преобразователя. Корректное определение измерительного сигнала позволит использовать математический аппарат теории связи, в том числе и теорию информации, для исследований измерительных систем.

Высказываемые соображения [4] о неприменимости или нецелесообразности применения понятий теории информации в измерительной технике прежде всего свидетельствуют о необходимости продолжить разработку теории информации. Известно, что теоремы теории информации применимы не для любых сигналов, используемых в технике связи. Естественно, что к измерительным сигналам, в некоторых случаях отличающимся от сигналов, используемых в связи, затруднительно применение существующих понятий теории информации. Однако подход к измерительным системам как к устройствам преобразования информации представляется нам уместным и целесообразным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. П. Тарасенко. Введение в курс теории информации. Изд-во Томского университета, Томск, 1963.
2. К. Б. Карандеев. Специальные методы электрических измерений. Госэнергоиздат, 1963.
3. С. Ф. Маликов, Н. И. Тюрин. Введение в метрологию. Изд-во стандартов, Москва, 1966.
4. А. С. Ривкин. О применении понятий теории информации к задачам измерительной техники. Измерительная техника, № 2, 1968.

