

Педагогика

УДК 371.27:51-77:519.25(470.51)(045)

Н.В. Латынова

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАМЕРЕНИЙ ВЫПУСКНИКОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В статье обобщается опыт исследований, посвященных статистическому анализу и обработке данных результатов единого государственного экзамена (ЕГЭ) выпускников школ Удмуртской Республики за разные периоды. Показано, что рангово-степенная закономерность Ципфа-Мандельброта позволяет выявить профессиональные намерения ЕГЭ-респондентов, которые обладают свойством самоподобия. Тем самым, распределение ЕГЭ-респондентов Удмуртской Республики подобно распределению в отдельной школе или района, а это значит, что объект исследования обладает фракталоподобной структурой. Метрической характеристикой исследуемой структуры служит фрактальная размерность, определяемая из закономерности Ципфа-Мандельброта. Фрактальный характер такого инструмента педагогического измерения и диагностики контроля системы образования, каким по существу должен являться ЕГЭ, имеет психологическую обусловленность: любой педагогический объект обладает собственной мерой и размерностью и является дидактически уникальным, как уникальна каждая личность. Данная методика позволяет выявить своеобразный вектор профессиональных намерений, общие социальные тренды профессиональной направленности выпускников школ. Поэтому представляется целесообразным включение такого анализа в соответствующие отчетные документы предстоящих ЕГЭ и учет данных тенденций при планировании профориентационной работы вузов.

Ключевые слова: единый государственный экзамен, профессиональные намерения, закономерность Ципфа – Мандельброта, фрактальная размерность, тренды профессиональной направленности, профориентация, выпускники школ.

DOI: 10.35634/2412-9550-2022-32-4-413-422

Введение

С момента введения единого государственного экзамена в РФ не утихают споры об его целесообразности и критика в его адрес. Но нас в предлагаемом исследовании будут интересовать закономерности, которые ЕГЭ позволяет выявить относительно профессиональной направленности с помощью выбора того или иного предмета ЕГЭ-респондентами.

Существуют различные подходы к определению понятия «профессиональная направленность» и многочисленные трактовки этой психологической категории [7; 8]. В данной работе под профессиональной направленностью понимается проявление направленности личности на определенный вид профессиональной деятельности, связанное с ориентацией на профессию. Профессиональная направленность согласуется с таким понятием, как профессиональные намерения личности. Поэтому выбор того или иного предмета выпускниками может служить своеобразным индикатором профессиональной направленности и их профессиональных намерений.

В работе В.Е. Фирстова и Р.А. Иванова [17] анализируются статистические закономерности и ранговые корреляции профессиональной направленности ЕГЭ-респондентов в Саратовской области за 2009-2012 гг. По словам авторов: «Природа степенных статистик такова, что для них вероятность редких событий оказывается выше, чем для статистик с нормальным законом распределения». Такое поведение характеризует сложные системы, в которых одно событие может породить длинную цепь причинно-следственных корреляций. Это в свою очередь приводит к качественным изменениям в системе. Авторы подходят к исследованию и анализу ЕГЭ с точки зрения такой сложной системы. Выбор выпускником того или иного профильного предмета ЕГЭ на основе своих предпочтений порождает, как следствие, редкие события в такой системе. А это уже отражается и на поведении системы, и на статистике по профильным предметам [17, с. 110].

В данной статье предлагается обобщение опыта подобных исследований [1; 6; 15] по статистическим данным результатов ЕГЭ в Удмуртии. Объектом данного исследования являются статистиче-

ские данные результатов единого государственного экзамена за разные годы в УР. Предмет исследования – профессиональные намерения ЕГЭ-респондентов.

Цель работы – анализ и выявление закономерностей в результатах государственной итоговой аттестации в Удмуртской республике. Достижение поставленной цели предполагает решение таких задач, как:

- рассмотрение рангово-степенных закономерностей, появляющихся в иерархически сложноорганизованных системах;
- обработка данных результатов ЕГЭ и проверка выполнения закономерности Ципфа – Манделъброта;
- обсуждение полученных результатов.

Закономерность Ципфа-Манделъброта

Систематика – это наука о способах и принципах упорядочения множества объектов различных областей знания, действительности и деятельности, обладающих сущностным сходством.

Ранг в систематике – это уровень в иерархически организованном множестве объектов многопараметрической системы. Ранговые распределения используются при анализе сложных систем всевозможной природы. В социальных системах примером могут служить таблицы о рангах, в биологических системах – виды, классы, отряды, семейства живых организмов, в технических системах – это, например, номенклатура изделий. Ранги в систематике упорядочены значениями натурального ряда и определяют разбиение системы на компоненты, характеризующиеся определенным уровнем значимости. В качестве такого уровня можно рассматривать доход, распространенность, численность, стоимость и т. д. Каждому рангу соответствует определенное количество его представителей. Другими словами, ранг можно рассматривать как функцию соответствующего ему уровня значимости. В любой системе существуют компоненты сравнительно немногочисленные, но обладающие, в определенном смысле, высоким уровнем значимости, и сравнительно многочисленные компоненты с низким уровнем, причем по мере понижения уровня значимости число соответствующих рангов увеличивается. Эта зависимость имеет гиперболический характер, который выражается следующим образом:

$$P(i) = \frac{P(1)}{i^\beta},$$

где i – номер ранга, $P(1)$ – уровень значимости (представленность) первого ранга, параметр β характеризует «богатство» видового многообразия системы [4].

