

Мощенко Иван Николаевич
Mochtchenko Ivan Nikolaevich
Доцент/Associate Professor
E-Mail: mochtchenko@gmail.com

Снежков Вениамин Иванович
Snezhkov Veniamin Ivanovich
Профессор/Professor

Бугаян Ирина Федоровна
Bugayan Irina Fedorovna
Доцент/Associate Professor
Ростовский государственный строительный университет
Rostov state university of civil engineering
05.13.18 - Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Обработка данных психосемантических измерений, нелинейное приближение (по материалам анкетирования студенчества РГСУ, 2012 г.)

Data processing of psychosemantic measurements, nonlinear approach (on materials of questioning of students by RSUCE, 2012)

Аннотация: Выявлено четыре фактора, определяющих эмоциональное восприятие политического порядка студентами РГСУ в апреле - мае 2012 г. В линейном приближении, учитывающем только наиболее статистически значимый фактор, определены уровни восприятия центрального и местного политических порядков. В рамках теории катастроф разработана нелинейная модель, учитывающая все выявленные факторы. Уточненные по этой модели уровни восприятия равны $r_{\text{Рос}} := -.583$ и $r_{\text{Обл}} = -.588$ соответственно. Рассчитана поверхность стационарных состояний, позволяющая оценивать отклик эмоционального восприятия на изменения внешних условий.

The Abstract: It is revealed four factors defining emotional perception of a political order by students of RSUCE in April - May 2012. The level of this perception for the central and local usages is defined by using the linear approach considering most statistically significant parameter. In the framework of catastrophe theory the nonlinear model considering all revealed factors is developed. The levels of perception specified on this model are equal $r_{\text{Ros}} = -.583$ and $r_{\text{Reg}} = -.588$ accordingly. The surface of the stationary conditions, allowing to estimate the response of emotional perception to changes of external conditions is calculated.

Ключевые слова: Семантический дифференциал, факторный анализ, политический порядок, уровень эмоционального восприятия, теория катастроф, нелинейное приближение.

Keywords: Semantic differential, the factorial analysis, political order, level of emotional perception, catastrophe theory, nonlinear approach.

«Физики вообще хотят, что бы все, что они рассматривают, было функцией от всего остального, ...Правда, они, конечно, идут впереди вычислительных социологов, многие из которых, составляя свои программы для ЭВМ, исходят из того, что все есть *линейная* функция от всего остального»

Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения [1].

Весной 2012 г. нами было проведено пилотажное анкетирование среди студентов РГСУ, с целью выявить аффективный (эмоциональный) компонент смыслов, вкладываемых респондентами в понятие политический порядок. При этом использовалась одна из разновидностей проективных технологий – метод семантического дифференциала [2]. Первичные данные, обработка, результаты и их интерпретация приведены подробно в [3], и здесь на этих вопросах останавливаться не будем. В этой работе мы затронули проблему о правомерности использования линейного приближения при обработке первичных результатов по общепринятой методике. Один из этапов такой обработки в методе семантического дифференциала – оценка уровня эмоционального восприятия объекта по линейной зависимости от близости образа объекта к образу идеального объекта (идеальной точки) в семантическом пространстве. На основе подхода, развитого в теории катастроф [1], нами показано, что линейное приближение правомочно тогда и только тогда, если уровень восприятия зависит только от одного фактора (расстояния в семантическом пространстве между образами идеального конструкта и объекта). В этом случае линейная зависимость типична. Если же уровень эмоционального восприятия объекта зависит от большего числа факторов, то линейное приближение не типично, и нужно пользоваться более сложными зависимостями.

Вопрос о выявлении факторов (и их числе), определяющих смысловую значимость исследуемых объектов для каждого респондента решался еще в первых работах классиков семантического дифференциала. Ч. Осгудом открыт экспериментальный закон, что вся первоначальная совокупность первичных признаков, используемых в анкете (их обычно бывает от 10 до 20), линейно зависима и сводится к трем независимым латентным факторам [2]. Осгуд назвал их факторами силы, активности и оценки. Многочисленные последователи Ч. Осгуда иногда выделяли и другое число факторов. Чаще большее (4, 5 и т.д.), реже – меньшее. Дело в том, что в факторном анализе число выделяемых независимых факторов не однозначно (как и в любом статистическом методе). Анализ дает зависимость описываемой этими факторами дисперсии первичных данных от числа выделяемых факторов. А на какой дисперсии (грубо говоря, уровне достоверности) остановиться зависит и от задачи, и, в большей степени, от предпочтения исследователя.

