

ЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Р.В. Гурина

Ранговый анализ, широко применяемый в технике для исследования и оптимизации техноценозов, перенесён на педагогические образовательные системы. Проверена справедливость гиперболического закона рангового Н-распределения для педагогических систем. Перенесена методология оптимизации техноценозов на педагогические образовательные системы (номенклатурная, параметрическая) приводящая социоценоз к более устойчивому состоянию.

Содержание и технология ценологического подхода, представляющего, по сути, новое фундаментальное направление, успешно и интенсивно развиваемое в технике, сулят большие практические результаты также и в педагогике. Сущность его заключается в методиках построения ранговых гиперболических распределений (Н-распределений) и их последующем использовании в целях оптимизации ценоза [3-6]. Теория ценологических методов разработана Б.И. Кудриным, который перенёс понятие ценоза и законы его развития из биологии в технику [3]. *Ценозом* называют многочисленную совокупность особей, а количество особей в ценозе – это мощность популяции. В технике особи – технические изделия или технические параметры изделий, а многочисленную совокупность технических изделий (особей) называют техноценозом [3]. Н-распределение является математическим обоснованием техноценозов [5]. Целью настоящей работы является проверка справедливости закона рангового Н-распределения для педагогических образовательных систем.

Будем пользоваться понятийным аппаратом, принятым в ценологической теории. Тогда для социальных систем особи – это люди, а любая социальная система, в том числе и общеобразовательная школа, класс, учебная группа и т.д. является *социоценозом*. Первая процедура в ранговом анализе – *ранжирование* (также широко применяемая в педагогике) – процедура упорядочения объектов по степени выраженности какого-либо качества: изучаемые объекты располагаются в ряд в порядке убывания уровня исследуемого качества [7, с.48]. В результате получается *ранговое распределение*. Если в качестве параметра рассматривается мощность популяции (численность, которой представлен вид в ценозе), то в этом случае распределение называется *ранговым видовым*. Если в распределении фигурирует какой-либо из видообразующих параметров, например, в

техноценозе – стоимость изделий, потребляемая мощность, в социоценозе – успеваемость учеников, рейтинг тестирования и т.д., тогда распределение будет *ранговым параметрическим*. Таким образом, в ранговом видовом распределении ранжируются виды, а в параметрическом – особи [2,5]. Известна закономерность: чем меньше численность вида в ценозе (мощность популяции), тем выше его основные видообразующие (качественные) параметры [2]. В этом проявляется один из фундаментальных законов природы. Проиллюстрируем этот закон для случая педагогических систем. Если рассмотреть совокупность средних общеобразовательных учреждений в любом городе России (или в целом в стране) как ценоз, то в *видовом распределении* общеобразовательные средние школы будут представлять самую мощную популяцию – "серийный вид" (или по терминологии Б.И. Кудрина – "саранчовую касту"), в котором сосредоточено большинство учащихся (особей). Второй по мощности популяцией можно назвать средние общеобразовательные школы, осуществляющие профилизацию обучения. Популяцию гораздо меньшей мощности составляют школы нового типа, тесно взаимодействующие с вузами, содержащие в своей структуре профильные классы при вузах, в которых работают вузовские преподаватели. И, наконец, выделяются редкие популяции, представленные всего лишь несколькими видовыми экземплярами (по Б.И.Кудрину – "ноева каста"): лицеи, гимназии, авторские школы, школы-интернаты для одарённых детей.

Закон рангового распределения особей в техноценозе (Н-распределение) имеет вид гиперболы [1]:

$$W = \frac{A}{r^\beta}, \quad (1)$$

где А – коэффициент аппроксимации или максимальное значение параметра особи с рангом 1, т.е. в первой точке (лучшая особь), г – номер ранга, β – ранговый коэффициент, ха-

рактически характеризующий степень крутизны кривой распределения, (причём наилучшим состоянием техноценоза является такое состояние, при котором параметр β находится в пределах: $0,5 \leq \beta \leq 1,5$; для идеального изолированного техноценоза, каких в природе не существует, $\beta=1$).