Исторически первым обратившим внимание на подобную закономерность еще в 1916 г. был Жан-Батист Эступ, стенографист французского парламента и автор нескольких учебников по стенографии. В попытках обнаружить оптимальные методы стенографии он выяснил, что при достаточно большом объеме информации в таких сообщениях имеет место частотная зависимость:

$$P(i) \cdot i = C, \quad i = 1, 2, \dots,$$

где $P(i)$ – относительная частота i -го слова в словарном списке, C – постоянная. В 1935 г. вышла книга американского лингвиста Джорджа Кингсли Ципфа «Психобиология языка». Содержательно обнаруженная Эступом частотная зависимость в ней выражается следующим образом: «Слова, требующие больше времени для их прочтения вслух, должны встречаться реже, чем короткие, легко произносимые». После выхода монографии закономерность стала именоваться законом Ципфа [16].

В 1954 г. Бенуа Манделъброт подкорректировал формулу Ципфа, что позволило добиться более точного соответствия теории практике. В более поздних работах [14] он представил теоретическое обоснование закономерности Ципфа. Манделъброт сравнивал письменный язык с кодированием, все знаки которого должны иметь определенную «стоимость». Проводя минимизацию функции стоимости сообщений, у него получилась подобная закону Ципфа закономерность:

$$P(i) = \frac{C}{(a+i)^\gamma}, \quad i = 1, 2, \dots; \quad C, a, \gamma = \text{const.}$$

В таком виде зависимость принято называть законом Ципфа–Мандельброта. Иногда в исследованиях данная закономерность встречается как закон Ципфа–Парето [2]. При $a = 0, \gamma = 1$ переходит в закон Ципфа. Оказывается, если в литературном произведении четко прописана сюжетная линия, то зависимость ранга от частоты слов, встречающихся в тексте, удовлетворяет закону Ципфа–Мандельброта. И наоборот, если исследовать текст, не обладающий смысловой корреляцией и/или составленный из различных кусков, то закономерность выполняться не будет. Другими словами, «закон Ципфа–Мандельброта оказался законом не языка, а текста, представляющего отдельное семантически коррелированное информационное сообщение» [16, с. 15]. Заметим, что поисковые роботы учитывают соответствие данному закону текста или страницы в порядке при выдаче.

Универсальный характер подобных рангово-степенных закономерностей представим на следующих ниже примерах из различных областей жизни.

В экономической статистике популярно распределение итальянского социолога и экономиста Вильфредо Парето (1897 г.). Проранжированные доходы населения также имеют гиперболическую зависимость:

$$P(i) = (P(1) - b) \left(\frac{a + 1}{a + i} \right)^{\beta} + b,$$

где a и b – параметры распределения. При $b = 0$ соотношение сводится к формуле Мандельброта [4].

Американский математик-статистик Альфред Джеймс Лотка в 1926 г. описал распределение продуктивности ученых с помощью закономерности – частного случая закона Ципфа–Мандельброта с параметрами $a = 0, \gamma = 2$. Лотка подсчитал количество ученых, написавших одну, две и т. д. статьи, на массиве публикаций, отраженных в издании “Chemical Abstracts” за 1907-1916 гг., а также проанализировал справочник открытий по физике за 1600-1900 гг. Ф. Ауэрбаха “Geschichtstafeln der Physik” (1910). В обоих случаях для числа $n(x)$ ученых, написавших x статей, было получено следующее распределение научной продуктивности: $n(x) = \frac{A}{x^2}$, где A — число ученых, написавших всего одну статью; $x = 1, 2, \dots, x_{max}$ (максимальная продуктивность ученого). Данное распределение еще называют законом обратных квадратов: количество ученых, написавших определенное число статей, обратно пропорционально квадрату этого числа статей. Закономерность проверялась на различных по объему массивах научной информации из разных научных областей и неоднократно подтверждалась. Исключения были обнаружены на самых низких значениях ($n = 1$) и самых высоких. Это еще в математическом моделировании называют краевыми эффектами. Неравномерный характер распределения научной продуктивности ученых используется в библиометрии и при анализе системы научной коммуникации. В работах [3; 9; 11] описаны методы исследования документальных информационных потоков и закономерности, выявленные в системе научной коммуникации, а также стохастическое самоподобие и фрактальность таких информационных массивов.

Немецкий физик, математик и урбанист Феликс Ауэрбах в 1913 г. проанализировал распределение численности населения городов в регионе и выявил закономерность, аналогичную закону Ципфа.

