

Р.В. Гурина
МЕТОД РАНГОВОГО АНАЛИЗА И ЗАКОН РАЗНООБРАЗИЯ
В ПЕДАГОГИКЕ

Ключевые слова: ранговый анализ, система, ценоз, необходимое разнообразие, оптимизация, система оценки качества образования, рейтинг, ценозологический подход, закон рангового распределения, график.

Аннотация: Рассмотрено применение метода рангового анализа к педагогическим системам и процессам, представляющего собой новое научное направление, позволяющее оптимизировать развитие образовательных систем и процессов, осуществлять проверку валидности тестовых заданий и систем критериев оценки качества учебных учреждений. Показано, что кривые рангового распределения объектов педагогических систем представляют собой гиперболические зависимости; доказывается, что гиперболический закон рангового распределения является математическим выражением закона необходимого разнообразия Эшби, который следует учитывать в педагогической деятельности.

В настоящее время разнообразие признано одним из основополагающих характеристик системы. У.Р. Эшби (1959) сформулировал в кибернетической теории систем основной принцип управления, названный им законом необходимости разнообразия: разнообразие управляющей системы должно быть не меньше разнообразия управляемой системы (среды) [1]. Однако в настоящее время этому закону придается статус универсального, так как он справедлив и для других систем – технических, естественнонаучных, социальных и, в том числе, педагогических. Смысл закона в том, что управляющая система должна обладать свойством изменять свое разнообразие в ответ на возмущение управляемой среды, а при возникновении проблемы необходимо, чтобы управляющая система имела большее разнообразие, чем разнообразие решаемой проблемы, или была способна изменить свое разнообразие в ответ на изменение разнообразия среды. В противном случае такая управляющая система не сможет решать задачи управления, будет малоэффективной и непригодной. Однако каким должно быть необходимое разнообразие, каков его характер – Эшби ответа не дает. Решение данной задачи представлено в настоящей статье.

Гиперболический закон рангового распределения как закон разнообразия. Многие реальные системы объективного мира, как естественнонаучные, так и социальные, являются ценозами. Такая терминология перенесена из теории биоценозов («ценоз», «особь», «популяция», «вид»). Ценоз – это сообщество, однако не любое сообщество – ценоз. Система является ценозом, если ранговое распределение (РР) объектов в нем представляет собой гиперболическое распределение. РР является результатом процедуры ранжирования – приведения значений параметра W объектов в соответствие рангу r (номеру объекта ранжирования) в порядке его. Гиперболический закон РР имеет вид [2]:

$$W = \frac{A}{r^\beta}, \quad (1), \text{ где } W \text{ – ранжируемый параметр системы, } r \text{ – ранговый номер элемента в ней}$$

(1,2,3...), A – максимальное значение параметра W с рангом $r=1$, β – ранговый коэффициент, характеризующий степень крутизны гиперболы.

«Особь» – объект системы, он же и объект ранжирования (в технике «особи» – технические изделия). Теория техноценозов разработана более тридцати лет назад профессором МЭИ Б.И. Кудриным – основателем ценозологической (ценологической) школы исследователей, применяющих ранговый анализ (РА) для исследования систем разных видов (www.kudrinbi.ru) [2]. На большом статистическом материале доказано, что гиперболический закон РР (1) справедлив для образовательных систем разных уровней. Образовательные системы являются ценозами, объекты ранжирования в них – учащиеся, классы, школы и т.д., параметры – успеваемость, рейтинг в баллах, показатели эффективности и т.п. [3; 4].

Ядром РА является применение гиперболического закона РР. Впервые же гиперболические РР описал Ципф применительно к текстам (W – частота, с которой встречается определенное слово в тексте) [5], поэтому уравнение (1) называется также распределением Ципфа.

Гиперболический закон РР для таких систем, как ценозы отражает реальное разнообразие объектов в системе. Закон (1) дает объяснение того факта, что лучших «особей» (по терминологии ценологической теории – это «ноева каста») в любом ценозе мало – не более 20 %, сколько именно – это зависит от крутизны гиперболы – рангового коэффициента β (рис.1а; кривые 1, 2). Основной же «вес» в систематике гиперболического РР принадлежит среднестатистическому большинству. Чем больше крутизна гиперболы β , тем менее разнообразна система – лучших «особей» становится меньше, средних и плохих – больше (рис.1а; кривые 1, 2). С уменьшением β система стремится к состоянию с максимальным разнообразием (прямая 3) – равномерному убыванию баллов. Полное отсутствие разнообразия $\beta=0$ иллюстрирует теоретическая прямая 4: $W = \text{const} = A$ (все учащиеся имеют максимальный рейтинг), однако такие состояния системы, отображаемые графиками 3 и 4 на рис.1а, существуют лишь в идеале. Поясним сказанное.