В настоящей работе осуществлена проверка справедливости закона рангового распределения (1) для педагогических образовательных систем. Было исследовано около 60 распределений: ранговые распределения общеобразовательных школ, лицеев и гимназий России по рейтинговому баллу за 2000 год; рейтинговые распределения школ г. Ульяновска по количеству выпускников, поступивших в Ульяновский государственный университет (УлГУ); рейтинговые распределения участников олимпиад по физике, математике, проводимых УлГУ для школьников; ранговые распределения учащихся физико-математических классов (ФМК) по итоговой успеваемости, по результатам контрольных работ и многие другие.

Построения графиков ранговых распределений и их аппроксимация показали один и тот же результат: эти ранговые распределения являются Н-распределениями вида (1). Для примера приведены два графика. На рис. 1 – график рангового распределения 100 лучших средних общеобразовательных учреждений России (школы, лицеи, гимназии) в 2000 г, построенный по данным рейтинговой таблицы, опубликованной в журнале «Карьера» [7, с. 78-80]. На рис. 2 - график рангового распределения школ г. Ульяновска по числу учащихся, поступивших в УлГУ в 2000 году. Из рис. 1 и 2 видно, что экспериментальные графики представляют собой гиперболические кривые. Была проведена аппроксимация этих экспериментальных графических зависимостей с помощью компьютерной программы и получена соответствующая им функциональная зависимость.

$$W = b + \frac{A}{r^\beta}, \quad (2)$$

Из графиков видно, что экспериментальные точки хорошо ложатся на теоретические аппроксимированные кривые. Подобный вид имеют графики рейтингового распределения участников олимпиад или успеваемости учащихся в классе, оцениваемой по рейтинговой системе. В случае совпадений теоретической и экспериментальной кривых считается, что ценоз находится в состоянии устойчивого равновесия.

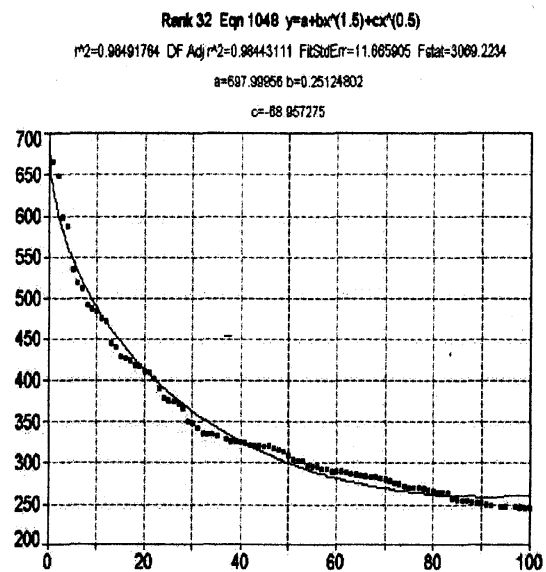


Рис.1. График рангового распределения 100 лучших средних общеобразовательных учреждений России (школы, лицеи, гимназии) по рейтингу 2000 года с аппроксимацией: r – ранговый номер школы (по оси X), W – рейтинг в баллах (по оси Y): $A= 650,7$; $\beta = 0,5$; $b = 216$

