

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА

ЛЕКЦИЯ № 1

Литература

Основная литература.

- Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб: БХВ-Петербург. 2003. - 736с.
- Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств.- М.: Радио и связь, 1982.- 432 с.
- Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой информации.- М.: Наука, 1981.- 206 с.
- Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений.- М: Радио и связь. 1989. - 304 с.

Дополнительная литература.

- Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений.-М.:Мир, 1976.-165 с.
- Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика.- М. Наука, 1986.- 288 с.
- Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой.- М.: Наука, 1990.- 272 с.

- Традиционные математические методы предназначены для обработки точных данных, таких как «скорость автомобиля $v = 111$ км/ч». Представить такие данные графически можно с использованием так называемых **одноточечных (одноэлементных) множеств** (рис. 1.1).

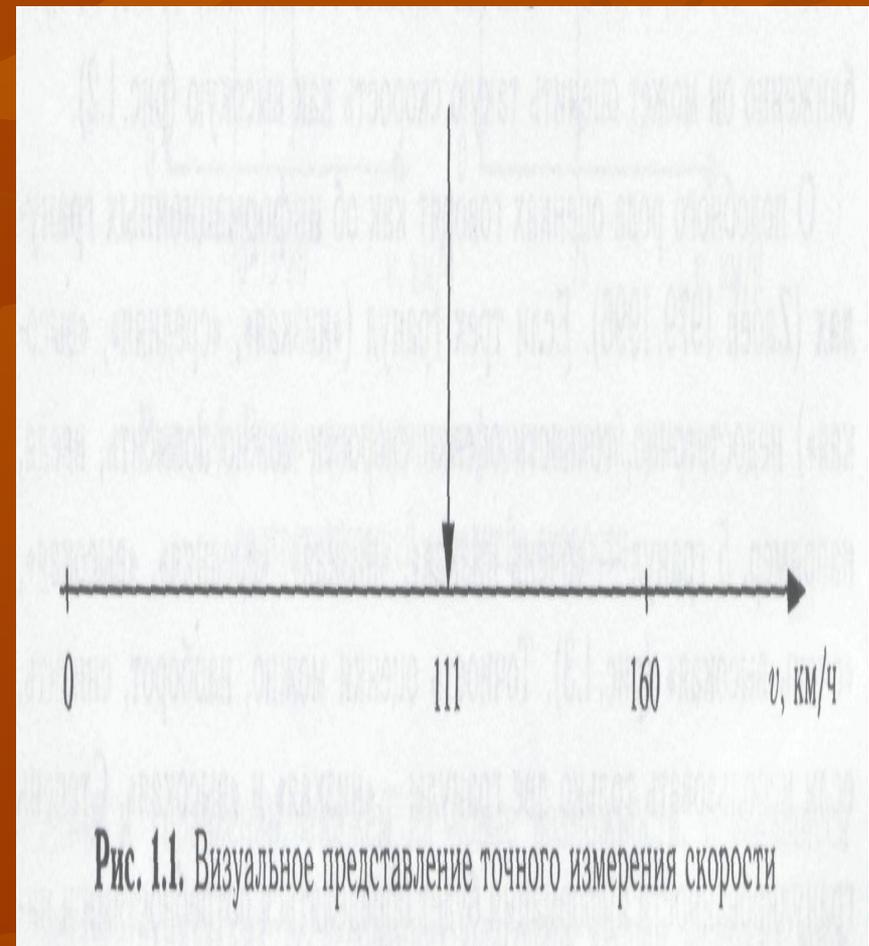


Рис. 1.1. Визуальное представление точного измерения скорости

- Точные данные могут быть получены только с помощью высокоточных технических измерительных устройств, в то время как человек способен непосредственно оценивать скорость автомобиля, оперируя такими терминами, как «низкая», «средняя» и «высокая». Эти приближенные оценки также можно представить графически (рис. 1.2).