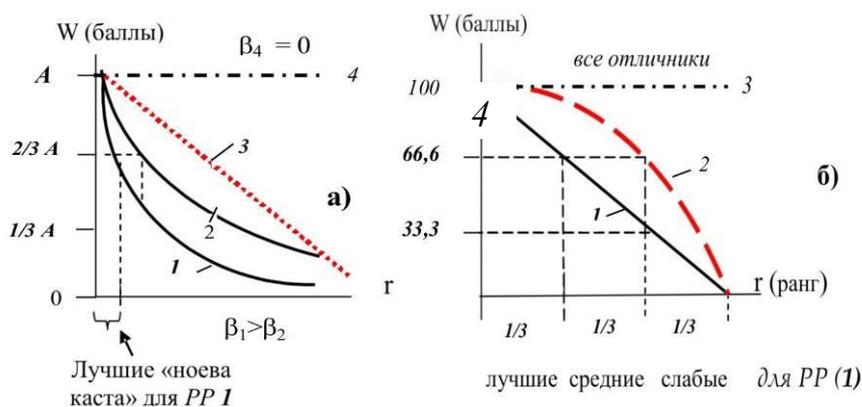


Рис.1. Модели ранговых распределений в педагогических сообществах

а) кривые 1, 2 – гиперболические РР, $\beta_1 > \beta_2$; 3 – РР с максимальным разнообразием; 4 – отсутствие разнообразия;
б) 1 – РР с максимальным разнообразием объектов: линейное убывание рейтингового параметра W с ростом ранга, прямая $W = 100 - k r$; 2 – параболическое РР, хороших учащихся 2/3; 3 – РР с отсутствием разнообразия прямая $W = \text{const} = A$ (все отличники).

Рассмотрим идеальную максимально разнообразную систему (среду) с линейным убыванием параметра успеваемости $W = 100 - k r$ на примере рейтинга успеваемости учебной группы (курса, школы) (рис 1б; график 1). $A = 100$ – максимально допустимый балл. Условно (и довольно грубо) разделим рейтинговую шкалу на три равные части, которые отражают уровни подготовки учащихся: 100–66,6 – хорошие баллы; 66,5–33,3 – баллы, отражающие среднюю успеваемость; 33,2–0 – плохая успеваемость. Так как в данной системе убывание рейтингового параметра W происходит линейно, то учащиеся по уровням успеваемости также разделятся поровну на три большие группы: число лучших, средних и слабых в каждой группе будет одинаково – по 1/3 в каждой категории. Однако в реальности это не так – число лучших в группе всегда мало, либо насчитывает единицы.

Если предположить убывание рейтинга учащихся по параболическому сценарию $W(r)$ (кривая 2; рис.б), лучших в учебной группе было бы еще больше – 2/3 от общего количества, что еще более невероятно. И совсем абсурдный случай – когда все в группе отличники и таланты – отражает график 3 ($W = \text{const} = A$, прямая, параллельная оси рангов r).

Гиперболический закон РР является математическим выражением закона разнообразия, то есть принцип Эшби и закон РР (1) – две стороны одной медали.

Разнообразие системы, которое описывается законом РР (1) является важной характеристикой и условием ее устойчивости и стабильности. На данном этапе не разработана система количественной оценки разнообразия образовательных (педагогических) систем, что составляет цель дальнейших исследований.

Применение рангового анализа в педагогике

А. Оптимизация педагогических систем. Применение закона РР для оптимизации систем (техноценозов, биоценозов, экономических ценозов, социальных ценозов) составляет смысл РА, уже более тридцати лет используемого в технике. В педагогике его применение осуществляется около десяти лет [3; 4], при этом закон РР (1) рассматривается в данной работе как закон разнообразия педагогических систем, что составляет новизну заявленной темы.

У ценозов – специфические свойства: например, в любой группе есть отличники и двоечники, но если собрать всех отличников в одной группе, то спустя время в ней образуются свои двоечники, еще раз отберем – все повторится. В вузы попадают лучшие из лучших, но и здесь образуется ранговая система с успешными и отстающими студентами. При этом лучших всегда мало (до 20 %) – их число отражает крутизна гиперболы: чем она круче, тем их меньше, а средних и слабых больше, и тем менее разнообразна система. Это закон: так и в социуме, и в технике, и в природе (в любой галактике лишь несколько ярчайших звезд, в нашей солнечной системе лишь одна планета-сверхгигант – это Юпитер и т.п.). В любом классе должны быть «звезды», но должны быть и «средние», и «слабые» – это нормальное устойчивое состояние системы. Осознание учащимися своего места в ранговой системе, что все они не одинаковые формирует у них *ценозологическое (ценологическое) мышление*, которое позволяет определить свое место в ранговой системе, оценить свои возможности в постановке реальных целей и задач, мотивирует и побуждает к поиску средства, с