Один из ведущих специалистов по синергетике и прогнозированию России Георгий Геннадьевич Малинецкий в своих публикациях выделяет следующие области применения закономерности Ципфа–Мандельброта [5; 12; 13]:

- при построении прогнозов и минимизации рисков;
- статистика чрезвычайных ситуаций (аварий, наводнений, ураганов и т. п.) с ранжированием по числу погибших;
- для составления тезаурусов поисковых компьютерных систем;
- распространение вирусов в Интернете и ВИЧ-инфицированного населения.

В статьях В.Е. Фирстова и Р.А. Иванова [16; 17] анализируется закон Ципфа–Мандельброта в учебном процессе, в частности, при анализе ошибок результатов тестирования, а также в статистике профессиональной направленности ЕГЭ-респондентов.

Гиперболический характер рангово-степенных зависимостей для сложных иерархических структур связан с самоподобием таких структур. В работе [4] показывается данная связь с использованием экологической терминологии и инструментария мультифрактального формализма.

Выявление закономерностей при обработке результатов ЕГЭ в УР

Исходные статистические данные по ЕГЭ за 2015-2019 гг. были взяты на сайте Регионального центра оценки качества образования (РЦОКО) УР [19], за 2021 г. – из Статистико-аналитического отчета о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования в 2021 году в Удмуртской Республике. Данные за 2020 год отсутствуют – нам не удалось их найти ни на сайте РЦОКО, ни в виде отчета, связано это в том числе и с пандемией. Проведем ранжирование значимости предметов по числу респондентов, избравших данный профильный предмет – см. табл. 1. В исследовании не учитывались данные ЕГЭ по русскому языку, как обязательному предмету (в силу этого он не учитывает индивидуальных предпочтений), и китайскому, французскому и испанскому языкам, которые, если и сдавали, то не более двух респондентов (т. е. это были редкие события к общей массе выпускников).

Таблица 1

Ранг	Количество респондентов	Предмет	Количество респондентов	Предмет	Количество респондентов	Предмет
	2015		2016		2017	
1	4961 (33,7 %)	Математика (П)	4546 (31,4%)	Математика (П)	4633 (30%)	Математика (П)
2	3197 (21,7%)	Обществознание	3017 (20,9%)	Обществознание	3114(20,2%)	Обществознание
3	1855 (12,6%)	Физика	1959 (13,5%)	Физика	1992 (12,9%)	Физика
4	1200 (8,2%)	Биология	1287 (8,9%)	Биология	1431 (9,3%)	Биология
5	1084 (7,4%)	История	1105 (7,6%)	История	1262 (8,2%)	История
6	697 (4,7%)	Химия	702 (4,9%)	Химия	769 (5%)	Химия
7	519 (3,51%)	Литература	574 (4%)	Литература	713 (4,6%)	ИКТ
8	512 (3,49%)	ИКТ	573 (3,9%)	ИКТ	682 (4,4%)	Литература
9	472 (3,2%)	Англ. Язык	489 (3,4%)	Англ. Язык	553 (3,6%)	Англ. Язык
10	209 (1,4%)	География	207 (1,4%)	География	268 (1,7%)	География
11	11 (0,1%)	Немецкий язык	13 (0,1%)	Немецкий язык	17 (0,1%)	Немецкий язык
	14717 (100%)		14472 (100%)		15434 (100%)	
	2018		2019		2021	
1	4805 (29,7%)	Математика (П)	4220 (27,6%)	Математика (П)	3994 (27,8%)	Математика (П)
2	3120 (19,3%)	Обществознание	2860 (18,7%)	Обществознание	2838 (19,8%)	Обществознание
3	1978 (12,2%)	Физика	1745 (11,4%)	Физика	1475 (10,3%)	Биология
4	1562 (9,7%)	Биология	1565 (10,2%)	Биология	1428 (9,9%)	Физика
5	1177 (7,3%)	История	1106 (7,2%)	История	1227 (8,6%)	ИКТ
6	931 (5,7%)	ИКТ	1066 (7%)	ИКТ	944 (6,6%)	История
7	909 (5,6%)	Химия	950 (6,2%)	Химия	885 (6,2%)	Химия
8	656 (4,1%)	Литература	713 (4,7%)	Литература	655 (4,6%)	Англ. Язык
9	631 (4%)	Англ. Язык	676 (4,5%)	Англ. Язык	588 (4,1%)	Литература
10	358 (2,2%)	География	354 (2,3%)	География	297 (2,1%)	География
11	27 (0,2%)	Немецкий язык	26 (0,2%)	Немецкий язык	18 (0,1%)	Немецкий язык
	16154 (100%)		15281 (100%)		14349 (100%)	