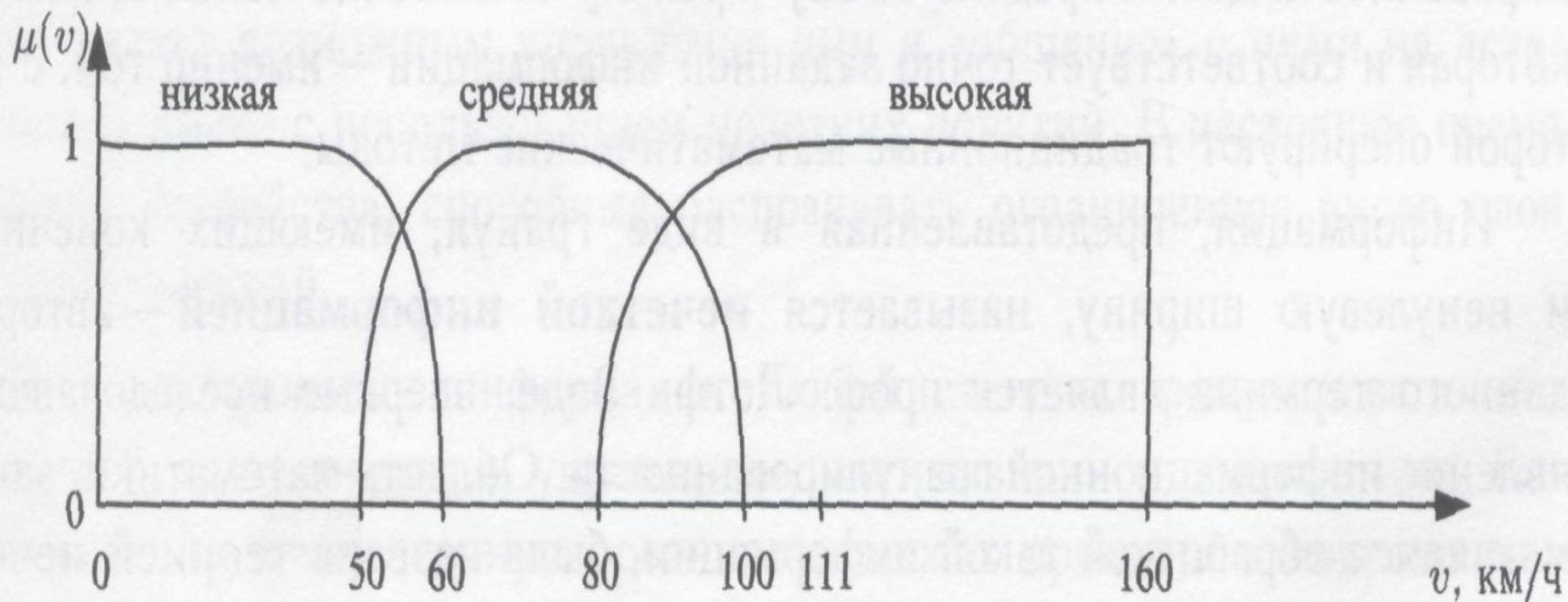


Рис. 1.2. Визуальное представление приближенных оценок скорости

- С помощью функций «низкая», «средняя» и «высокая», называемых **функциями принадлежности**, можно определить, является ли некоторое точное значение скорости соответственно низким, средним или высоким. Человек, наблюдающий автомобиль, движущийся со скоростью $v = 111$ км/ч, не в состоянии оценить это значение точно, но приближенно он может оценить такую скорость как высокую (рис. 1.2).

- О подобного рода оценках говорят как об **информационных гранулах** (Zadeh 1979, 1996). Если трех гранул («низкая», «средняя», «высокая») недостаточно, точность оценки скорости можно повысить, введя, например, 5 гранул — «очень низкая», «низкая», «средняя», «высокая», «очень высокая».
- Точность оценки можно, наоборот, снизить, если использовать только две гранулы — «низкая» и «высокая». Степень гранулированности информации будет определяться потребностями и интеллектуальными способностями использующего ее человека, либо будет зависеть от контекста, в котором он ее использует.
- Информация, получаемая от человека, обычно менее точна (более гранулирована), в то время, как информация от измерительных устройств является более точной (менее гранулированной).