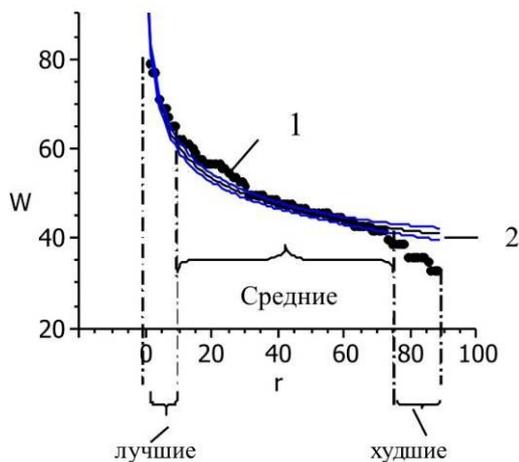
помощью которого каждый учащийся сможет «двигаться вверх по ранговой кривой». Наш опыт показывает, что учащиеся с ценологическим мышлением бережно относятся к слабым; исчезает феномен изгоев; слабое звено необходимо – оно, как и другие звенья, стабилизирует систему. Задача учителя, воспитателя – найти для каждого учащегося такое РР, в котором он будет в числе первых (если не учеба, то спорт, художественная самодеятельность, музыка, шахматы и т.д.).

Ценологический подход позволяет формировать состязательную среду здоровой конкуренции в образовательном пространстве класса. Распределение (1) обосновывает закономерности функционирования учебной группы как ранговой системы: отсеивает неуспевающих, ограниченное число олимпиадников, медалистов. Практика показала: РА с высокой степенью эффективности используется в рейтинговой системе оценки знаний. Знание закона (1) и обязательная визуализация его в виде построения графических РР рейтинга успеваемости учащихся класса (группы, курса) необходимы для управления образовательным процессом и его прогнозирования. Наличие РР в виде списка не дает информации о характере убывания: убывание может происходить по любому другому закону, например линейному (рис 1б; график 1) или параболическому (рис 1б; кривая 2). Однако такие распределения, как было сказано выше, являются нетипичными для образовательных систем. Только графическое изображение табличных данных РР и их аппроксимация к зависимости (1) обеспечивает наглядность и знание о характере рангового убывания. РА позволяет определять адекватность рейтинговых систем оценки эффективности учебных заведений, знаний учащихся, что составляет его практическую значимость в педагогике. Адекватный рейтинг, правильно составленные и правильно проверенные олимпиадные, тестовые и контрольные задания приводят к результатам, которые отражаются гиперболическим законом РР (1).

Как было сказано выше, объекты педагогических систем имеют гиперболические РР. Приведем примеры из результатов последних исследований. На рисунке 2 приведен новый график РР рейтинга в баллах (W) – результатов ЕГЭ по физике с аппроксимацией на инженерно-физический факультет высоких технологий (ИФФВТ) УлГУ в 2011 году. Обработка результатов и построение графиков осуществлялись с применением компьютерной программы программа *Origin 7.5 Pro*.

Рис 2. Гиперболическое РР баллов ЕГЭ среди абитуриентов ИФФВТ УлГУ 2011г. по физике:

1 – эмпирическая кривая, отражающая реальное «гиперболическое» разнообразие;
2 – аппроксимационная теоретическая кривая, где W – балл, r – ранговый номер абитуриента; $\beta = 0.18$; $R^2 = 0.90$.



По обе стороны аппроксимационной кривой – контуры линий доверительного интервала, составляющего 0,95 при $R^2 = 0,90$. R^2 – квадрат коэффициента регрессии, показывающий высокую степень приближения эмпирических точек к теоретическим гиперболам. Этот коэффициент может служить показателем, характеризующим валидность тестовых заданий (либо валидность системы показателей в оценке эффективности учебных заведений) [4]. Из графика (рис.2) видно: высокие баллы по физике – более 70 – получили лишь 3 человека из 85 респондентов (3,3 %), при этом наивысший балл у первого абитуриента был 79 (максимально возможное число баллов – 100). Аналогичные гиперболические графики (в целях экономии места здесь не приводятся) получены по результатам ЕГЭ по математике, обществознанию, русскому языку в 2011 году, при этом лучших абитуриентов в рассмотренных четырех РР от 3,3 % (физика) до 17 % (русский язык). Остальные абитуриенты составляют среднестатистическое большинство со средним и плохим уровнями знаний.

Для сравнения на рисунке 4 представлен рейтинг по 100-балльной системе абитуриентов УлГУ – результаты централизованного компьютерного тестирования (ЦКТ) по обществознанию в 2002 году.