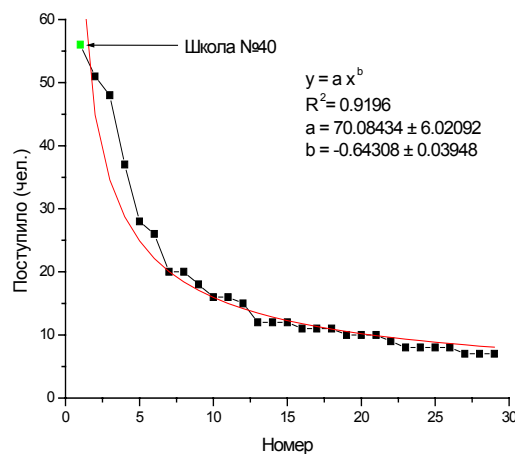


Рис. 2. График рангового распределения школ г. Ульяновска по числу выпускников, поступивших в УлГУ в 2000 году с аппроксимацией: r - ранговый номер школы, W – число выпускников, поступивших в УлГУ из данной школы: $A= 70,1$; $\beta = 0,64$; $b = 0$

Применение закона рангового распределения в педагогических системах заключает в себе огромные прогностические возможности, так как является мощным работающим регулятивом оптимизации любой образовательной системы как социоценоза, позволяющим производить объективную оценку качества образовательного процесса и указывать пути его оптимизации. Сущность ценологического

ЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

метода заключается в том, что строится экспериментальное ранговое распределение исследуемой системы, затем строится теоретическая кривая (аппроксимированная), имеющая вид гиперболы и называемая Н-распределением. Обе кривые сравниваются друг с другом. Если экспериментальные точки выпадают из теоретической кривой, требуется анализ и оптимизация системы. При сравнении этих кривых, делают вывод: что реально нужно сделать в ценнозе, чтобы точки реальной кривой стремились лечь на теоретическую кривую [2, 3]. Эта процедура заключается в определении способов и средств для устранения аномальных отклонений в ранговом распределении (то есть тех точек, которые выпадают из теоретической кривой распределения). Оптимизация является одной из сложнейших и важнейших задач ценологической теории и осуществляется двумя путями: 1) номенклатурная оптимизация - целенаправленное изменение состава ценноза (отсев слабых особей), устремляющее видовое распределение социоценноза по форме к каноническому; 2) параметрическая оптимизация - целенаправленное улучшение параметров отдельных особей, приводящее социоценноз к более устойчивому и эффективному состоянию [2,5] (в случае успеваемости - улучшение уровня учебной подготовки слабых учащихся, которые "ухудшают" всю систему).

Таким образом, *оптимизация ценноза может осуществляться не только за счет изменения его параметров, но также и путём изменения численности особей данного вида в ценнозе*, так как в любом ценнозе существует глубокая, фундаментальная связь между численностью особей и уровнем их основных видообразующих параметров, выражаемая формулой (1).

В целях оптимизации процесса обучения в ФМК школы №40 г. Ульяновска при УлГУ используется ранговый анализ, предполагающий учет законов развития профильного ФМК как социальной системы. Для этого проводились ценологические исследования успеваемости в 10-х и 11-х ФМК при школе № 40 в период 2000 -2003 г. Ранговому анализу подвергалась успеваемость учащихся по русскому языку, физике и математике за 1-ый семестр обучения. Первый ранг присваивался учащемуся, имеющему максимальный балл по данному предмету 5+ (олимпиадники, медалисты) "5-" соответствует среднему баллу 4,7; "4+" соответствует баллу 4,2- 4,4; "4-" соответствует среднему баллу "3,7", и так

далее. Средний балл успеваемости по предмету за 1-ый семестр 10-го класса для каждого учащегося высчитывался по текущим оценкам из журнала как среднее арифметическое (отношение суммы баллов к числу оценок). Затем проводилось ранжирование учащихся по успеваемости и графическое построение ранговых распределений.

К концу первого полугодия учащиеся (особи) распределяются по успеваемости в соответствии с реальными графиками, типичный вид которых представлен на рис.3 и рис. 4. Первый график представляет собой ранговое распределение успеваемости 56 учащихся двух 10-х классов по литературе (учитель Дупленко М.В.). График на рис.4 является реальным ранговым распределением успеваемости 29-ти учащихся 10 В ФМК по математике (учитель Шипатова Г.А.) за первое полугодие 2001 года. "Завал хвоста" гипербол в обоих графиках сигнализирует о необходимости срочных мер оптимизации. Изломы реальных кривых показывают, что система находится в неустойчивом состоянии: необходимо поднять "хвост" успеваемости, или уменьшить число особей с оценкой 2 (отчисление).