- **Гранулированность информации** можно определить с помощью ширины гранулы (функции принадлежности), и таким образом гранула «средняя» может иметь различную ширину, зависящую от общего количества используемых человеком гранул (рис. 1.4). Как видно из рис. 1.4, уменьшение степени гранулированности дает в пределе **точку** (гранулу бесконечно малой ширины), которая и соответствует точно заданной информации — именно той, с которой оперируют традиционные математические методы.
- Информация, представленная в виде гранул, имеющих конечную и ненулевую ширину, называется **нечеткой информацией** — автором данного термина является проф. Лотфи Заде, впервые исследовавший явление информационной гранулированности. Область математики, занимающаяся обработкой такой информации, была названа **теорией нечетких множеств**. Важнейшим направлением данной теории является **нечеткая логика**.

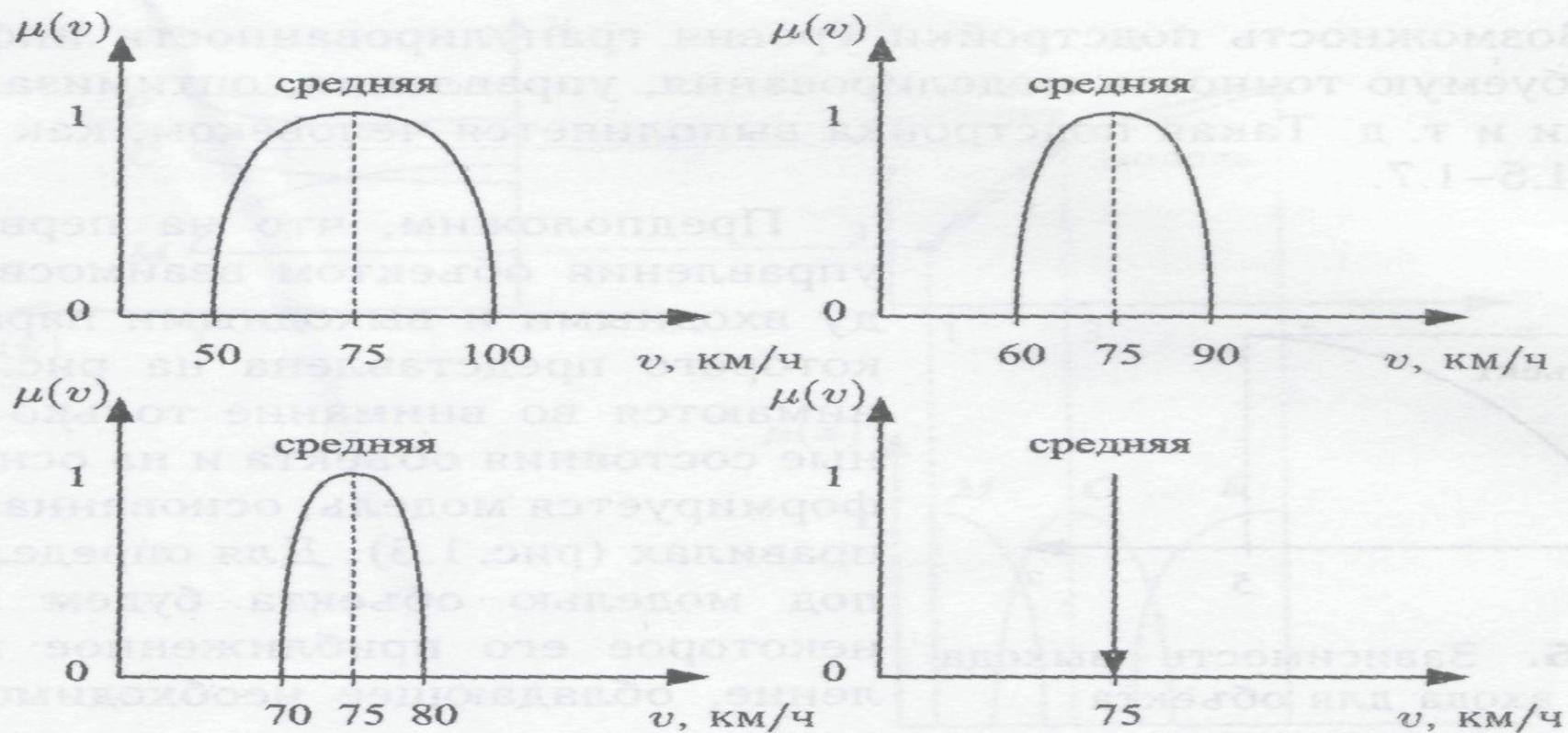


Рис. 1.4. Различная ширина информационной гранулы, соответствующей «средней» скорости

- Человек использует нечеткие множества для оценки и сравнения физических величин, состояний объектов и систем на приближенном, качественном уровне. Так, любой из нас способен оценить величину температуры, не прибегая к помощи термометра, а руководствуясь лишь собственными ощущениями и шкалой приближенных оценок, подобной тем, которые представлены на рис. 2.1.
- Отметим, что качественная оценка имеет нечисловой характер, поскольку не обладает свойством аддитивности, присущим числам.
- **Пример.** $1 \text{ см} + 1 \text{ см} = 2 \text{ см}$, но: небольшая сумма денег + небольшая сумма денег =? Результат подобной операции не всегда будет соответствовать большой сумме денег.
- Понятия «небольшой» и «большой» суммы являются нечеткими и субъективными и зависят от смысла, вкладываемого в них в каждом конкретном случае. Поэтому качественные оценки нельзя складывать подобно тому, как это делается с числовыми величинами.