Анализируя данные, можно заметить, что если в 2015–2019 гг. в тройке ведущих предметов лидировали профильная математика, обществознание и физика, то в 2021 г. физику «обгоняет» биология. Лидирующая позиция профильной математики вполне объяснима количеством мест на технические, ИТ, математические и естественнонаучные специальности и направления подготовки вузов, хотя стоит отметить тенденцию сокращения сдающих профильную математику за эти годы практически на тысячу человек (уменьшение на 6%). С другой стороны, выбор обществознания среди ЕГЭ-респондентов по значимости с учетом постоянного сокращения бюджетных мест на обществоведче-

ские и гуманитарные специальности может быть связан некоторыми конъюнктурными соображениями (влияние окружения, легко сдать и т. п.). Еще одна интересная тенденция наблюдается за данный период исследования – это постепенное перемещение информатики (ИКТ) с 8 места в 2015-2016 гг. на 5 место в 2021 г. с увеличением количества сдающих данный предмет в 2,5 раза. Это можно объяснить тем, что после провальной приемной кампании 2014 г., когда количество выпускников, сдававших ЕГЭ по физике, в Удмуртии было меньше, чем количество бюджетных мест в вузы УР с данным вступительным экзаменом. Поэтому с 2015 г. на многие математические и технические направления стали принимать ЕГЭ по информатике, как альтернативу физике.

Построим гистограмму на основе табл. 1 – см. рис. 1. Можно заметить, что график зависимости ранга от количества ЕГЭ-респондентов принимает вид гиперболы, которая аппроксимируется степенной функцией:

$$p(i) = \frac{A}{i^\alpha}, \quad (1)$$

где $p(i)$ – количество ЕГЭ-респондентов, избравших предмет i -го ранга; A , α – положительные константы, определяемые по экспериментальным данным для каждого года по отдельности следующим образом. Зависимость вида (1) в логарифмических координатах – это линейная регрессия:

$$\ln p(i) = \ln A - \alpha \ln i.$$

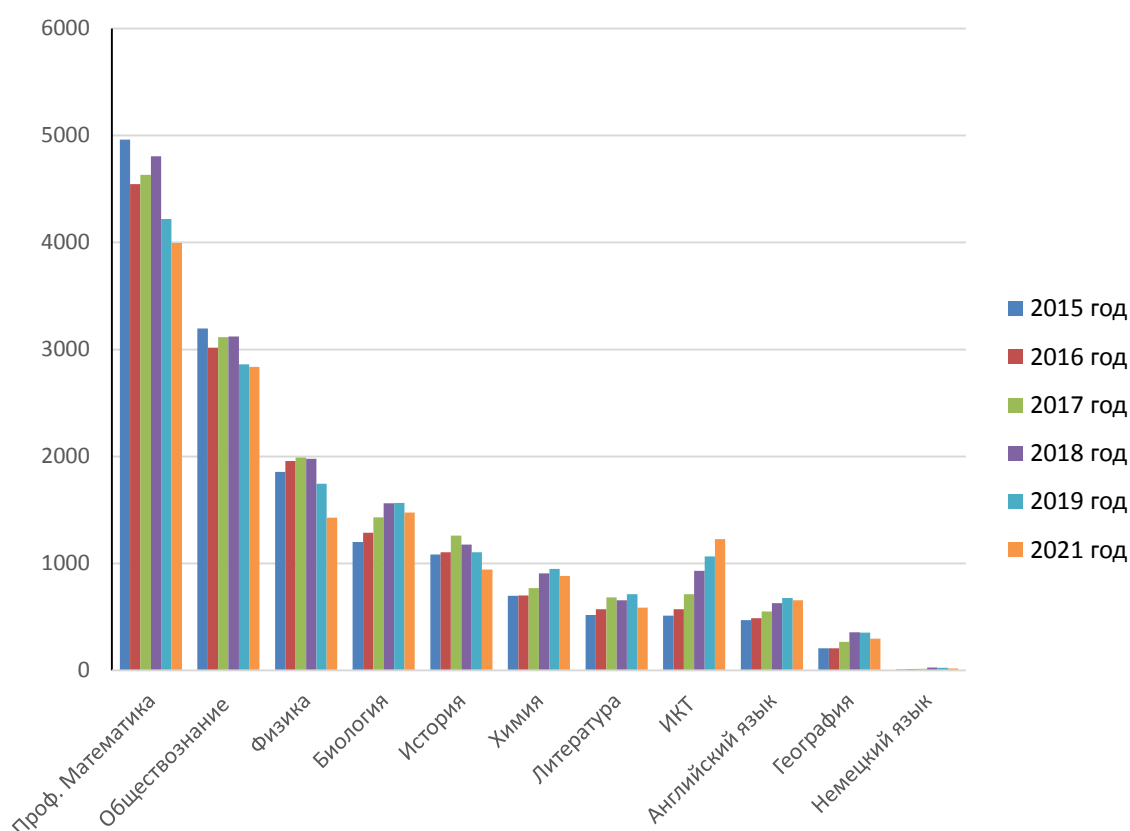


Рис. 1. Гистограмма о профессиональной направленности ЕГЭ-респондентов в 2015-2021 гг., где по оси ординат – количество ЕГЭ-респондентов

Прямая линейной регрессии строится по ранжированным данным с помощью известного метода наименьших квадратов. Из полученного уравнения определяются постоянные A , α . Все вычисления проводились в Excel [13]. Значения, полученные с помощью регрессионного анализа, представлены в табл. 2.