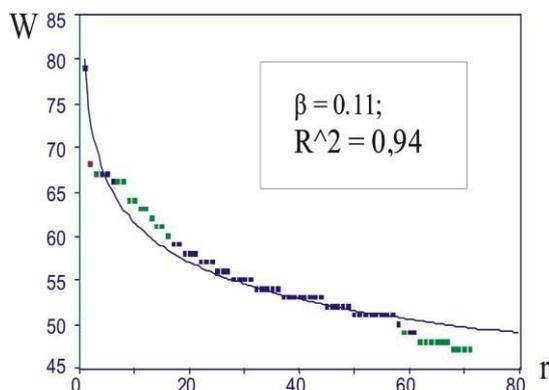


Рис.3. РР рейтинга абитуриентов – результатов ЦКТ по обществознанию 27 марта 2002 г.; $A=79$, $\beta = 0.11$; $R^2 = 0,94$

С большой степенью точности эмпирические точки ложатся на аппроксимационную кривую, следовательно, тестовые задания валидны и адекватны.

Из графиков рисунков 2, 3 видно, что закон РР (1) выполняется с высокой точностью. При этом заметим, что, хотя РР получены в разные годы, они похожи (как, впрочем, и все другие реальные графики гиперболических РР). На всех графиках есть единичные выпадающие из распределения точки, а также заваливающийся вниз «хвост» («завал хвоста гиперболы»; при этом ближние к гиперболе точки подлежат рассмотрению на оптимизацию соответствующих им объектов, самые нижние точки представляют область «маргинальных» объектов).

Конечной целью РА является оптимизация ценоза. Рассмотрим суть применения РА для оптимизации педагогических систем. Как правило, реальное РР отличается от идеального следующими стереотипными видами отклонений:

- некоторые эмпирические точки выпадают из идеального распределения, образуя «горбы» и «впадины»;
- эмпирическая кривая в целом имеет характер гиперболы, но, по сравнению с теоретической, имеет заваливающийся вниз «хвост» с областью маргинальных объектов (в техноценозах это металлोलом – изношенные станки, в учебных группах – кандидаты на отчисление);
- эмпирический график либо сильно искажен; либо не является гиперболой; либо это – вырождение гиперболы в другие графические зависимости.

Из рисунков 2 и 3 на графиках можно видеть типичные отклонения первого и второго видов.

Процедура оптимизации системы (ценоза) состоит в сравнении идеальной кривой с реальной, после чего делается вывод о том, что практически нужно изменить в ценозе, чтобы точки реальной кривой стремились лечь на идеальную кривую. Оптимизация любого ценоза предполагает определение способов и средств его улучшения: она направлена на устранение аномальных отклонений на ранговом распределении. После выявления аномалий на распределении по табулированному распределению определяются элементы («особи»), «ответственные» за аномалии, и намечаются мероприятия по их устранению.

Оптимизация ценоза осуществляется двумя путями [6]:

- номенклатурная оптимизация – целенаправленное изменение численности ценоза, устремляющее РР ценоза по форме к идеальному; в техноценозе – это избавление от металлалома, замена старых технических изделий на новые; в биоценозе – стая – это изгнание или уничтожение слабых особей; в учебной группе – это отсев неуспевающих; в социуме – это избавление от маргинальных объектов;
- параметрическая оптимизация – целенаправленное улучшение параметров отдельных объектов системы, в том числе маргинальных; в педагогическом ценозе – учебной

группе (классе) – это улучшение параметров успеваемости объектов «хвостовой области» РР.

Чем ближе экспериментальная кривая распределения приближается к идеальной кривой вида (1), тем устойчивее система; любые отклонения свидетельствуют о том, что нужна либо номенклатурная, либо параметрическая оптимизация.

Б. Ранговый анализ в определении адекватности критериев оценки качества образования. Ценологический подход позволяет оценить систему критериев, по которой выстраивается рейтинг и определяются лучшие учреждения страны. На рисунке 4 представлен эмпирический график рейтинга ста лучших (наиболее эффективных) вузов России в 2012 году, представляющий собой гиперболу. Параметры взяты из известной рейтинговой таблицы «Рейтинг вузов России, 2012 г.». Оценку по 5-балльной системе провело рейтинговое агентство «Эксперт».