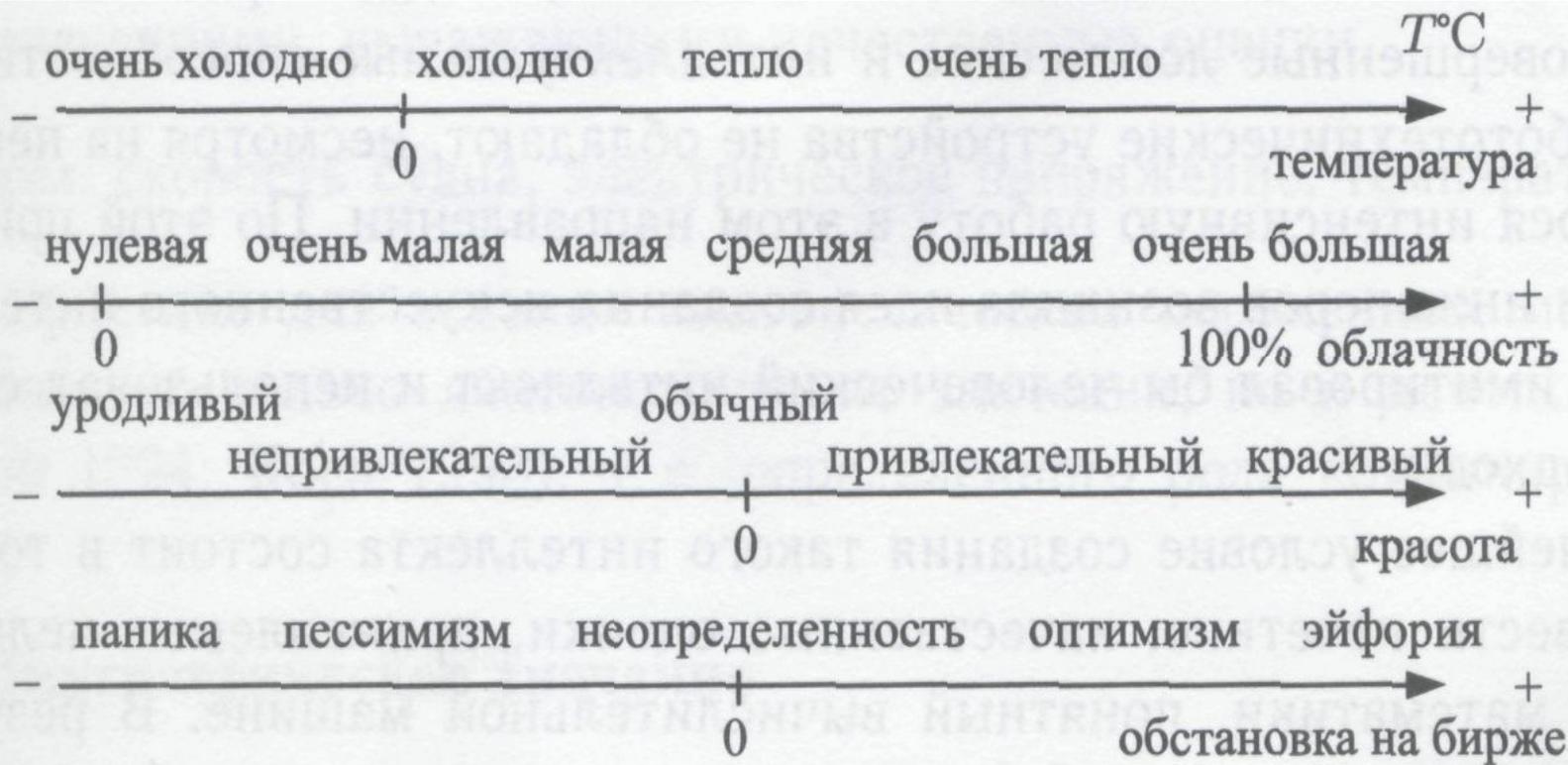


Рис. 2.1. Примеры качественных оценок, используемых человеком

- • **Лингвистическая переменная**
- Лингвистической переменной является переменная (которая может быть как входной или выходной, так и переменной состояния) с лингвистическими значениями, выражающими качественные оценки.
- **Примеры:** скорость судна, электрическое напряжение, температура.
- На практике для задания лингвистических переменных можно использовать не только лингвистические значения, но и нечеткие числа (Bertram 1994; Koch 1993), т. е. определенного рода комбинированный подход.

- • **Лингвистическое значение**
- Лингвистическое значение представляет собой значение лингвистической переменной, выраженное в словесной форме.
- **Примеры:** очень большой отрицательный, средний отрицательный, средний положительный, очень большой положительный, старый, молодой, хороший, средний, приятный, неприятный, истинный, ложный.
- Лингвистическое значение всегда присутствует в модели совместно со связанной с ним лингвистической переменной.

- **Нечеткие числа**
- **Примеры** нечетких чисел: около нуля, примерно 5, более (менее) 5, немного более 9, приблизительно между 10 и 12.
- Оценка параметров системы с использованием лингвистических значений основана на восприятии человека и не требует технических измерительных устройств, в то время как при использовании с этой целью нечетких чисел подобные устройства необходимы. С помощью нечетких чисел можно обобщать большие объемы точных данных, являющихся результатами измерений или обращений к базам данных, например информацию о цене X_i на акции некоторой компании (рис. 2.2).

