



Общая теория систем

- ТЕМА: Количественное измерение функционирования систем. Шкалы измерений при оценке систем**
- АВТОР: д.э.н., доцент Е.И. Тихомирова**



План презентации

1. Основные понятия
2. Типы шкал
3. Категории шкал
4. Атрибуты измерительных шкал
5. Шкала наименований
6. Порядковые шкалы
7. Шкалы интервалов
7. Шкалы отношений
8. Абсолютные шкалы
9. Примеры шкал
10. Выводы по теме
11. Вопросы для повторения
12. Рекомендуемая литература по теме



Основные понятия

- **Сравнение систем** осуществляется посредством сопоставления их характеристик (свойств).
- **Свойство** – характеристика объекта, определяющая его различие или сходство с другими объектами, проявляющееся во взаимосвязи с ними.
- Свойства различных объектов (систем) должны быть **измеримы**.



Основные понятия

- **Измерение** – это алгоритмическая операция, которая данному наблюдаемому состоянию системы (объекта, процесса, явления) ставит в соответствие определенное обозначение: число, номер, символ.
- Свойства дают возможность оценивать и сравнивать системы с помощью **измерительных шкал**.
- **Измерительной шкалой** называется множество обозначений, используемых для регистрации свойств наблюдаемого объекта.

Типы шкал

Номинальные

Порядковые

Интервальные

Отношений

Абсолютные



Категории шкал

Качественные шкалы (неметрические)

Количественные шкалы (метрические)

Номинальные

Порядковые

Интервалов

Отношений

Абсолютные



Атрибуты измерительных шкал

- **Упорядоченность** данных означает, что значения этих данных можно выстроить в некотором порядке.
- **Интервальность** пунктов шкал означает, что интервал между любой парой чисел, соответствующих измеряемым свойствам, больше, меньше или равен интервалу между другой парой чисел.
- **Нулевая точка** или точка отсчета означает, что набор чисел, соответствующих измеряемым свойствам, имеет точку отсчета, обозначаемую за ноль, что соответствует полному отсутствию измеряемого свойства.



Шкала наименований

- **Шкала наименований** (номинальная или классификационная) представляет собой конечный набор обозначений для не связанных между собой состояний (свойств) объекта.
- Шкала такого типа **используется для классификации** объектов по каким-либо качественным признакам.
- **Цель измерения** – определить принадлежность к той или иной группе.
- **Атрибуты измерительных шкал** (упорядоченность, интервальность, нулевая точка) – отсутствуют.
- **Математические операции** – не применимы.
- **Возможные действия:**
 - ✓ Считать число попаданий в заданный класс;
 - ✓ Вычислять относительные частоты попадания измерений в разные классы.



Порядковые шкалы

- **Порядковая шкала** (ординальная, ранговая, предпочтений) позволяет выстраивать значения в определенном порядке по каким-либо признакам.
- Порядковая шкала не имеет определенной количественной меры.
- **Цель измерения** – упорядочивание объектов в пространстве и во времени.
- **Атрибуты измерительных шкал:** интервальность, нулевая точка – отсутствуют; упорядоченность - присутствует.
- **Математические операции** – не применимы.



Порядковые шкалы

- **Единственными типами отношений между неколичественными значениями шкалы могут быть:**
 - ✓ Равенство одинаковых значений порядковых переменных величин, соответствующих объектам одной категории;
 - ✓ Неравенство разных значений переменных величин, соответствующих объектам одной категории;
 - ✓ Отношения «больше» или «меньше» между разными значениями переменных величин, соответствующих объектам одной категории.



Шкалы интервалов

- **Интервальная шкала** применяется, когда упорядочивание значений измерений можно выполнить настолько точно, что известны интервалы между любыми двумя из них.
- Шкала интервалов – **количественная** шкала.
- **Цель измерения** – определить принадлежность к той или иной группе.
- **Атрибуты измерительных шкал:** упорядоченность, интервальность - присутствуют, нулевая точка – отсутствует.
- **Математические операции** – выполняются над интервалами.
- **Возможные действия:**
 - ✓ Считать число попаданий в заданный класс;
 - ✓ Вычислять относительные частоты попадания измерений в разные классы.



Шкалы отношений

- **Шкала отношений** (подобий) представляет собой численные измерения.
- **Цель измерения – определить** во сколько раз свойство одного объекта превосходит такое же свойство другого объекта.
- **Атрибуты измерительных шкал:** упорядоченность, интервальность, нулевая точка – присутствуют.
- **Математические операции** – доступны с учетом единиц измерения.
- **Возможные действия:** количественное сравнение обрабатываемых величин, измеренных в одних и тех же единицах.