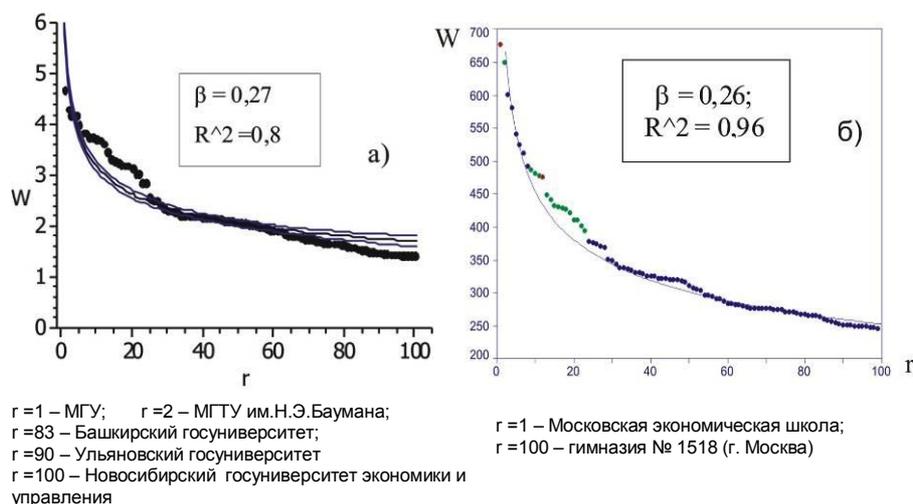


Рис.4. Ранговые распределения рейтинга образовательных учреждений России:
 а) РР ста лучших вузов России, 2012 г. по итоговому рейтинговому функционалу W ;
 r – ранговый номер вуза. Параметры РР: $\beta = 0,27$, $R^2 = 0,8$;
 б) РР ста лучших средних ОУ России в 2000 г.;
 W – рейтинг в баллах, r – ранговый номер среднего ОУ; $\beta = 0,26$; $R^2 = 0,96$

Из графика (рис.4а) видно, что система рейтинговой оценки вузов адекватна: $R^2 = 0.8$. Однако эмпирическая кривая имеет «горб» и небольшое отклонение вниз в «хвостовой части». Если принять такую систему оценки за эталон, то есть как абсолютно валидную, из графика видно, что для этих вузов должна быть проведена параметрическая оптимизация: вузам с ранговыми номерами $r = 70–100$ следует улучшить рейтинговые параметры, чтобы точки эмпирической кривой в «хвостовой части» легли на теоретическую кривую (возможно, для реализации им потребуются дополнительные финансовые вливания). Вузы с $r = 7–25$, рейтинговые параметры которых образуют «горб» эмпирических точек на графике, имеют завышенные ресурсы и, соответственно, более высокие баллы по сравнению с теоретическими показателями, которые использует данная система оценки. (Данная рейтинговая система не совершенна и требует доработки, поэтому возможно и другое толкование расхождения эмпирического и теоретического графиков.)

Для сравнения на рисунке 5а приведен график РР ста лучших средних образовательных учреждений (СОУ) России, построенный по табулированным данным журнала «Карьера» [7, 76–78]. Данная 100-балльная система оценки из восемнадцати показателей была предложена и реализована журналом «Карьера» в 2000 году при участии лучших 177 СОУ (гимназий, лицеев, школ) России. Как видно из графика, эмпирические точки хорошо ложатся на теоретическую кривую аппроксимации (1). О высоком уровне адекватности данной системы критериев свидетельствует весьма высокий показатель регрессии, близкий к единице: $R^2 = 0,96$.

Таким образом, если исходить из того, что с помощью РА определяется качество систем оценки ОУ, то система критериев и показателей, предложенная и реализованная журналом «Карьера» в 2000 году, имеет более высокий уровень валидности, чем система оценки вузов 2012 года.

Пример отклонения третьего типа (гипербола вырождена в другую зависимость) приведен ниже. На рисунке 5 представлено РР численности студентов на 10 000 населения по субъектам РФ в 2010 году (статистические данные с сайта интернет-журнала «Капитал страны» (<http://www.kapital-rus.ru/articles/article/174270>)). График представляет собой S-образную кривую, почти симметричную относительно биссектрисы прямого угла, образующего координатные оси.

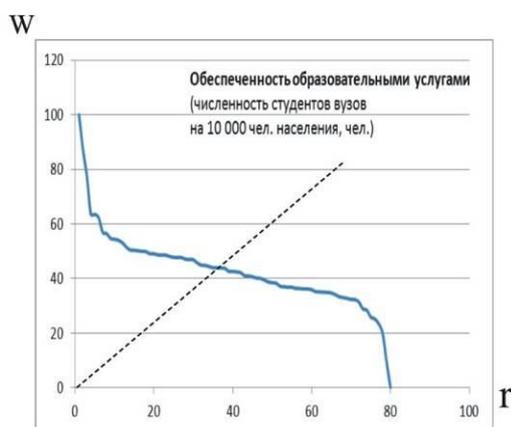


Рис.5. РР численности студентов вузов на 10000 чел. населения W по регионам России
 r – ранговый номер субъекта РФ

- 1– г. Москва
- 2– г. Санкт-Петербург
- 3– Томская область
- 34 – Республика Башкортостан;
- 36 – Ульяновская область
- 80– Чукотский автономный округ ($W = 0$)

Проверка на «гауссовость» данного распределения показала, что в вероятностном варианте эта совокупность параметров с высокой степенью точности соответствует нормальному распределению. На рисунке 6а представлены эмпирическая гистограмма и теоретическая кривая Гаусса для выборки тех же самых параметров – численности студентов вузов в регионах РФ (на 10 000 населения), построенные с помощью компьютерной программы. При этом значение коэффициента Колмогорова-Смирнова d , отражающего максимальную степень удаленности (разрыва) эмпирического распределения от теоретического составляет $d = 0,11$ при уровне статистической значимости $p = 0,032$. Сравнение d с табличным критическим значением [8, 329] показало достоверность соответствия эмпирического и теоретического распределений.