Для выявления латентных данных в случае, описанном в [3], был проведен факторный анализ (классический метод) всего набора первичных данных, полученных при анкетировании. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты факторного анализа первичных данных

Factor Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	25,1356	76,791	76,791
2	2,52068	7,701	84,492
3	1,32472	4,047	88,539
4	1,18659	3,625	92,164
5	0,841519	2,571	94,735
6	0,770298	2,353	97,088
7	0,53253	1,627	98,715
8	0,178755	0,546	99,261
9	0,156123	0,477	99,738
10	0,0857368	0,262	100,000
11	0,0	0,000	100,000
12	0,0	0,000	100,000
13	0,0	0,000	100,000
14	0,0	0,000	100,000
15	0,0	0,000	100,000
16	0,0	0,000	100,000
17	0,0	0,000	100,000
18	0,0	0,000	100,000
19	0,0	0,000	100,000
20	0,0	0,000	100,000

В третьем столбце представлена дисперсия, описываемая каждым фактором, в четвертом – суммарная дисперсия, описываемая с учетом всех вышестоящих факторов. Как видно из таблицы, один фактор описывает всего 77 % дисперсии и ограничивается им нельзя. Учет еще трех факторов повышает уровень статистической достоверности до 92 %. Дальнейшее увеличение числа принимаемых во внимание факторов приводит к медленному росту описываемой дисперсии и, наш взгляд, не целесообразно.

Таким образом, в нашем случае уровень эмоционального восприятия зависит от четырех латентных факторов. Первые три (по значимости, под которой понимается величина описываемой дисперсии) названы нами вслед за Осгудом факторами силы, активности и оценки. Четвертый – фактором отношения. Отметим, что результаты факторного анализа верны с точностью до ортогонального поворота осей в пространстве первичных признаков. При любом таком повороте матрица факторных нагрузок, определяющая значения факторов для конкретного набора признаков каждого респондента, изменяется, а табл. 1 – нет. Обычно стараются подобрать такой поворот, что бы в зависимости факторов от признаков последние рассыпались на неперекрывающиеся подвыборки. Тогда каждый фактор содержит определенную совокупность первичных признаков и его легко интерпретировать. Мы использовали все имеющиеся в современном программном обеспечении методы поворота, но разделить признаки по факторам не удалось. В этом аспекте, в данной работе названия факторов следует понимать только как метки латентных факторов, не вкладывая в них какого либо смысла.

По полученной матрице факторных нагрузок первичный набор данных, полученных при анкетировании [3] был пересчитан в факторы. По методикам, изложенным в [3] были

проведены все те же исследования, но в факторном пространстве, а не в пространстве первичных признаков. Результаты приведены в табл.2. и на рис. 1. Отметим, что здесь и далее факторы сила, активность, оценка и отношение обозначаются F1, F2, F3 и F4 соответственно.

