

ОСНОВНЫЕ ШКАЛЫ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Итгэл Миеежав

(Монголия, Монгольский государственный университет)

itgel@num.edu.mn

В статье рассматриваются типы шкал, широко применяемых в педагогических измерениях, а также свойства шкал.

Введение в проблему шкалирования

Современные исследования по решению фундаментальной проблемы в педагогике актуализировали вопросы получения информации результатов деятельности. Одним из методов получения объективной информации являются педагогические измерения.

Исследованию проблем педагогических измерений были посвящены работы В.С. Аванесова, С.И. Архангельского, Дж. Гласса, Дж. Зиннеса, Ф.М. Лорда, В.И. Михеева, М. Новика, Д.А. Новикова, И. Пфанцагля, П. Суппеса, С. С. Стивенса, Л.М. Фридмана и другие. В.С. Аванесов определяет педагогические измерения как прикладную научную теорию, сформировавшуюся на стыке педагогики, психологии, теории измерений, статистики, математики, логики и философии¹.

С. Стивенс определяет измерение как процесс приписывания чисел некоторым характеристикам объектов в соответствии с определёнными правилами. Эти правила устанавливают соответствие между некоторыми свойствами объектов и чисел, позволяющее сравнивать между собой эти объекты по состоянию измеряемого свойства².

В педагогических исследованиях широко используются 4 типа шкал, предложенных С. Стивенсом: номинальные, порядковые, интервальные и отношений.

Общая типология уровней измерения основывается на проявлении совокупности свойств, лежащей в основе построения шкал. В качестве таких свойств выделяют³:

1

Аванесов В.С.

Основы педагогической теории измерений // Педагогические измерения.

№1. 2004.

2

Stevens S.S.

On the theory of scales of measurement // Science,

№ 103, 1946. P. 677.

3

Гласс Дж, Стенли Дж.

Статистические методы в педагогике и психологии. М.: Прогресс, 1976.

- идентичность, позволяющую однозначно относить объекты к одной из выделяемых совокупностей;
- транзитивность, способствующую ранжированию объектов в определённом порядке;
- метричность, обеспечивающую единую единицу измерения;
- наличие абсолютного нуля.

Педагогические измерения, по мнению В.С. Аванесова, требуют теоретизации, в которую входят: определение ведущего понятия, уточнение имени измеряемого качества, определение предмета измерения. Важно построить систему индикаторов, понятийных и эмпирических, указывающих на наличие или отсутствие интересующего качества. Далее требуются аксиоматика и математические формализмы, выбор подходящей модели и стандартизация условий измерения. И, наконец, полученные результаты подлежат аргументированной интерпретации⁴.

В вопросах, связанных с измерением, основное место отводится понятию шкалы. В.И. Михеев⁵ даёт следующее определение: шкалой называется триада $S = \langle A; R, G \rangle$, где A — эмпирическая система с отношениями интенсивностей признака, R — числовая система с отношениями, G — группа допустимых преобразований.

Рассмотрим свойства этих шкал, перечисляя их в порядке возрастания мощности.

Номинальная шкала

Общая характеристика. Эта шкала используется для того, чтобы отличать один объект от другого. При этой каждый объект должен попасть в определённый класс, в котором объектом приписывается одно и то же число. Объекты одного класса считаются одинаковыми по состоянию измеряемого свойства. То, что число одного класса больше или меньше другого, ещё ничего не говорит о свойствах объектов, за исключением того, что они различаются.

В математическом языке. $S_0 = \langle A; R, G_0 \rangle$. $\langle A; \Rightarrow \rangle$, $\langle R; \Rightarrow \rangle$, $G_0 = \text{Map}(R, R)$ — множество отображений R в R . С элементами этой шкалы не допускаются арифметические действия; возможны лишь подсчёт количества объектов с совпадающими признаками.

Примеры из области педагогики. Признаку «Пол» можно соотнести с числами 1 и 0 (мужской и женской, или наоборот). Признаку «цвет глаз» (по каждому цвету одно число). Кодификация студентов в группах, номер заданий. Выполнившие задание получают число 1, а невыполнившие — 0.

Методология

4

Аванесов В.С.
Основы педагогической теории измерений// Педагогические измерения. №1. 2004.