В целях подтверждения надежности результата была осуществлена проверка соответствия эмпирического и теоретического распределений путем их построения в координатах «ожидаемая вероятность – наблюдаемая вероятность», которые должны в этих координатах «спрямиться». На рисунке 6б мы видим спрямленные графики в координатах «вероятность – вероятность», при этом коэффициент регрессии между эмпирическим

и теоретическим спрямленными распределениями довольно высок: $R^2 = 0.978$, что свидетельствует о достоверности сделанного вывода.

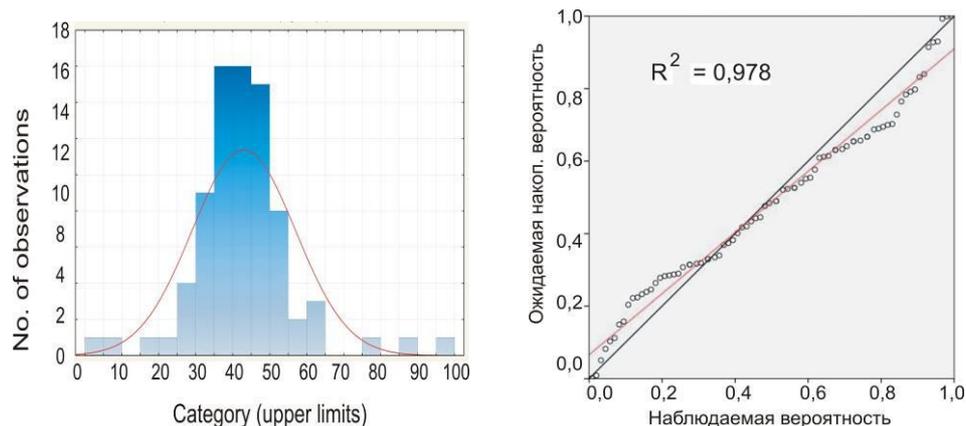


Рис. 6. Проверка на «гауссовость» выборки параметров РР численности студентов вузов на 10000 чел. населения W по регионам России

- а) эмпирическая гистограмма и теоретическая кривая нормального распределения
 б) спрямленное распределение в координатах «ожидаемая вероятность – эмпирическая вероятность», $R^2 = 0.978$

Как известно, Гауссово распределение описывает поведение случайных величин и свидетельствует о наличии хаоса в той или иной мере. Если система подчиняется нормальному распределению, то она подвержена влиянию случайных факторов. Следовательно, она становится менее предсказуемой и менее управляемой и, соответственно, не может быть оптимизирована. Такой вид РР студентов по регионам обусловлен зачислением абитуриентов в вузы по результатам ЕГЭ, при условии подачи копий документов в несколько вузов одновременно.

Для сравнения, на рисунке 7 представлено РР численности студентов по регионам РФ 2007 года на 10000 населения, поступивших в вузы по старым правилам и построенное несколько лет назад. Оно представляет собой строго детерминированное распределения Ципфа (рис.7; кривая 3). Статистические данные взяты на сайте федеральной службы государственной статистики gks.ru/scripts/db_inet/dbinet.cgi... На этом же рисунке представлены графики РР (которые также являются гиперболоми) студентов государственных (кривая 1) и негосударственных (кривая 2) вузов.

Как указывалось выше, системы объектов с цифровскими распределениями являются управляемыми и к ним можно применять процедуры оптимизации.

W

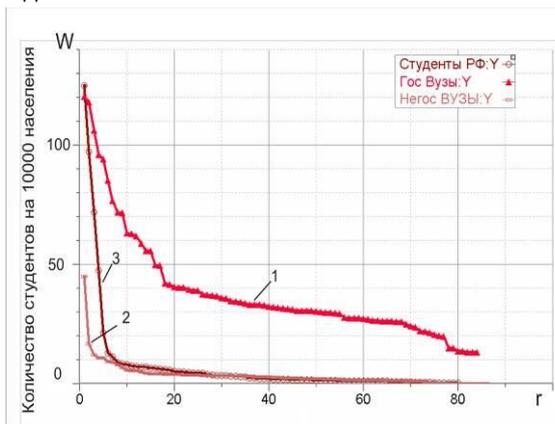


Рис.7. РР количества студентов вузов на 10 000 населения по регионам РФ;