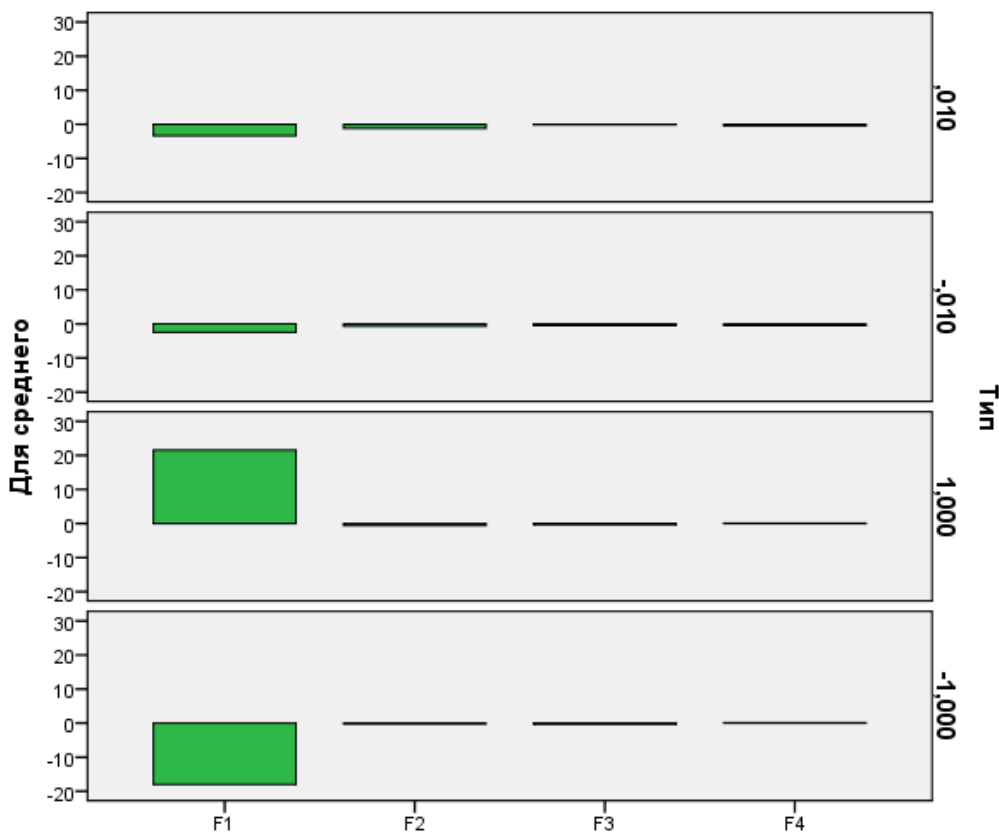


Рис. 1. Усредненные факторные портреты политических порядков. 1 - идеального положительного; -1 - идеального отрицательного; 0,01 – реального по России в целом; -0,01 – реального по области

Образы политических порядков на рисунке и в таблице кодированы так же как и в [3]. Идеальные положительные и отрицательные порядки обозначены 1 и -1, соответственно. Реальные политические порядки - существующий в области обозначен как -0,01, а в России в целом как 0,01.

Таблица 2

Усредненные групповые факторы сила, активность, оценка и отношение для рассматриваемых политических порядков

Тип порядка/фактор	F1	F2	F3	F4
1	21,58275360764	-,60392356	-,307560942	,073331481
0,01	-3,32467954167	-1,21597884	-,128957129	-,412485036
-0,01	-2,42591471528	-,65186115	-,456345617	-,513375106
-1	-17,9883545243	-,18979718	-,240716737	,116307065
Тип порядка/ параметры модели	d	c	b	a

Следует отметить, что в соответствии с методикой факторного анализа, первичные признаки можно представить в виде взвешенной суммы общих факторов F1 – F4 и фактора специфического для каждого признака. Последний носит стохастический характер. И переходя от пространства признаков, к пространству факторов мы освобождаемся от некоторой доли случайной ошибки измерений. Другими словами делаем то, что в социологии называется выявление трендов. Из факторных портретов гораздо лучше видны закономерности, выявленные в [3] из анализа семантических портретов. Реальные политические порядки воспринимаются отрицательно, хотя и не так сильно, как идеальный отрицательный. При этом порядок по России в целом воспринимается отрицательнее, чем местный.

Количественную информацию для этого результата дают относительные расстояния (в пространстве факторов) между образами реальных политических порядков и образами идеальных конструкторов, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Относительные расстояния в пространстве факторов между образами различных политических порядков

Типы порядков, i, j	Отн. расстояние, d _{ij}
«1» - «-1»	2
«1» - «Обл»	1,21376
«-1» - «Обл»	0,78758
«1» - «Рос»	1,25945
«-1» - «Рос»	0,7434
«Рос» - «Обл»	0,05635

Идеальные политические порядки в таблице кодированы также как и на рис. 1. Кодировка реальных порядков для наглядности изменена. Порядок по области обозначен «Обл», а порядок по России – «Рос».

Полученные расстояния немного изменились по сравнению с [3]. Образ реального политического порядка по области находится на 21 % (было 19 %) ближе к образу идеального отрицательного порядка. Образ политического порядка по России также ближе к отрицательному идеальному конструктору, на 26 % (было 22 %). Факторный анализ показывает большую разность в восприятии локального и центрального политических порядков, чем первичный.

Для численной характеристики эмоционального восприятия, как и в [3], введем уровень восприятия r , равный +1 для восприятия идеального положительного конструктора и -1 для восприятия идеального отрицательного порядка. Предположим, что уровень восприятия определяется только относительными расстояниями до идеальных точек. Тогда, как и в [3] можно показать, что типичной в этом случае будет линейная зависимость:

$$r_j = \frac{d_{-1j} - d_{1j}}{2}, \quad (1)$$

где j обозначает «Обл» или «Рос», соответственно.