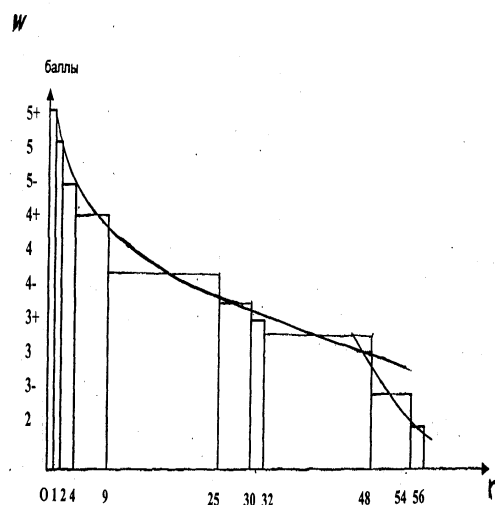


Рис. 3. Кривая рангового распределения учащихся двух физико-математических 10 В и 10 Г классов по итоговой успеваемости за первое полугодие (русский язык, преподаватель Дупленко М.В., 2000 г.): г – ранговый номер ученика, W-средний балл успеваемости учащегося

Проверено: кривые рангового распределения успеваемости учащихся ФМК в первом полугодии за разные годы имеют аналогичный вид и аппроксимируются зависимостью (2) с своими значениями констант.

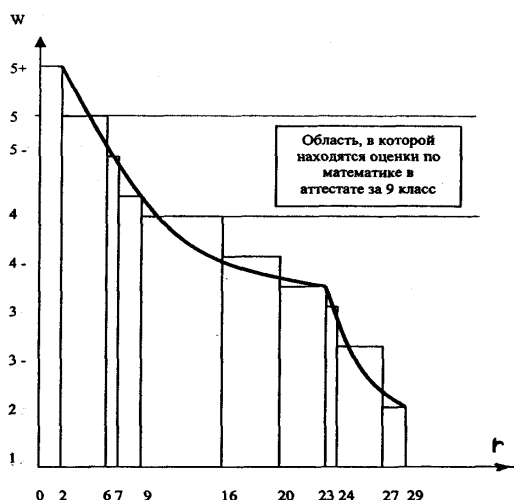


Рис.4. Кривая рангового распределения успеваемости 10 В ФМК за I-ое полугодие (2001 г.) по математике: W - средний балл (отношение суммы баллов, набранных за полугодие, к числу оценок), r - ранговый номер ученика

Таким образом, с помощью закона рангового распределения можно производить оценку качества образования педагогической системы.

В физико-математические 10-е классы принимаются учащиеся, имеющие в аттестате за 9-ый класс только "4" и "5". По данным из аттестатов за 9-ый класс средний балл успеваемости 10 В и 10 Г классов по физике составляет 5 (все отличники), средний балл успеваемости по русскому языку и литературе - около 4,5. Тем не менее, в конце 1-го семестра образуется ранговая система, в состав которой входят учащиеся с разной успеваемостью, в том числе образуются и "двоечники": средний балл успеваемости класса снижается по физике - до 4-х баллов, по литературе - до 3-х баллов. Если «двоечников» слишком много - более 10%, - системе угрожает опасность: цель может быть не достигнута. Ежегодно из ФМК школы №40 при УлГУ отчисляются около 20% неуспевающих (номенклатурная оптимизация) и в течение двух лет ведется кропотливая работа педагогов по повышению уровня успеваемости учащихся (параметрическая оптимизация). В процессе номенклатурной и параметрической оптимизации систем, средний балл успеваемости этих классов на выпуске (оценки в аттестате) возрастает до 4,7 по физике и до 4 по литературе. Применение рангового анализа для оптимизации образовательного процесса в ФМК школы №40 при УлГУ является *управленческим условием* эффективной профильной подготовки учащихся. При по-

ступлении в вуз эти учащиеся попадут в новую ранговую систему, где каждый займет свое место в новом N-распределении.