Таблица 2

год	Значение A	Значение α	A без математики	α без математики
2015 г.	$A=9,265638$	$\alpha = 1,76002$	8,7	1,6
2016 г.	$A=9,190804$	$\alpha = 1,68946$	8,71	1,59
2017 г.	$A=9,158483$	$\alpha = 1,58699$	8,71	1,49
2018 г.	$A=9,081712$	$\alpha = 1,46284$	8,6	1,35
2019 г.	$A=8,947106$	$\alpha = 1,38508$	8,5	1,4
2021 г.	$A=8,793733$,	$\alpha = 1,31194$	8,44	1,38

Аналогичные вычисления были проведены по ранжированным данным за исследуемые годы, но без учета ЕГЭ-респондентов по профильной математике. Сделано это для того, чтобы можно было сравнивать с полученными значениями постоянных величин A и α из работы [17]. Заметим, что только с 2015 г. ЕГЭ по математике стал двухуровневый: база и профиль. Поэтому в статье [17] исследование проводилось без математики, ЕГЭ по которой в те годы было обязательным, как и по русскому языку. На рис. 2 предлагаются гистограмма и построенные кривые Ципфа по данным результатов ЕГЭ без профильной математики. Рангово-степенной характер такой зависимости продолжает наблюдаться и без профильной математики. В табл. 2 представлены значения полученных параметров A и α с профильной математикой (столбцы 2 и 3) и без математики (столбцы 4 и 5). У В.Е. Фирстова и Р.А. Иванова [17, с. 110] по Саратовской области приводятся значения постоянных для результатов ЕГЭ-2009 $A = 11,07047498$; $\alpha = 2,133609521$ и для ЕГЭ-2010 $A = 11,04446073$; $\alpha = 2,199729855$.

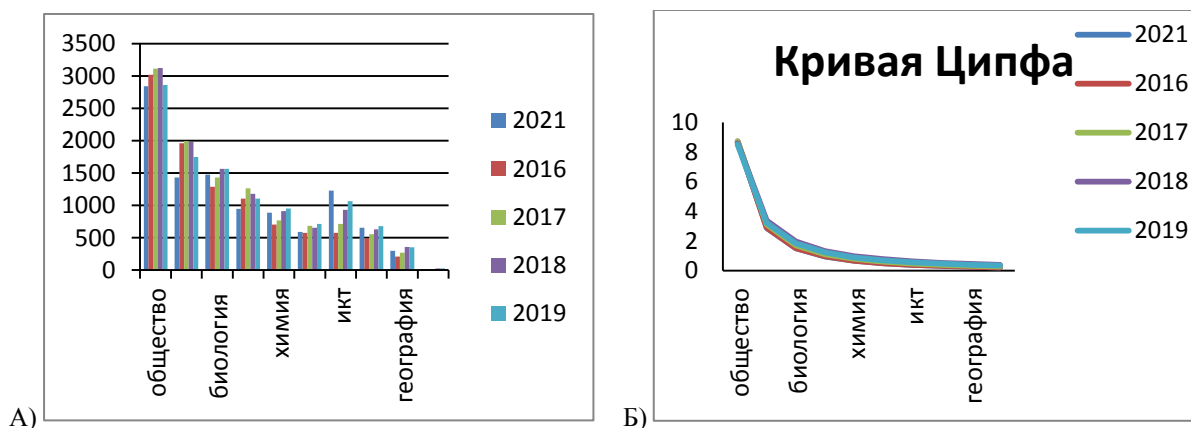


Рис. 2. А) Гистограмма о профессиональной направленности ЕГЭ-респондентов в 2016–2021 гг. без профильной математики, Б) построенные по этим данным кривые Ципфа

Рассмотрим данные о профессиональных намерениях ЕГЭ-респондентов, полученные по результатам проведения ЕГЭ в 2018-2020 гг. одной из школ (а именно, МБОУ СОШ №53) города Ижевска [6] с помощью ранжирования значимости предметов по количеству респондентов, выбравших данный профильный предмет (табл. 3).

По ранжированным данным выбора ЕГЭ выпускников этой школы видно, что картина практически не меняется по сравнению с ЕГЭ-респондентами по УР. Тройка лидеров неизменна: профильная математика – обществознание – физика. Количество выпускников, выбравших биологию, отличается на 1 от респондентов, выбравших физику. Можно обратить внимание (см. рис. 3), что в 2019 г. значительно уменьшилось количество выпускников, сдававших профильную математику, по сравнению с 2018 и 2020 гг. Это связано с тем, что с 2019 г. выпускникам разрешили сдавать только один из уровней ЕГЭ по математике: либо базовый, либо профильный. Выпускники, неуверенные в своих знаниях математики, выбрали базовый уровень, что значительно уменьшило перечень направлений подготовки и их шансы на поступление в вуз. Убедившись, что задания контрольно-измерительных материалов для профильной математики не усложнились, ЕГЭ-респонденты снова стали выбирать профильную математику в 2020 г.