1 – РР студентов государственных вузов;
 2– РР студентов негосударственных вузов;
 3 – общее РР студентов вузов (государственных + негосударственных), $\beta= 0,96$; 1– г. Москва, 2– г. Санкт-Петербург, 12 – Республика Башкортостан, 36 – Ульяновская область, 85 – Ненецкий автономный округ ($W = 0,2$), 86 – Эвенкийский автономный округ ($W=0$)

Таким образом, в результате применения РА в исследовании распределения численности студентов по регионам РФ с 2007 по 2010 годы выявлено, что их РР в 2007 году представляло собой детерминированное ципфовское распределение, но спустя три года оно превратилось в Гауссово. Такая трансформация связывается с введением ЕГЭ и возможностью поступать в несколько вузов одновременно и свидетельствует о смещении системного процесса набора студентов в вузы в сторону неуправляемого хаоса.

Приведенные выше примеры еще раз подтвердили необходимость визуализации РР в графическом исполнении, так как табулированный ряд убывающих значений исследуемого параметра не дает представления о характере РР. Были получены также графики РР количества стобалльников 2012 года по субъектам РФ с высокой степенью аппроксимации зависимостью (1) (в целях экономии места не приводятся).

Законы Парето и Седова в контексте РА. Следствием гиперболического закона РР (скорее грубым его приближением) является принцип 80/20, или закон Парето [9] (его называют еще принципом дисбаланса), согласно которому диспропорция является неотъемлемым свойством системы. Например, в бизнесе 20 % ассортимента ходовой продукции дает 80 % дохода; 20 % профессоров учреждения выполняют 80 % всей научной работы; лишь 20 % детей используют 80 % возможностей, представляемых системой образования в данной стране; 20 % преступников совершают 80 % преступлений и т.д. Этот принцип до сих пор плохо учитывается в педагогике. Советская система образования содержала идею всеобщего равенства и единообразия. В стремлениях выучить всех до определенного стандарта огромные усилия учителей тратились на бестолковую работу с отстающими. Понимание и использование специалистами принципа 80/20 и закона (1) дают реальное представление об окружающем мире и свидетельствует о наличии ценозологического мышления.

Гиперболический закон РР – это визуализированный в графическом исполнении закон необходимого разнообразия Эшби. Значение понятия «необходимое разнообразие» приобретает конкретный смысл – это разнообразие параметров системы, которое в РР образует гиперболу. Всякое отклонение от гиперболы в РР приводит систему к дисбалансу и затем к разрушению. Поэтому закон необходимого разнообразия точнее назвать Законом сохранения гиперболического разнообразия.

Однако с позиций закона Эшби трудно объяснить необходимость многих социальных ограничений, таких, как соблюдение дисциплины, нормы морали, права и обязанности. Из-

лишнее разнообразие среды всегда урезается «сверху» путем введения регламентирующих процедур. Недостающее звено в законе Эшби было восполнено Е.А. Седовым теоретическим положением, которое сейчас трактуется как закон Седова и также признается универсальным в теории систем. Краткая формулировка закона Седова, в трактовке его последователя А.П. Назаретяна, такова: в сложной иерархически организованной системе рост разнообразия на верхнем уровне обеспечивается ограничением разнообразия на предыдущих уровнях, и наоборот, рост разнообразия на нижнем уровне разрушает верхний уровень организации (то есть, система как таковая гибнет) [10].

Таким образом, в терминах кибернетики закон Седова выражает связь между потенциалом внешнего управления и устойчивостью системы. Введение «сверху» ограничений и унификаций всегда вызвано излишним разнообразием управляемой среды. В целом же связь между ростом и ограничением разнообразия органична и закономерна. Когда разнообразие превышает «норму», оно становится неуправляемым и в силу вступает закон Седова – разнообразие номенклатурным путем урезается. (К примеру, так происходит сейчас с номенклатурным введением школьной формы, которая, к слову, была отменена также «сверху»). Оно вызвано излишне широким диапазоном неуправляемого разнообразия одежды учащихся в школах от – хиджабов до одежды в стиле «секси» и большого шума общественности вокруг этого вопроса.) Уместно также напомнить, что академик А.М. Новиков делит научные теории на две категории: описательные теории (в том числе педагогические), носящие качественный характер, в которых не приводится строгих доказательств ввиду невозможности количественного описания явлений и процессов; автор называет их *слабой версией науки*; математизированные научные теории, использующие математические модели и опирающиеся на законы и понятия, выраженные формулами; автор называет их *сильной версией науки* [11].

