

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИНТЕЛЛЕКТА ИНДИВИДА. ФРАКТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПСИХИКИ

Обгадзе Т.А., Нерсесов Г. Л.
Грузинский технический университет

Резюме

Рассматриваются общеизвестный тестологический подход Терстоуна – Гильфорда – Мейли и этологический подход Чарлсворза – Пиаже. Между тестами, использованными Терстоуном, как правило, наблюдаются положительные корреляции. Проведение факторного анализа второго порядка показывает возможность введения обобщенного фактора, аналогичного Спирменовскому фактору g . Анализ множества работ по психологии интеллекта показывает, что, несмотря на различные концепции и подходы, нет общей теории интеллекта, объясняющей различные аспекты интеллекта как части единого целого, нет общей линии развития уровня интеллекта и развития структуры интеллекта на разных уровнях эволюции. Для восполнения вышеуказанных пробелов, следуя Обгадзе Т.А., вводится понятие индекса интеллекта, для которого строится математическая модель и находится точное решение для динамики индекса. В процессе исследования динамики индекса интеллекта для временных масштабов разной длины изучается структура изменения индекса интеллекта по времени. Полученная идентичность аналитической зависимости индекса интеллекта от возраста, при разных временных масштабах, говорит о самоподобии, что является характерным для структуры фрактальных множеств. Точкой отсчета для каждого масштаба времени – является звездная дата рождения индивида.

Ключевые слова. Математическое моделирование. Факторный анализ. Психология интеллекта. Индекс интеллекта. Фрактальные множества.

1. Введение

В психологии интеллекта существует множество теорий, которые носят, скорее характер учения, чем науки. Из научных теорий можно выделить: тестологический подход Терстоуна – Гильфорда – Мейли [1-3] и этологический подход Чарлсворза – Пиаже [4-5].

По Терстоуну интеллект – состоит из 7 первичных способностей:

1. S – пространственный (способность мысленно оперировать пространственными отношениями);
2. P- восприятие (способность детализировать зрительные образы);
3. N- вычислительные (способность выполнять основные арифметические действия);
4. V- вербальный (способность раскрывать значение слов);
5. F- беглость речи (способность быстро подобрать слово по заданному критерию);
6. M- память (способность запоминать и воспроизводить информацию);
7. R- логическое рассуждение (способность выявлять закономерность в ряду букв, цифр, фигур).

Между тестами, использованными Терстоуном [1], как правило, наблюдаются положительные корреляции. Проведение факторного анализа второго порядка (т.е. факторизация корреляций всех

возможных пар факторов) показывает возможность введения обобщенного фактора аналогичного Спирменовскому фактору g .

Дж. Гилфордом была предложена линия Терстоуна – о множественности интеллектуальных способностей [2], которая включает три аспекта интеллектуальной деятельности:

- а) тип выполняемой умственной операции;
- б) содержание интеллектуальной деятельности;
- в) разновидности конечного продукта.

Р. Мейли [3], попытавшись соотнести идеи и методы тестологического исследования Дж. Гилфорда с теоретическими позициями гештальт – психологии (в частности, положением о ключевой роли процесса структурирования образа ситуации) выделил и интерпретировал четыре аспекта интеллекта : сложность (способность дифференцировать и связывать элементы тестовой ситуации), пластичность (способность быстро и гибко перестраивать образы), глобальность (способность из неполного набора элементов выстраивать целостный осмысленный образ), беглость (способность к быстрому порождению множества разнообразных идей относительно исходной ситуации).

По мнению У.Р. Чарлсворза [4], сторонника этологического подхода в объяснении природы интеллекта, отправной точкой в его исследованиях должно стать изучение поведения в естественной среде. Интеллект, по Чарлсворзу – это способ адаптации живого существа к требованиям действительности, сформировавшемся в процессе эволюции.

Согласно Ж. Пиаже [5] – интеллект – это наиболее совершенная форма адаптации организма к среде, представляющая собой единство процесса ассимиляции и процесса аккомодации.