Таблица 3

Ранг	Количество	Предмет	Количество	Предмет	Количество	Предмет
1	29	Математика (п)	17	Математика (п)	25	Математика (п)
2	12	Обществознание	13	Обществознание	15	Обществознание
3	9	Физика	6	Физика	11	Физика
4	8	Биология	5	Биология	10	Биология
5	6	История	4	История	8	История
6	5	Информатика	3	Информатика	7	Информатика
7	4	Литература	3	Литература	5	Литература
8	2	Химия	2	Химия	4	Химия
9	1	География	1	География	3	География

Используя регрессионный анализ для проверки закономерности Ципфа-Мандельброта, в данном случае [6] по итогам результатов ЕГЭ 2018 года получаются следующие значения параметров: $A = 38,03718933$, $\alpha = 1,37550109$; для ЕГЭ-2019 $A = 24,04329401$, $\alpha = 1,239540759$; для ЕГЭ-2020 $A = 31,30853874$, $\alpha = 0,992998486$. Можно заметить, что константы A здесь значительно увеличились по сравнению с константами, полученными при обработке и анализе данных ЕГЭ-респондентов по УР, а постоянная α , наоборот, уменьшилась за 2020 г. Связано это, прежде всего, с небольшой выборкой исходных данных.

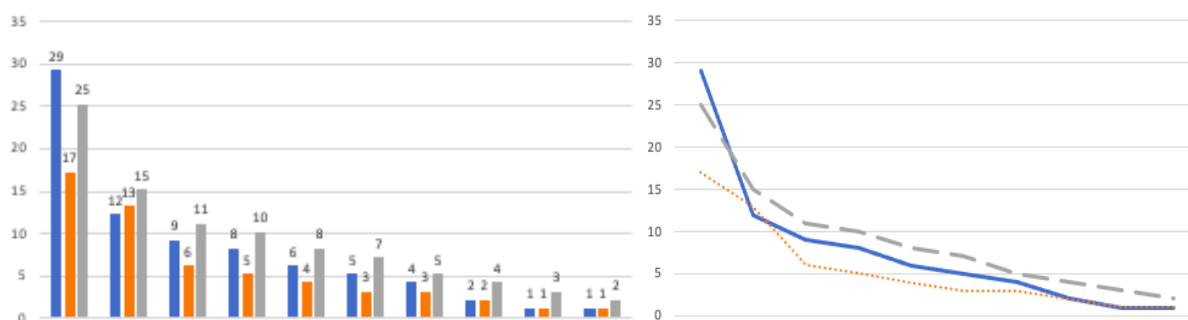


Рис. 3. Данные о профессиональной направленности ЕГЭ-респондентов в 2018-2020 гг. одной из школ г. Ижевска в виде гистограммы и ломанных, построенных по этим данным.

Подобные исследования результатов ЕГЭ в разные годы проводились студентами Ю.Г. Галиакберовой [1] по данным МБОУ СОШ № 27, Е.Н. Колзиной [6] по данным МБОУ СОШ № 53 (некоторые результаты в качестве примера представлены выше), А.А. Ульяновой [15] по данным МБОУ СОШ № 70. Отметим, что если по постоянной величине A выявить закономерности в этих работах не удалось, то константа α принимает значение в пределах от 0,99 до 1,4. Но в любом случае мы здесь наблюдаем свойство самоподобия. Стоит подчеркнуть, что речь идет о качественном самоподобии, то есть объект или процесс являются подобными в различных масштабах, пространственных или временных, статистически (каждый масштаб напоминает другие масштабы, но не идентичен им) [10, с. 6]. Другими словами, распределение ЕГЭ-респондентов Удмуртской республики подобно распределению ЕГЭ-респондентов отдельной школы. Точно так же, как распределение деревьев в лесу подобно распределению веток на дереве.

Обсуждение

Проведенные исследования действительно выявляют рангово-степенные закономерности Ципфа-Мандельброта, которые позволяют увидеть социальные тренды по статистике распределения ЕГЭ-респондентов, изменения в их профессиональной направленности и профессиональных намерениях по выбору профильного предмета. Это должно учитываться в профориентационной работе с учащимися.

Показано [4; 5], что такого рода рангово-степенные закономерности присущи многокомпонентным эволюционирующим системам, структура которых обладает фрактальными свойствами (в частности, свойством самоподобия). В работе [17] отмечаются фрактальная специфика образовательного пространства и фракталоподобные свойства педагогического измерения и диагностики контроля образовательного процесса и системы образования. Поэтому показатель α нужно трактовать как фрактальную размерность в данном случае пространства конфигураций профессиональных намерений ЕГЭ-респондентов.