В ранговом анализе заложен большой *прогностический потенциал*. Знание и учёт закона рангового N-распределения позволяет прогнозировать результаты обучения: количество двоек на группу на любом экзамене должно составлять не более 5-10% от общего числа оценок. То же относится и к отличным оценкам. В выпускном классе из 25 учащихся по закону рангового распределения не может быть более 2-х медалистов. Если их больше, остальные медалисты - "дутые". Перекосы в этом аспекте свидетельствует о серьёзных искажениях в образовательной системе.

Закон рангового распределения может применяться также для *оценки критериальной системы проверки качества образования*. В качестве примера приведём два графика на рис. 5 и рис. 6, построенных по данным рейтинговых таблиц, опубликованных в журнале «Карьера» [1, с.76]. И. Воробьева и А. Трушин описывают систему критериев для оценки качества образования школ, лицеев, гимназий [1]. На рис. 5 изображены экспериментальный и теоретический графики распределения 60-ти лучших гимназий России в 2000 году. Теоретический график построен путём аппроксимации экспериментальной зависимости с помощью компьютерной программы.

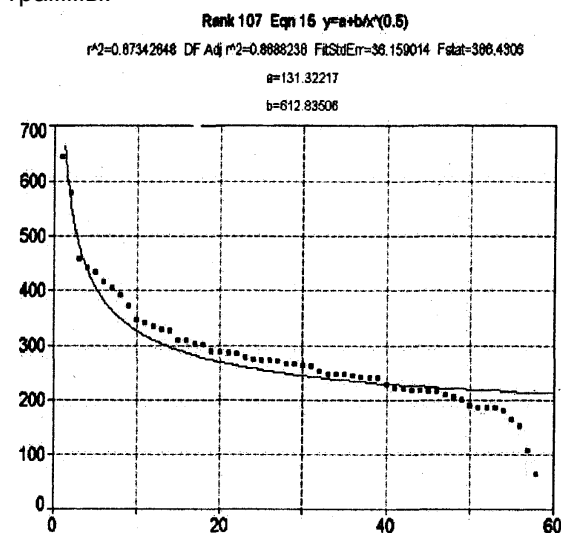


Рис.5. График рангового распределения 60 лучших гимназий России по рейтингу 2000 года с аппроксимацией: r – ранговый номер гимназии (по оси X), W – её рейтинг в баллах (по оси Y)

ЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Аппроксимация показала, что распределение подчинено гиперболическому закону (2), где $A = 650$; $\beta = 0,5$; $b = 131,3$.

Как видно из рис. 5, экспериментальная кривая отличается от аппроксимированной кривой: «завал хвоста» гиперболы в распределении свидетельствует о том, что гимназии за ранговыми номерами № 55- 60 незаслуженно включены в списки лучших (верхние и нижние рейтинговые границы, как правило, устанавливаются субъективным решением судей). Если максимальное число баллов, полученное гимназией под ранговым номером 1, соответствует 650 (лучшая особь), то по закону рангового распределения (2), соответствующему данной зависимости, минимальное число баллов в рейтинговой таблице должно быть около 200 (нижняя рейтинговая граница). На рис.6 показан график распределения 42-х лучших общеобразовательных школ России с аппроксимацией. Для этого случая расчёты показали: $A = 852$; $\beta = 0,3$; $b = 250$.