2. Возрастная схема

Развитие интеллекта – это стихийный процесс, который значительно зависит от возраста человека. Согласно исследованиям Пиаже, в этом процессе можно выделить пять стадий:

- а) стадия сенсо – моторного интеллекта (от 8- 10 месяцев до 1.5 лет);
- б) символический или до понятийный интеллект (от 1.5 – 2 лет до 4 лет);
- в) стадия интуитивного интеллекта (от 4 до 7 – 8 лет);
- г) стадия конкретных операций (от 7 – 8 лет до 11 – 12 лет);
- д) стадия формальных операций, или рефлексивный интеллект (от 11 – 12 до 14 – 15 лет).

Для целей наших исследований мы должны добавить к схеме Пиаже еще несколько стадий:

- е) стадия максимализма и переоценки собственных возможностей (от 14 – 15 лет до 19 – 20 лет);
- ж) стадия борьбы и самоутверждения (от 19-20 лет до 35-40 лет);
- з) стадия зрелости и творческого подъема (от 35 – 40 лет до 42 – 45 лет);
- и) стадия перехода и перестройки интеллекта – вторая молодость (от 42 – 45 лет до 50 – 55 лет);

- к) стадия апатии и возрастной зависти (от 50 – 55 лет до 60 – 65 лет);
- л) стадия смирения и любви к слабым существам (от 60 – 65 лет до 70 – 75 лет);
- м) стадия ненависти к жизни (от 70 – 75 лет до 85 – 90 лет).

Анализ множества работ по психологии интеллекта, показывает, что, несмотря на различные концепции и подходы, нет общей теории интеллекта объясняющей различные аспекты интеллекта, как части единого целого, нет общей линии развития уровня интеллекта и развития структуры интеллекта на разных уровнях эволюции.

Для восполнения вышеуказанных пробелов, следуя Обгадзе Т.А.[6] введем понятие индекса интеллекта и изучим его изменения с возрастом человека.

Определение: свойство человека адаптироваться к окружающему миру – называется интеллектом.

Интеллект человека будем характеризовать – индексом интеллекта $I(t)$. Индекс интеллекта является функцией времени (возраста человека). При зарождении эмбриона $t=0$, индекс интеллекта $I(0)=0$. Со временем пройдя необходимые этапы развития, эмбрион превращается в плод, а далее в ребенка. Этот этап характеризуется медленным ростом индекса интеллектуальности. Дойдя до максимально возможного значения $I(t)=1$, далее индекс интеллектуальности убывает, что является следствием старения.

Числовой характеристикой индекса интеллектуальности является отношение $I(t)=m/n$, где n – число всевозможных показателей трехкомпонентного теста интеллектуальности Стернберга [7-11]; m – число показателей интеллектуальности которые присутствуют на данной стадии (в возрасте t), с вероятностью 0.99.

Для построения математической модели динамики интеллекта, воспользуемся метафизическим методом. Скорость изменения индекса интеллекта $I(t)$ с возрастом t , прямопропорциональна значению индекса, так как, чем более интеллектуален человек тем больше его ресурс дальнейшего роста, хотя, с возрастом эта зависимость уменьшается. Иначе говоря, имеем зависимость

$$I(t) \sim \frac{I(t)}{t}, \quad (1)$$

кроме того, за каждое тысячелетие происходит рост продолжительности средней жизни; поэтому, имеем дополнительную зависимость скорости уменьшения скорости изменения индекса интеллекта имеет вид

$$I(t) \sim - \frac{t}{1000} \cdot I(t). \quad (2)$$

Исходя из зависимостей (1) и (2), мы получаем математическую модель динамики индекса интеллекта в виде

$$\dot{I}(t) = \frac{I(t)}{t} - \frac{t}{1000} \cdot I(t). \quad (3)$$

Это уравнение с разделяющимися переменными, общее решение которого имеет вид

$$I(t) = C_1 \cdot t \cdot e^{-0.0005 \cdot t^2}. \quad (4)$$

Эту зависимость будем использовать в качестве функции приближения, при регрессионном анализе данных экспериментов по тестам Стернберга.