По одному из определений Б. Мандельброта [10; 11]: «фрактал – это множество, фрактальная размерность которого больше топологической». Топологическая размерность множества характеризует количество параметров, необходимых для однозначного задания или определения любой точки данного множества, поэтому она будет всегда равна целому числу. Ее определяют по индукции следующим образом: для пустого множества топологическую размерность считают равной (-1) , для точки – 0 , для линии – 1 , для поверхности или плоской фигуры – 2 , для тела – 3 и т. д. Фрактальная размерность – это дробная размерность, это численная возможность описать извилистость и неровность изучаемого объекта. Представим себе объект, который уже не линия, но еще и не плоская фигура. В качестве примера такого объекта можно рассмотреть треугольник Серпинского. При построении возьмем равносторонний треугольник. На первом шаге найдем середины каждой из сторон треугольника, соединим их и получим четыре маленьких треугольника. Удалим центральный треугольник, т. е. останутся три треугольника при вершинах исходного. На следующем шаге повторим операцию с каждым из трех треугольников. Повторяя данный процесс бесконечное число раз, в результате останется объект, состоящий из одних только дырок, фрактальная размерность которого равна $\frac{\ln 3}{\ln 2} \approx 1,58$.

Тогда, возвращаясь к полученным значениям показателя в закономерности Ципфа-Мандельброта (см. табл. 2), можно заметить, что для ЕГЭ-респондентов по УР его значение снижается с 1,76 до 1,31. Первоначально этот показатель в законе Ципфа-Мандельброта характеризовал богатство языка для текстов и богатство видового разнообразия для биологических систем. В нашем случае его можно трактовать как характеристику потенциала выпускников (региона или школы) в отношении профессиональной и мотивационной направленности при выборе ЕГЭ. Если смотреть на зависимость (1) как на функцию $p(i, \alpha)$ не только от ранга $i \geq 1$, но и от параметра α , то при фиксированном значении i с ростом α эта функция, убывая, стремится к нулю. Другими словами, чем больше α , тем меньше значение $p(i, \alpha)$ при одном и том же ранге i . С другой стороны, при $\alpha \rightarrow 0$ $p(i, \alpha) \rightarrow A$, и имеем равномерное распределение.

Для текстов по закону Ципфа определяют диапазон значимых слов, то есть терминов, характеризующих смысл данного текста. Исследования показывают, что наиболее значимые слова лежат в средней части диаграммы Ципфа (графика зависимости). Действительно, часто встречающиеся слова – это, в большинстве случаев, предлоги, союзы, местоимения и пр. Редко попадающиеся в тексте слова тоже, как правило, не имеют решающего смыслового значения.

По аналогии, социальные тренды профориентации формируемого образовательного пространства прослеживаются по средней части гистограммы. Предметы-лидеры – это либо вынужденная мера выбора (для большинства бюджетных мест в вузах профильная математика и физика обязательны), либо преследуется прагматическая и конъюнктурная цель (обществознание). Аналогично редко встречающийся выбор предметов (немецкий, китайский, французский, испанский языки) характерен для выпускников с высокой мотивацией, но не влияет на общие тренды. А вот изменения в средней части диаграммы характеризуют изменения в образовании и обществе. Это видно и вполне объяснимо на примере увеличения количества выпускников, выбирающих информатику и английский язык, за исследуемый период.

Заключение

При подведении итогов исследования сделаем следующие выводы.

Профессиональные намерения ЕГЭ-респондентов при выборе профильного предмета обладают свойством качественного самоподобия, что является признаком фракталоподобной структуры объекта исследования – данных ЕГЭ как педагогической диагностики итогового контроля образовательного процесса. Метрической характеристикой такой структуры служит фрактальная размерность (показатель α), определяемая из закономерности Ципфа-Мандельброта.