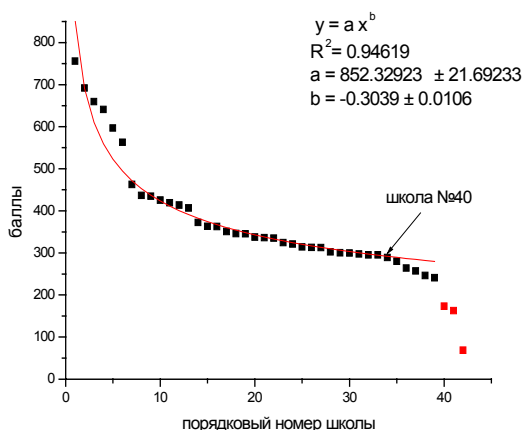


Рис. 6. График рангового распределения общеобразовательных школ России по рейтингу 2000 г года с аппроксимацией: r – ранговый номер школы (по оси X), W – её рейтинг в баллах (по оси Y)

Как видно из рис. 6, экспериментальные точки не совсем хорошо ложатся на теоретическую кривую аппроксимации. «Завал хвоста» гиперболы в распределении на рис.6 свидетельствует о том, что школы за ранговыми номерами № 35- 42 не следовало включать в списки лучших школ. Школы с ранговыми номерами 3, 4, 5 также выпадают из теоретической кривой: им приписан завышенный рейтинговый балл. Однако, предложенная в [1] система критериев для рейтинговой оценки средних учебных заведений позволяет правильно определить 100 лучших общеобразовательных учреждений России

(см. рис. 1). Таким образом, можно сделать вывод, что в, целом, критериальная система проверки качества образования, рассмотренная и опубликованная в [1], надёжна, объективна и адекватно отражает действительность, но требует небольшой корректировки. Таким образом, знание закона рангового распределения позволяет устанавливать объективные рейтинговые рамки любых оценочных мероприятий в педагогических статистических системах.

Выводы

1. Установлена справедливость закона рангового H -распределения для педагогических систем. Школьные классы, учебные группы представляют собой ранговые системы, для которых справедливо H -распределение и его необходимо учитывать в педагогической практике.

2. Перенесён ценологический метод рангового анализа, применяемый в техноценозах, на педагогические образовательные системы:

-Закон рангового распределения является мощным (действенным) работающим регулятивом оптимизации любой образовательной системы как социоценоза., так как позволяет не только производить объективную оценку качества образовательного процесса, но и указывать пути его оптимизации (номенклатурная, параметрическая).

- Применение ценологических методов в образовательных системах включает в себе огромные прогностические возможности: закон рангового распределения не только устанавливает необходимость наличия слабых и сильных особей в системе, но и позволяет предсказывать (рассчитывать) их точное допустимое количество в ней.

- Закон рангового распределения может применяться также для проверки критериальной системы оценки качества образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьева И., Трушин А. Удар в school. Карьера, №4, 2001 г. - С.72-84.
2. Гнатюк В.И. Ранговый анализ техноценозов. / Электрика.- 2001, №8.- С.14-22.
3. Кудрин Б.И. Введение в технетику. 2-е изд., переработанное, дополненное. Томск: Изд. Томск. госуниверситета, 1993. – 552 с.
4. Кудрин Б.И., Жилин Б.В., Лагуткин О.Е., Ошурков М.Г. Ценологическое определение параметров электропотребления многономенклатурных производств. Тула: Приок. кн. изд-во, 1994. -161 с.

5. Математическое описание ценозов и закономерности технетики. Философия и становление технетики. Вып.1, вып.2."Ценологические исследования". Абакан: Центр системных исследований, 1996.- 452 с.

6. Рябко Б.Я., Кудрин Б.И., Завалишин Н.Н., Кудрин А.И. Модель формирования статистической структуры биоценозов./ Известия Сиб. отде-

ления АН СССР. Серия биолог.наук. Вып.1, 1978. – С. 17-25.

7. Селевко Г.К., Басов А.В. Новое педагогическое мышление: педагогический поиск и экспериментирование. Ярославль: Ярославский обл. институт усовершенствования учителей, 1991. – 72 с.