Используя обобщенную возрастную схему а)-м) –Пиаже – Обгадзе, и проводя статистическую обработку данных выборки для каждой из возрастных групп, получаем таблицу пар данных выборки (I(t), t), где I(t) – среднее значение индекса интеллектуальности для генеральной совокупности с вероятностью 0.99.

Для более наглядного представления зависимости I(t) – была использована программа Mathcad 2001 professional, рис.1.

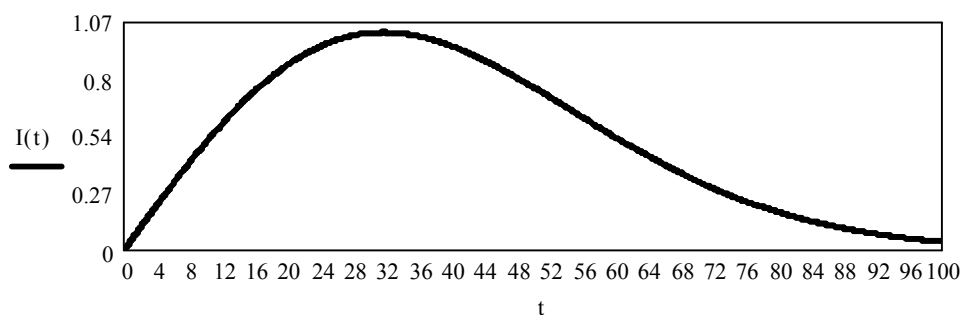


Рис.1. Эмпирический график зависимости индекса интеллекта I(t) от возраста t.

Регрессионный анализ. Фрактальность по времени.

Проводя нелинейный регрессионный анализ, решение ищется в виде (4):

$$g(x, y) = y \cdot x \cdot e^{-0.0005 x^2} \quad (5)$$

получается аналитическая зависимость:

$$I(t) = g(t, 0.052). \quad (6)$$

Исследуя динамику индекса интеллекта для временных масштабов разной длины, получается фрактальная структура изменения индекса интеллекта по времени. Действительно, сопоставляя таблицы экспериментальных данных для масштабов времени 1 год, 1 месяц, 1 неделя, 1 сутки и производя поиск зависимости по нелинейной регрессионной модели, получаем, что все эти зависимости имеют одинаковую структуру развития.

А именно, для масштаба времени длиной 1 год, имеем зависимость рис.2.

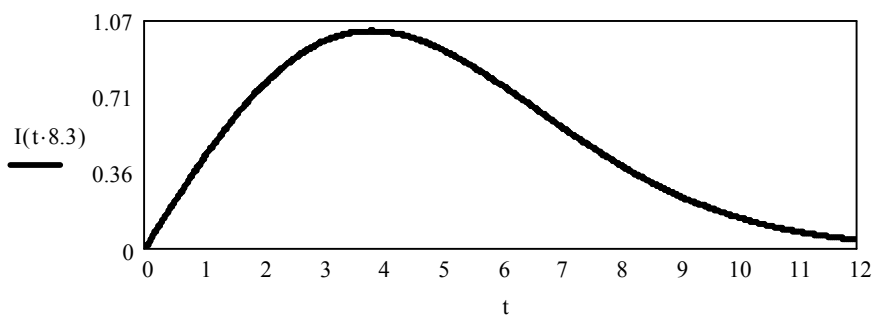


Рис.2. Зависимость индекса интеллекта $I(t \cdot 8.3) = g(t \cdot 8.3)$ от времени t масштабом изменения 1 год (12 месяцев)

Для масштаба времени длиной 1 месяц, имеем зависимость рис.3.

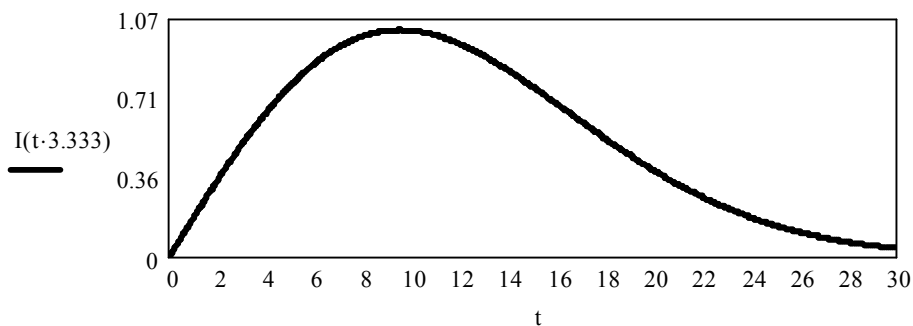


Рис.3. Зависимость индекса интеллекта $I(t \cdot 3.333) = g(t \cdot 3.333)$ от времени t масштабом изменения 1 месяц (30 дней).