Расчеты, проведенные по (5) уточнили уровни эмоционального восприятия, полученные в [3] в линейном приближении по относительным расстояниям в пространстве первичных признаков. Теперь они стали равными $r_{обл} = -0,2$ и $r_{roc} = -0,24$. Как видно из таблицы 2, вклад в относительные расстояния дает в основном фактор силы. Другими словами линейное приближение, принятое в методе семантического дифференциала, соответствует учету только одного фактора – силы. Однако этот фактор описывает только 77 % дисперсии. Что и дает оценку достоверности линейного приближения. Учет четырех факторов поднимет достоверность до 93 %. Что говорит о необходимости использования нелинейной модели взаимосвязи уровня восприятия со всеми выявленными факторами.

Как указано в [3], при достаточно мягких ограничениях (более подробно см. в [4]), не выходящих за рамки общепринятых предположений, эта взаимосвязь носит характер:

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{d}{dr} F(a, b, c, d, r); \quad (2)$$

где F – некоторая глобально минимальная непрерывная функция общего положения (названная нами потенциалом восприятия) от выявленных латентных факторов ($a \equiv F4$, $b \equiv F3$, $c \equiv F2$, $d \equiv F1$) и уровня восприятия политического порядка. Отметим, что в теории динамических систем объекты с такой взаимосвязью параметров называются градиентными системами.

Стационарные состояния системы соответствуют минимумам потенциала и могут быть определены из уравнения состояния:

$$\frac{d}{dr} F(a, b, c, d, r) = 0; \quad (3)$$

В теории катастроф показано, что вид типичного потенциала F полностью определяется только размерностью r и числом управляющих параметров (a, b, c, d) [1]. Как показано в [1], для нашего случая (одномерный уровень эмоционального восприятия и четыре выявленных фактора) в качестве типичного потенциала можно взять:

$$F = r^6/6 + a'r^4/4 + b'r^3/3 + c'r^2/2 + d'r'. \quad (4)$$

Уравнение стационарного состояния для которого имеет вид:

$$r'^5 + a'r'^3 + b'r'^2 + c'r' + d' = 0, \quad (5)$$

где переменная r' диффеоморфна уровню эмоционального восприятия r , а параметры a', b', c, d' – выше упомянутым факторам a, b, c, d . Диффеоморфизм означает гладкую нелинейную замену переменных без особенностей. Определение этих диффеоморфизмов собственно говоря и означает привязку модели к реальному эксперименту.

Внутри теории катастроф полностью решить эту проблему невозможно. Нужны какие-то дополнительные предположения, опирающиеся в общем случае на социологию, экспериментальные данные, опыт исследователя и т.д. Нами использовался самый простой вариант привязки. Было предположено, что точностью до масштабных множителей абстрактные переменные (a', b', c, d', r') соответствуют реальным параметрам ($a \equiv F4$, $b \equiv F3$, $c \equiv F2$, $d \equiv F1$, r).

$$r' = \beta r. \quad (6)$$

$$a' = a/\alpha; b' = b/\alpha; c' = c/\alpha; d' = d/\alpha. \quad (7)$$

В [4] приведены некоторые доводы в пользу таких предположений. Однако эти вопросы на настоящий момент остаются открытыми и требуют дальнейшей доработки. Окончательную же верификацию можно получить только на основе сравнения получаемых результатов с экспериментальными данными.

Для окончательной привязки модели к конкретной исследуемой ситуации необходимо определить неизвестные константы α и β . Это легко сделать по полученным данным и условиям нормировки r . При учете (6) и (7) уравнение (5) переходит в

$$\alpha\beta^5 r^5 + a\beta^3 r^3 + b\beta^2 r^2 + c\beta r + d = 0. \quad (8)$$

Мы знаем факторы соответствующие идеально положительному и отрицательно порядку (табл. 3) и уровни эмоционального восприятия этих порядков ($r_1 = +1$ и $r_{-1} = -1$). Подставляя эти значения в (8), получим два уравнения, позволяющие численно рассчитать α и β . По найденным значениям α , β и выявленным латентным факторам, соответствующим реальным политическим порядкам (см. табл. 2), из (8) рассчитываются уровни восприятия этих порядков. Получено, что для политического порядка по России в целом уровень восприятия равен $r_{\text{Рос}} := -.583$, а для местного порядка – $r_{\text{Обл}} := -.588$.

Линейное приближение, как было ранее сказано, принимает во внимание реально только один фактор из выявленных четырех. Учет всех четырех факторов в нелинейной модели, дает также отрицательные, но более высокие по модулю уровни эмоционального восприятия центрального и местного политических порядков. При этом по величине они практически одинаковы, а в пределах дисперсии исходных данных – просто одинаковы.