Изложенный материал мы полагаем целесообразным завершить следующими выводами. Введение в педагогическую теорию законов гиперболического РР и необходимого разнообразия приближает педагогику к сильной версии науки, что обуславливает их теоретическую значимость в педагогике. Закон необходимого разнообразия Эшби принял конкретную интерпретацию – математическую оболочку в виде гиперболического закона РР (1). Значение понятия «необходимое разнообразие» приобретает конкретный смысл – это разнообразие параметров системы, которое в РР образует гиперболу. Категориальный аппарат педагогической теории пополняется совокупностью понятий рангового анализа.

Применение РА в педагогике может быть осуществлено в следующих направлениях:

- } оптимизация учебного процесса; закон РР (1) является работающим регулятивом оптимизации педагогических систем как социоценозов, его учет позволяет прогнозировать пути оптимизации (номенклатурная, параметрическая), сущность которых – устранение аномальных отклонений в ранговом распределении («хвостов», «горбов», «впадин»);

- } в технологиях оценки и контроля за качеством образования в образовательных учреждениях, а также для оценки валидности тестов и контрольных заданий;

- } в прогнозировании результатов обучения (например, количество неудовлетворительных или отличных оценок на группу на любом экзамене, должно составлять не более 20 % от общего числа оценок; то же относится к количеству медалистов в классе);

- } в формировании ценозологического (ценологического) мышления.

Реализация стандартов нового поколения требует активизации инновационной деятельности учителей, что предполагает изменение системы подготовки педагогических кадров в вузах и системы повышения квалификации. Это связано с тем, что новый стандарт призван обеспечить новое качество образования, результатом которого должно быть приобретение учащимися личностных (ценностных) и метапредметных результатов обучения. При этом важнейшей задачей современной системы образования является формирование универсальных учебных действий, обеспечивающих школьникам умение учиться, способность к саморазвитию и самосовершенствованию путем, активного освоения учащимися

социального опыта. Последнее невозможно без осознания каждым учащимся своего места в ранговой системе, каковой является учебная группа (класс, курс и т.п.).

Учащимся, родителям, педагогам целесообразно не только знать о гиперболическом законе РР, но и руководствоваться этим законом. Поэтому нужно рекомендовать педагогическим вузам ознакаммливать студентов с ценологическим подходом в рамках дисциплин педагогического цикла, включающих в качестве дидактических единиц рассмотрение таких вопросов, как «современные модели организации обучения», «диагностирование, проектирование и планирование педагогического процесса», «технология создания и адаптации тестовых методик», «требования к процедуре тестирования», «метод анализа результатов деятельности «общая характеристика методов исследования» и другие; показывать возможность конкретного практического использования РА в оценке валидности тестовых заданий; продемонстрировать графическое представление закона РР как средства визуализации в рейтинговой системе оценки знаний; показывать необходимость применения разнообразных средств и методов обучения в контексте закона необходимого разнообразия Эшби и т.д. Вышесказанное в полной мере относится также к студентам классических университетов, в обязательную программу подготовки которых входит изучение педагогики и психологии в рамках гуманитарной составляющей образования.

1. Эшби, У.Р. Введение в кибернетику [Текст] / У.Р. Эшби. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. – 432 с.
2. Кудрин, Б.И. Введение в технетику [Текст] / Б.И. Кудрин. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 552 с.
3. Гурина, Р.В. Ранговый анализ образовательных систем (ценологический подход) [Текст]: методические рекомендации для работников образования / Р.В. Гурина. «Ценологические исследования». Вып.32. – М.: Технетика, – 2006. – 40 с.
4. Гурина, Р.В. Ранговый анализ в педагогических образовательных системах [Текст]. / Р.В. Гурина. //Школьные технологии. – 2003. – № 5. – С. 102–108.
5. Zipf, J.K. Human behaviour and the principle of least effort t[Текст] / J.K. Zipf. – Cambridge (Mass.): Addison-Wesley Pres, 1949, XI. – 574 p.
6. Гнатюк, В.И. Оптимальное построение техноценозов. Теория и практика [Текст] / В.И. Гнатюк // Вып. 9. «Ценологические исследования». – М.: Центр системных исследований. – 1999. – 272 с.
7. Воробьева, И. Удар в school [Текст] / И. Воробьева, А. Трушин // Карьера. – 2001. – №4. – С.72-84..
8. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии [Текст] / Е.В. Сидоренко. – СПб.: ООО «Речь», 2000. – 350 с.
9. Кох, Р. Закон Парето или принцип 80/20 [Текст] / Р. Кох //Общая и прикладная ценология. 2007. – №4. – С.76-79.
10. Назаретян, А.П. Антропология насилия и культура самоорганизации: Очерки по эволюционно-исторической психологии [Текст] / А.П. Назаретян— М.: Издательство ЛКИ, 2007. — 256 с.
11. Новиков А.М. Докторская диссертация?: Пособие для докторантов и соискателей ученой степени доктора наук [Текст] / А.М. Новиков.. – 3-е изд. – М.: Издательство «Эгвес». – 2003. – 120 с.