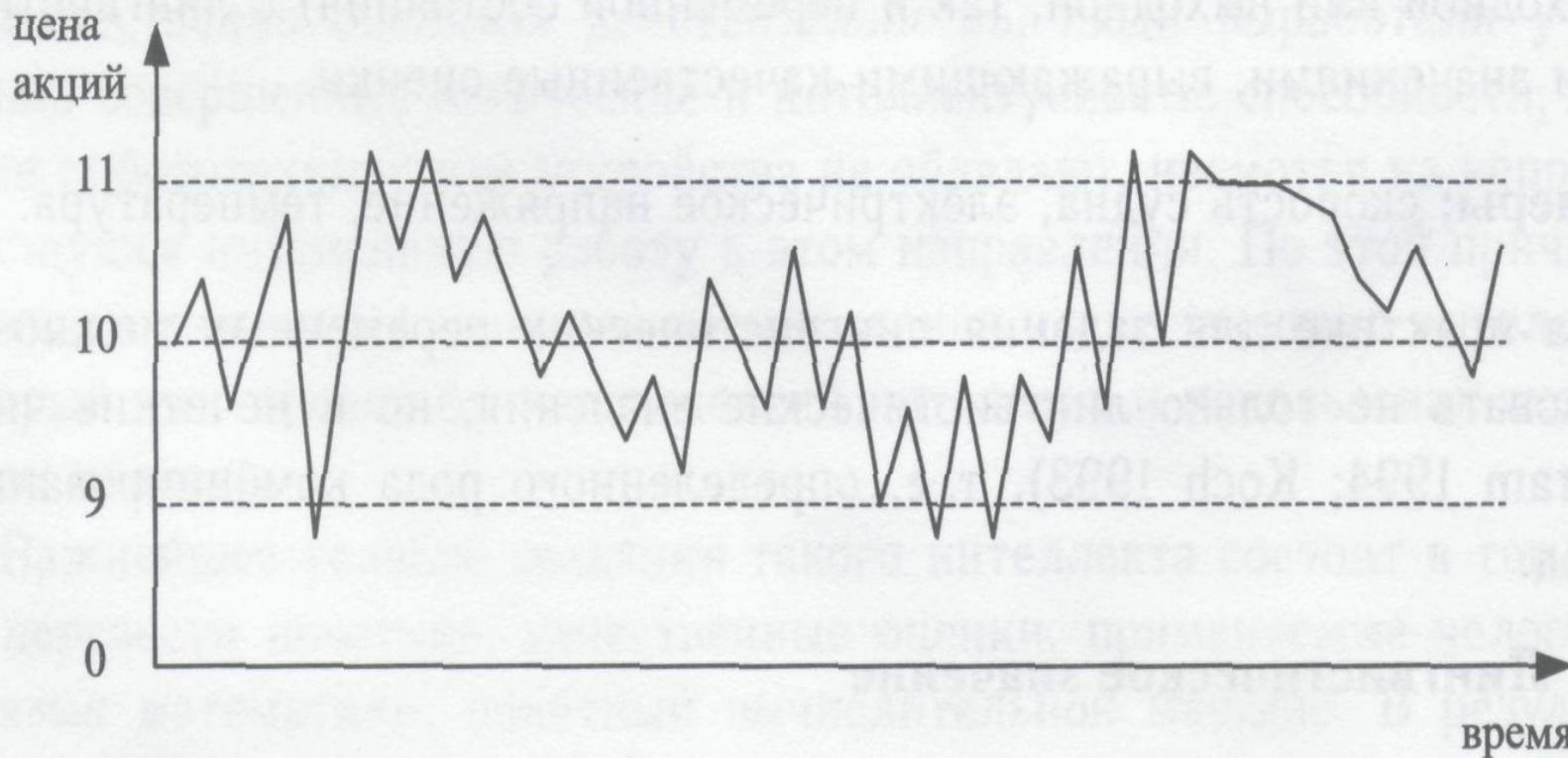


Рис. 2.2. Пример большого объема данных о точном значении параметра

- • **Мощность числовой области значений**
- Мощность числовой области значений (числовой предметной области) есть число содержащихся в ней элементов:
- $||X||=n.$ (2.1)
- • **Нечеткое множество**
- Нечетким множеством A , определенным на некоторой числовой предметной области X , называется множество пар:
- $A = \{(\mu^*A(x), x)\},$ (2.2)
- где для каждого элемента x степень μ^*A его принадлежности множеству A задается с помощью функции принадлежности $\mu A(x)$, при этом
- $[0,1]$.
- Функция принадлежности отображает числовую область значений X данной переменной на отрезок $[0,1]$