

### **3. ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

В общем случае оценка сложных систем может проводиться для разных целей. Во-первых для оптимизации – выбора наилучшего алгоритма из нескольких, реализующих один закон функционирования системы. Во-вторых, для идентификации – определения системы, качество которой наиболее соответствует реальному объекту в заданных условиях. В-третьих, для принятия решений по управлению системой.

#### **3.1. Основные типы шкал измерения**

В основе оценки лежит процесс сопоставления значений качественных и количественных характеристик исследуемой системы значениям соответствующих шкал. Исследование характеристик привело к выводу о том, что все возможные шкалы принадлежат к одному из нескольких типов, определяемых перечнем допустимых операций на этих шкалах (табл. 3.1) [10].

Таблица 3.1

Шкала	Описание	Примеры
Номинальная (наименований или классификационная)	<p>Представляет собой конечный набор обозначений для никак не связанных между собой состояний (свойств) объекта.</p> <p>Здесь отсутствуют все главные атрибуты измерительных шкал, а именно упорядоченность, интервальность, нулевая точка.</p> <p>Измерение будет состоять в том, чтобы, проведя эксперимент над объектом, определить принадлежность результата к тому или иному состоянию и записать это с помощью символа (набора символов), обозначающего данное состояние.</p> <p>Это самая простая шкала из тех, что могут рассматриваться как измерительные, хотя фактически эта шкала не ассоциируется с измерением и не связана с понятием «величина». Она используется только с целью отличить один объект от другого</p>	Регистрационные номера автомобилей, официальных документов, номера на майках спортсменов, коды городов и т.п.
Порядка (ранговая)	<p>Применяется для измерения упорядочения объектов по одному или совокупности признаков.</p> <p>Места, занимаемые в шкале порядка, называются рангами, а сама шкала называется ранговой или неметрической.</p> <p>Порядковая шкала не имеет определенной количественной меры. При этом присутствует упорядоченность, но отсутствуют атрибуты интервальности и нулевой точки. В отличие от шкалы наименований шкала порядка позволяет не только установить факт равенства или неравенства измеряемых объектов, но и определить характер неравенства в виде суждений: «больше — меньше», «лучше — хуже» и т. п.</p> <p>Измерение в шкале порядка может применяться, например, в следующих ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— когда необходимо упорядочить объекты во времени или</li> </ul>	<p>Нумерация очередности, призовые места в конкурсе, социально-экономический статус («низший класс», «средний класс», «высший класс»).</p> <p>Стандартная шкала твердости минералов Ф. Мооса.</p> <p>Балльная шкала силы ветра Ф. Бофорта.</p> <p>12-балльная шкала для оценки энергии сейсмических волн в зависимости от последствий прохождения их по данной территории Ч. Рихтера</p>

Шкала	Описание	Примеры
	<p>пространстве. Это ситуация, когда интересуются не сравнением степени выраженности какого-либо их качества, а лишь взаимным пространственным или временным расположением этих объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– когда нужно упорядочить объекты в соответствии с каким-либо качеством, но при этом не требуется производить его точное измерение;</li> <li>– когда какое-либо качество в принципе измеримо, но в настоящий момент не может быть измерено по причинам практического или теоретического характера</li> </ul>	
Интервалов	<p>Является количественной шкалой. Эта шкала применяется, когда упорядочивание значений измерений можно выполнить настолько точно, что известны интервалы между любыми двумя из них.</p> <p>В шкале интервалов присутствуют упорядоченность и интервальность, но нет нулевой точки. Шкалы могут иметь произвольные начала отсчета и масштаб</p>	<p>Измерение температуры по Фаренгейту (США) и Цельсию и Реомюра (Европа); шкала Кельвина в физике; календарное время, суставной угол (угол в локтевом суставе при полном разгибании предплечья может приниматься равным либо нулю, либо <math>180^\circ</math>) и др.</p>
Разностей	<p>Частным случаем интервальных шкал являются шкалы разностей: циклические (периодические) шкалы, шкалы, инвариантные к сдвигу. В такой шкале значение не изменяется при любом числе сдвигов.</p> <p>Соглашение о хотя и произвольном, но едином начале отсчета шкалы позволяет использовать показания в этой шкале как числа, применять к ним арифметические действия</p>	<p>В таких шкалах измеряется направление из одной точки (шкала компаса, роза ветров и т. д.), время суток (циферблат часов), фаза колебания (в градусах или радианах).</p>

Шкала	Описание	Примеры
Отношений	<p>Следующая по силе шкала.</p> <p>Измерения в такой шкале являются «полноправными» числами, с ними можно выполнять любые арифметические действия, здесь присутствуют все атрибуты измерительных шкал: упорядоченность, интервальность, нулевая точка.</p> <p>Величины, измеряемые в шкале отношений, имеют естественный, абсолютный нуль, хотя остается свобода в выборе единиц</p>	<p>Вес, длина, электрическое сопротивление, деньги</p>
Абсолютная	<p>Абсолютная (метрическая) шкала имеет и абсолютный нуль, и абсолютную единицу.</p> <p>В качестве шкальных значений при измерении количества объектов используются натуральные числа, когда объекты представлены целыми единицами, и действительные числа, если кроме целых единиц присутствуют и части объектов. Именно такими качествами обладает числовая ось, которую естественно называть абсолютной шкалой.</p> <p>Являются частным случаем всех ранее рассмотренных типов шкал, поэтому сохраняют любые соотношения между числами, оценками измеряемых свойств объектов: различие, порядок, отношение интервалов, отношение и разность значений и т. д.</p> <p>Важной особенностью абсолютной шкалы по сравнению со всеми остальными является отвлеченность (безразмерность) и абсолютность ее единицы. Указанная особенность позволяет производить над показаниями абсолютной шкалы такие операции, которые недопустимы для показаний других шкал, – употреблять эти показания в качестве показателя степени и аргумента логарифма</p>	<p>Абсолютные шкалы применяются, например, для измерения количества объектов, предметов, событий, решений и т. п.</p> <p>Примером абсолютной шкалы также является шкала температур по Кельвину</p>

Чем сильнее шкала, в которой производятся измерения, тем больше сведений об изучаемом объекте, явлении, процессе дают измерения. Однако применять более сильную шкалу опасно: полученные данные на самом деле не будут иметь той силы, на которую ориентируется их обработка. Лучше всего производить измерения в той шкале, которая максимально согласована с объективными отношениями, которым подчинена наблюдаемая величина. Можно измерять и в шкале, более слабой, чем согласованная, но это приведет к потере части полезной информации.