Абсолютные шкалы

- **Абсолютная (метрическая) шкала** имеет абсолютный нуль и абсолютную единицу. Особенностью абсолютной шкалы является отвлеченность (безразмерность) и абсолютность ее единицы.
- **Цель измерения: определять количество** объектов на основе применения числовой оси, в качестве шкальных значений у которой используются натуральные или действительные числа.
- **Атрибуты измерительных шкал:** упорядоченность, интервальность, нулевая точка – присутствуют.
- **Математические операции** – доступны.
- **Возможные действия:** над показаниями абсолютной шкалы возможны все операции, в том числе возведение в степень и логарифмирование.



Шкала порядка:

Шкала твердости минералов;
Шкала силы ветра;
Шкала сортности товара
и.т.д

Примеры шкал:

Номинальные шкалы:

Номера автомашин;
Номера телефонов;
Коды городов;
Географические названия
и .т.д



Шкала твёрдости Мооса

	Минерал	Номер по шкале	Чем можно поцарапать
↑ Повышение твёрдости	 Алмаз	10	
	 Корунд	9	 Сверло по бетону (8.5)
	 Топаз	8	
	 Кварц	7	 Стальной гвоздь (6.5)
	 Ортоклаз	6	
	 Апатит	5	 Нож (5.5)
	 Флюорит	4	
	 Кальцит	3	 Медная монета (3.5)
	 Гипс	2	
	 Тальк	1	 Ноготь (2.5)

Примеры шкал:

Шкала отношений:

Шкалы длины, веса, электрического сопротивления и .т.д



Шкала разностей:

Шкала компаса, роза ветров, циферблат часов и .т.д

Абсолютная шкала:

Температурная шкала Кельвина;
Шкала возраста;
Шкала высот и .т.д

Абсолютная шкала температур

Связь абсолютной шкалы и шкалы Цельсия

$$T = t + 273$$





Выводы по теме

- В основе любого наблюдения и анализа лежат измерения, которые представляют собой алгоритмические операции: данному наблюдаемому состоянию объекта ставится в соответствие определенное обозначение: число, номер или символ. Множество таких обозначений, используемых для регистрации состояний наблюдаемого объекта, называется измерительной шкалой.
- В зависимости от допустимых операций на измерительных шкалах их различают «по силе».
- Самой слабой шкалой является номинальная шкала, представляющая собой конечный набор обозначений для никак не связанных между собой состояний (свойств) объекта.



Выводы по теме

- Следующая по силе считается порядковая шкала, дающая возможность в каком-то отношении сравнивать разные классы наблюдаемых состояний объекта, выстраивая их в определенном порядке. Различают шкалы простого, слабого и частичного порядка. Численные значения порядковых шкал не должны вводить в заблуждение относительно допустимости математических операций над ними.
- Еще более сильная шкала – шкала интервалов, в которой кроме упорядочивания обозначений можно оценить интервал между ними и выполнять математические действия над этими интервалами.



Выводы по теме

- Следующая по силе – **шкала отношений**. Измерениями в такой шкале являются действительные числа, с ними можно выполнять любые арифметические действия при условии однотипности единиц измерения.
- Самая сильная шкала – **абсолютная**, с которой можно выполнять любые математические действия без каких-либо ограничений.
- Подбор шкалы для параметров моделируемой системы называется **шкалированием**.



Вопросы для повторения:

- Определите понятие «измерение».
- Дайте определение измерительной шкалы.
- Понятие «шкалирование».
- Объясните суть номинальной шкалы. Приведите примеры.
- Дайте характеристику шкале наименований.
- Опишите порядковую шкалу.
- Допустимые операции в порядковых шкалах.
- Чем порядковая шкала отличается от номинальной.
- Объясните суть шкалы интервалов. Приведите примеры.
- Объясните суть шкалы отношений. Приведите примеры.
- Объясните суть циклической шкалы. Допустимые операции.



Рекомендуемая литература по теме

1. Теория систем и системный анализ : учеб. пособие / А.М. Корилов, С.Н. Павлов. - М. : ИНФРА-М, 2017.
2. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: учебное пособие / под ред. Емельянова А.А. - М.: Финансы и статистика, 2012.
3. Калужский М. Л. Общая теория систем: учебное пособие. - М.:Директ-Медиа, 2013.



Благодарю за внимание
Ваши вопросы