5

Михеев В.И.
Моделирование и методы теории измерений в педагогике исследований. М.: Едиториал УРСС, 2004.

Примеры в других областях. Кодификация специальностей вузов, номера автомобилей, номера футболистов, фамилии учеников и т.п.

На номинальной шкале допустимы следующие *математико-статистические операции*:

- равно или не равно;
- частота объектов данного класса;
- мода изучаемого признака;
- коэффициент τ (в качестве меры связи двух признаков).

Номинальная шкала *иногда* называется шкалой наименований.

Порядковая шкала

Общая характеристика. Эта шкала используется для того, чтобы обнаружить в предметах различие степеней признака или свойства. На данной шкале вводятся числа и отношение «больше — меньше», поэтому по числу, соответствующему оцениваемому объекту, можно узнать о месте объекта в совокупности. Но равные разности чисел не означают равных разностей в количествах свойств.

В математическом языке. $S_1 = \langle A; R, G_1 \rangle$. $\langle A; =, <, >, <R; =, <, >, G_1 = \text{Map}_+(R, R)$ — множество возрастающих отображений R в R . Следовательно, процесс измерения сводится здесь к операции ранжирования сис-

теме признаков. Других арифметических действий не допускается над элементами этой шкалы. Но расстояния между объектами не имеют никакого смысла.

Примеры из области педагогики. Классический пример — школьные отметки в баллах (пятибалльная, стобалльная и т.д.), годы обучения (класс, курс). При измерении качества знания педагог, как правило, использует порядковую шкалу⁶.

Примеры в других областях. Твёрдость минералов, сила ветра, награды, заслуги, военные ранги, оценки в дзю-до, сортировка и т.п. На порядковой шкале допустимы следующие *математико-статистические операции*:

- Больше — равно — меньше.
- Частота объектов данного класса.
- Относительная частота объектов данного класса.
- Размах изучаемого признака.
- Мода изучаемого признака.
- Медиана изучаемого признака.
- Коэффициент Кенделла τ (в качестве меры связи двух признаков).
- Коэффициент Спирмена r_S (в качестве меры связи двух признаков).

Порядковая шкала *иногда* называется шкалой упорядоченной, шкалой классификации, ординальной шкалой и ранговой шкалой.

6
Фридман Л.М.
О корректном применении статистических методов в психолого-педагогических исследованиях // Советская педагогика. 1973. № 3. С. 67.

Интервальная шкала

Общая характеристика. Эта шкала основана на сравнении различий между объектами по величинам измеряемых признаков или свойств. Поэтому существует единица измерения, при помощи которой предметы можно не только упорядочить, но и приписать им числа так, чтобы равные разности чисел, присвоенных объектам, отражали равные различия в количествах измеряемого свойства. Нулевая точка этой шкалы произвольна и не указывает на отсутствие свойства.

В математическом языке. Шкала, единственная с точностью до положительных линейных преобразований вида $\varphi_{a,b} : \varphi(x) > ax + b$ при $a > 0$. $S_2 = \langle A; \mathbb{R}, G_2 \rangle$. $G_2 = \text{Aff}_+(\mathbb{R})$ — группа аффинных преобразований. Для этой шкалы характерно наличие некоторой операции, позволяющей оценивать интервалы измеряемого свойства. Поэтому над элементами этой шкалы возможны все арифметические действия над числами, кроме операции деления в силу отсутствия абсолютного нуля. В ней определено расстояние между объектами. Таким образом, на интервальной шкале можно определить не только метрики (единицы измерения), но и понятие нормы (местоположения от начала координат).

Примеры из области педагогики. Уровень проявления психических, физических свойств. Классическим примером интервальной шкалы в образовании, обеспечивающей корректную сравнимость результатов измерений, является шкала логитов, построение которой осуществляется на основе теории ИРТ.