Для масштаба времени длиной 1 неделя, имеем зависимость рис.4.

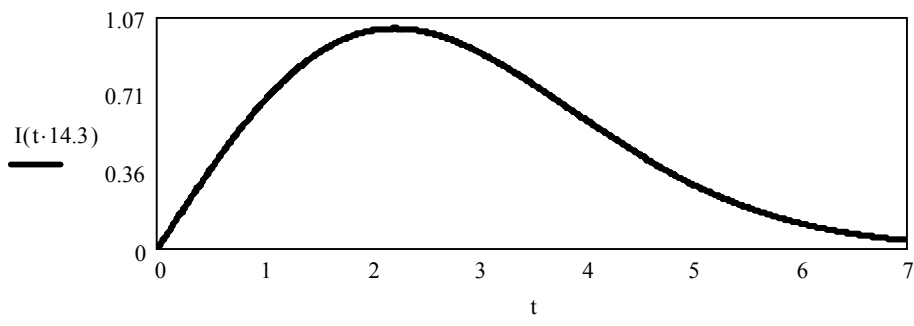


Рис.4. Зависимость индекса интеллекта $I(t \cdot 14.3) = g(t \cdot 14.3)$ от времени t масштабом изменения 1 неделя (7 дней)

Для масштаба времени длиной 1 сутки, имеем зависимость рис.5.

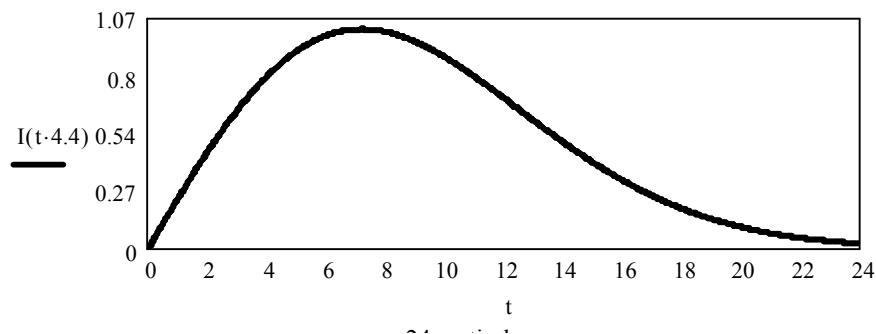


Рис.5. Зависимость индекса интеллекта $I(t \cdot 4.4) = g(t \cdot 4.4)$ от времени t масштабом изменения 1 сутки(24 часа)

3. Заключение

Полученная идентичность аналитической зависимости индекса интеллекта от возраста, при разных временных масштабах, говорит о самоподобии, что является характерным для структуры фрактальных множеств. Точкой отсчета для каждого масштаба времени – является звездная дата рождения индивида.

Литература

1. Thurstone L.L. Primary mental abilities. Chicago: University of Chicago Press. 1938
2. Guilford J.P. The nature of human intelligence. N. Y.: MC. Graw Hill. 1967
3. Meili R. Structur der Intelligenz. Bern: Huber. 1981
4. Charlesworth W. R. Human Intelligence as adaptation: An ethological approach. In:// Resnick L. B. (Ed.). The nature of intelligence. N. Y.: Erlbaum. 1976
5. Piaget. J The Psychology of intelligence. Totowa NJ: Littlefield Adams. 1972
6. Обгадзе Т.А. Математическое моделирование в психологии интеллекта индивида. Фрактальная структура психики, Сборник научных трудов Института бизнеса и политики №2, Москва, 2004
7. Strenberg R.J. Theory and measurement of tacit knowledge as part of practical intelligence. Zeitschrift fur Psychologie, v.203. 1995
8. Strenberg R.J. Theory – based testing of intellectual abilities: Rationale for the Triarchic Abilities Test. In H. Rowe(Ed.), Intelligence : Reconceptualization and measurement. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1991
9. Strenberg R.J. Sternberg Triarchic Abilities Test. Unpublished test. 1993
10. Strenberg R.J., Wagner, R. K., Williams, W. M., & Horvath, J. A. Testing common sense. American Psychologist, V. 50, 1995
11. Обгадзе Т.А. О фрактальной структуре психики индивида и психики сообщества. Тез. Докл. Межд. конф. “Нелинейный мир“, г. Астрахан, 2003