Уравнение (8) справедливо не только для конкретных значений факторов, приведенных в табл. 2, но и в некоторой окрестности этих точек. Оно описывает эволюцию уровня эмоционального восприятия политического порядка при изменении внешних условий (и соответствующем изменении факторов). Над пространством факторов эти значения уровней восприятия образуют поверхность стационарных состояний, представленную на рис. 2.

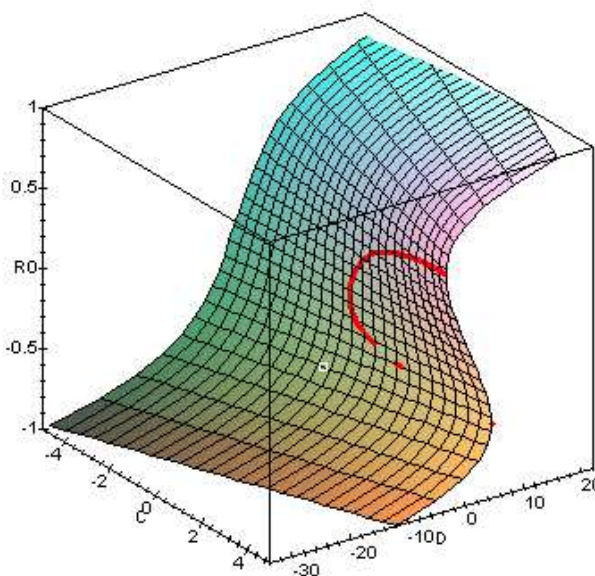


Рис. 2. График поверхности стационарных состояний над плоскостью параметров c , d . Красная линия – линия устойчивости. Белая точка соответствует существующему в момент анкетирования политическому порядку по области

Здесь по горизонтальным осям отложены параметры c (F2) и d (F1) (слева и справа соответственно), по вертикальной оси – уровень восприятия r политического порядка по области. Белая точка соответствует восприятию на момент анкетирования. Поверхность рассчитана при фиксированных значениях двух других параметров, также соответствующих моменту

анкетирования (см. табл. 2). Красным цветом показана линия устойчивости, на ней происходит смена типа решения уравнения (8). Поверхность стационарных состояний в этом случае имеет вид сборки и в области внутри красной линии состоит из трех листов. При этом одному набору факторов соответствует три значения уровня восприятия. Но точка, соответствующая существующему политическому порядку лежит вне области трехзначных решений, и довольно далеко от нее. Рисунок показывает, что выявленный фактор силы (F1) имеет наибольшую значимость не только в вышеотмеченном статистическом смысле, но и в динамическом. В окрестности точки наблюдения вариации параметра F2 практически не влияют на уровень восприятия. В то время как изменения параметра силы вызывают значительную реакцию уровня восприятия. При этом если ситуация ухудшается и фактор F1 падает, уровень отрицательного восприятия будет увеличиваться по модулю незначительно. А вот при благоприятной ситуации рост (уменьшение по модулю) уровня восприятия будет значительно большим.

В заключении кратко повторим приведенные в данной работе результаты. На конкретных результатах подтвержден экспериментальный закон Ч. Осгуда – выявлено четыре фактора, определяющие эмоциональное восприятие политического порядка. В линейном приближении, учитывающем наиболее статистически значимый параметр, определен уровень этого восприятия для местного и центрального порядков. Разработана нелинейная модель, учитывающая все выявленные факторы. Уточненные по этой модели уровни восприятия равны $r_{\text{Рос}} = -.583$ и $r_{\text{Обл}} = -.588$ соответственно, то есть практически одинаковы. Для окрестности выявленных значений факторов рассчитана поверхность стационарных состояний, позволяющая оценивать отклик эмоционального восприятия на изменения внешних условий. Показано, что выявленный наиболее статистически значимый фактор силы и в динамическом аспекте играет первую роль. Получено, что при ухудшении ситуации уровень восприятия будет падать не так быстро, как расти при улучшении внешних условий.

Работа выполнена по гранту РФФИ № 11-06-00299а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения.- М., Мир, 1980, 607 с.
2. Осгуд Ч., Суси Дж., Танненбаум П. Приложение методики семантического дифференциала к исследованиям по эстетике и смежным проблемам // Семиотика и искусствоведение. М.: Мир, 1972.
3. Мощенко И.Н., Бугаян И.Ф. Уровень эмоционального восприятия политического порядка студенчеством РГСУ на начало 2012 г. //Науковедение, 2012, этот номер
4. Мощенко И.Н. Психосемантическая феноменологическая модель групповой политической напряженности //Инженерный вестник Дона, 2010, №1. <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1e2010/173> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.