Примеры в других областях. Календарное время, шкалы температур по Фаренгейту и Цельсию. Энергия по квантам и т.п. Для того чтобы уточнить интервальную шкалу, Д.А. Новиков⁷ рассматривает следующий пример. Шкала Цельсия была установлена следующим образом: за ноль была принята точка замерзания воды, за 100 градусов — точка её кипения, и, соответственно, интервал температур между замерзанием и кипением воды поделён на 100 равных частей. Здесь уже утверждение, что температура 30 °С в три раза больше, чем 10 °С, будет неверным. Справедливо говорить лишь об интервалах температур — температура 30 °С на 20 °С больше, чем температура 10 °С.

На интервальной шкале допустимы следующие *математико-статистические операции*:

- арифметические действия над числами, кроме операции умножения и деления;
- частота объектов данного класса;
- относительная частота объектов данного класса;

Методология

7

Новиков Д.А.
Статистические методы в педагогических исследованиях М.: МЗ-Пресс, 2004.

- мода изучаемого признака;
- медиана изучаемого признака;
- квантили изучаемого признака;
- среднее арифметическое изучаемого признака;
- дисперсия изучаемого признака;
- коэффициент корреляции Пирсона r_{xy} (в качестве меры связи двух признаков).

Интервальная шкала *иногда называется* шкалой равных единиц, метрической и нормальной.

Шкала отношений

Общая характеристика. Эта шкала — самая мощная. Она позволяет оценивать — во сколько раз один измеряемый объект больше (меньше) другого объекта, принимаемого за единицу. Шкала отношений отличается от интервального только тем, что нулевая точка не произвольна, а указывает на полное отсутствие измеряемого свойства. Таким образом, числа, присвоенные объектам, обладают всеми свойствами объектов интервальной шкалы, но, помимо этого, на шкале существует абсолютный нуль. Значение нуля свидетельствует об отсутствии оцениваемого свойства. Отношения чисел, присвоенных на этой шкале, отражают количественные отношения измеряемого свойства.

В математическом языке можно *выразиться так*: шкала, единственная с точностью до положительных линейных преобразований вида $\nu_{a,0}: \varphi(x) \rightarrow ax$ при $a > 0$. $S_3 = \langle A; R, G_3 \rangle$. $G_3 = R_+^*$ — мультипликативная группа положительных действительных чисел. На этой шкале можно выполнить все арифметические и статистические операции. Поэтому на шкале отношений к полученным результатам применимы все известные понятия и методы математической статистики.

Примеры из области педагогики. Время выполнения задания учащимися, количество ошибок или число правильно решённых задач.

Примеры в других областях. Этой шкалой измеряются почти все физические величины — рост, масса, скорость, отсчёт времени от начала, линейные размеры, площади, объёмы, сила тока, мощность и т.д.

Классическим примером шкалы отношений является температура по Кельвину. В ней можно не только утверждать, что температура на 10 градусов выше, чем 5 градусов, но и что она вдвое выше. Интервальные шкалы (например, шкала Цельсия) не обладают данным свойством шкалы отношения.

На шкале отношений допустимы следующие *математико-статистические операции*:

- арифметические действия над числами;
 - частота объектов данного класса;
 - относительная частота объектов данного класса;
 - мода изучаемого признака;
 - медиана изучаемого признака;
 - квантили изучаемого признака;
 - среднее арифметическое изучаемого признака;
 - дисперсия изучаемого признака;
 - коэффициент корреляции Пирсона r_{xy} (в качестве меры связи двух признаков).
- В ходе исследования математико-статистических операций в этих 4 шкалах были получены следующие результаты:

Методология

	Операции	Номинальная	Порядковая	Интервальная	Отношений
Арифметические операции	= или \neq	+	+	+	+
	< , = , >	-	+	+	+
	+ или -	-	-	+	+
	. или /	-	-	-	+
Статистические операции	Мода	+	+	+	+
	Медиана	-	+	+	+
	Среднее арифм.	-	-	+	+
	Среднее геом.	-	-	-	+
	Дисперсия	-	-	+	+
	Коэффициент вариации	-	-	-	+
	Частота	+	+	+	+
	Относительная частота	-	+	+	+
	Квантили	-	+	+	+
Корреляционный анализ	Пи коэффициент	Ранговый коэффициент	Коэффициент Пирсона	Коэффициент Пирсона	

(+) — данная операция определена (согласна) в данной шкале;
 (-) — данная операция не определена (согласна) в данной шкале.