**ინდივიდის ინტელექტის დინამიკის მათემატიკური მოდელირება.
ფრაქტალური სტრუქტურა**

თამაზ ობგაძე, გიორგი ნერსესოვი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია საყოველთაოდ ცნობილი ტერსტოუნ – გილფორდ – მეილის ტესტოლოგიური მიდგომა და ჩარლსვორზ – პიაჟეს ეთოლოგიური მიდგომა. როგორც წესი, ტერსტოუნის მიერ გამოყენებულ ტესტებს შორის შეინიშნება დადებითი კორელაციები. მეორე რიგის ფაქტორული ანალიზი საშუალებას გვაძლევს შემოვიღოთ ერთიანი ფაქტორი, ანალოგიურად სპირმენის გ ფაქტორისა. ინტელექტის ფსიქოლოგიის უამრავი ნაშრომის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ, სხვადასხვა კონცეფციების და მიდგომების მიუხედავად, არ არსებობს ინტელექტის ერთიანი თეორია, რომელიც ახსნიდა ინტელექტის სხვადასხვა ასპექტს, არ არსებობს ინტელექტის დონის ევოლუციის ერთიანი ხაზი. ამ სივრცის შესავსებად, თ. ობგაძის მიხედვით, შემოიღებულია ინტელექტის ინდექსის ცნება, რომლისთვისაც იგება მათემატიკური მოდელი და განისაზღვრება ზუსტი ამონახსნი ინდექსის დინამიკისათვის. ინტელექტის ინდექსის დინამიკის კვლევის პროცესში, დროის მასშტაბების სხვადასხვა სიგრძეებისთვის, შესწავლილია ინტელექტის ინდექსის ცვლილება დროში. ინტელექტის ინდექსის ასაკზე დამოკიდებულების მიღებული იდენტურობა, დროის სხვადასხვა მასშტაბებისთვის, მოწმობს თვითმსგავსებადობაზე, რაც დამახასიათებელია ფრაქტალური სიმრავლეების სტრუქტურისათვის. ინდივიდის ვარსკვლავური დაბადების თარიღი არის ათვლის წერტილი ყოველი დროითი მასშტაბისთვის.

**MATHEMATICAL MODELING OF INTELLECT DYNAMICS
OF THE INDIVIDUAL. FRACTAL STRUCTURE OF THE PSYCHE**

Obgadze Tamaz, Nersesov George
Georgian Technical University

Summary

This article presents well-known testological approach of Thurstone - Guilford - Meili and ethological approach of Charlesworth - Piaget. Between tests, used by Thurstone, positive correlations are typically observed. Second-order factor analysis shows the possibility of the implementation of a generalized factor, similar Spirmenovskiy's factor g. Analysis of the many works on psychology of intelligence shows that, despite the different concepts and approaches, the general theory of intelligence does not explain various aspects of intelligence, as part of a whole, do not have a common line of development of intelligence level and development of the intellect structure at various levels of evolution. To fill these gaps, abide by Obgadze T.A. introduces the concept of intelligence index, which builds a mathematical model and searches out the right solution for the dynamics of the index. In the study of dynamics of the intelligence index for various lengths of time scale, it examines the changes in the structure of intelligence index over time. The received identity of animalistical dependence of an index from age, at different time scales, speaks about self-similarity that is characteristic for structure fractal sets. starting point for each time scale - is the individual's star date of birth.