Рангово-степенные закономерности действительно позволяют выявить социальные тренды и изменения по распределению ЕГЭ-респондентов в их профессиональной направленности по выбору профильного предмета. Подчеркнем, данная методика позволяет выявить общие тренды профессиональной направленности в среде выпускников и молодежи в целом, а не отдельных индивидуумов, то есть своеобразный вектор профессиональных намерений выпускников. Причем учитывая фракталоподобие такой системы, качественный характер социальных трендов будет сохраняться на разных уровнях: школа, район, город, регион, страна в целом. Это должно учитываться при профориентации учащихся всеми заинтересованными сторонами: школами, органами управления образования и вузами. Представляется целесообразным включение такого анализа в соответствующие отчетные документы РЦОКО УР и учет данных тенденций при планировании профориентационной работы вузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галиакберова Ю.Г. Статистический анализ результатов ЕГЭ на примере одной из школ города Ижевска / Ю. Г. Галиакберова; науч. рук. Н. В. Латыпова // XLV итоговая студенческая научная конференция: материалы конф. (апр. 2017 г.); отв. ред. А. М. Макаров. – Ижевск: Удмуртский университет, 2017. – С. 4-6.
2. Гришин В.А., Вискарева А.Г. Особенности оценки обученности с учетом «негауссовских» проявлений законов распределения статистической информации при контроле инновационного содержания обучения // Инновации в образовании. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2014, № 3(4). – С. 35-38.
3. Иванов С.А. Стохастические фракталы в информатике // НТИ. Сер. 2. Информ. процессы и системы. – 2002. №8 – С. 7-18. – ISSN 0548-0027.
4. Иудин Д.И. Фракталы: от простого к сложному / Д.И. Иудин, Е.В. Копосов; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 200 с., ISBN 978-5-87941-829-3.
5. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. – Изд. 4, испр. и доп. – М.: УРСС, 2019.
6. Колзина Е.Н. Выявление статистических закономерностей при анализе результатов ЕГЭ / Е.Н. Колзина; науч. рук. Н. В. Латыпова // Выпускная квалификационная работа на соискание степени бакалавра по направлению 01.03.01 «Математика». – Ижевск, 2022. – 65 с.
7. Кулов А.У. К определению понятия «Профессиональная направленность» личности // Вестник МГУКИ. 2013. №3 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-opredeleniyu-ponyatiya-professionalnaya-napravlennost-lichnosti> (дата обращения: 29.06.2022).
8. Кунц Л.И. Профессиональная направленность и направленность личности // Сибирский педагогический журнал. 2013. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnaya-napravlennost-i-napravlennost-lichnosti> (дата обращения: 29.06.2022).
9. Латыпов И.А., Латыпова Н.В. Логико-математический аппарат научных коммуникаций // Наука Удмуртии. Ижевск, 2016. № 3. С. 14-29.
10. Латыпова Н.В. Фрактальный анализ: учеб. пособие. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2020. – 120 с. – ISBN 978-5-4312-0810-2.
11. Латыпова Н.В. Компьютерная обработка данных. Фракталы: учеб. пособие. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. – 78 с., прил. – ISBN 978-5-4312-0138-7.
12. Малинецкий Г.Г. Выбор стратегии // Компьютера. – 2003. – № 38 (513). – С. 25-31.
13. Малинецкий Г.Г., Курдюмов С.П. Синергетика, прогноз и управление риском // Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. – М.: Прогресс-Традиция, 2002. – С. 378-405.
14. Мандельброт Б. Фракталы, случай и финансы – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004 – 256 с.
15. Ульянова А.А. Анализ закономерностей при обработке статистических данных результатов ГИА в УР / А.А. Ульянова; науч. рук. Н.В. Латыпова // Выпускная квалификационная работа на соискание степени бакалавра по направлению 44.03.05.04 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)». – Ижевск, 2022. – 53 с.
16. Фирстов В.Е., Иванов Р.А. Из истории стенографии и интерпретации закона Ципфа-Мандельброта в учебном процессе // Ярославский пед. вестник – 2013, №4 – Том III (Естественные науки) – С. 14-20.
17. Фирстов В.Е., Иванов Р.А. Статистические закономерности и ранговые корреляции профессиональной направленности результатов ЕГЭ в Саратовской области (2009–2012 гг.) // Известия Саратовского ун-та. Нов. серия. Сер. Философия. Психология. Педагогика. – 2013. Т. 13. Вып. 4. – С. 106–115.
18. Mandelbrot B. A Multifractal Walk Down Wall Street. – URL: <https://www.scientificamerican.com/article/a-multifractal-walk-down-wall-street/> (дата обращения: 18.08.2020).
19. ГИА в УР: статистика и мониторинг (rcoko18.ru). – URL: <https://ege.rcoko18.ru/statistic/index.php> (дата обращения: 30.06.2022).

Латыпова Наталья Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры математического анализа
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 4)
E-mail: nlatypova@udm.ru

N.V. Latypova

**IDENTIFICATION OF PATTERNS IN GRADUATES' PROFESSIONAL INTENTIONS
WHEN PROCESSING THE RESULTS OF THE UNIFIED STATE EXAM IN THE UDMURT REPUBLIC**

DOI: 10.35634/2412-9550-2022-32-4-413-422

The article summarizes the experience of research devoted to statistical analysis and data processing of the results of the unified state exam (USE) of school graduates of the Udmurt Republic for different periods. It is shown, that the rank-power law of Zipf-Mandelbrot makes it possible to identify the professional intentions of USE respondents who have the property of self-similarity. Thus, the distribution of USE respondents of the Udmurt Republic is similar to the distribution in a separate school or district, which means that the object of study has a fractal-like structure.

The metric characteristic of the structure under study is the fractal dimension determined from the Zipf-Mandelbrot regularity. The fractal nature of such an instrument of pedagogical measurement and diagnostics of the control of the education system, which in essence should be the Unified State Exam, has a psychological conditioning: any pedagogical object has its own measure and dimension and is didactically unique, as each individual is unique.

This technique allows us to identify a kind of vector of professional intentions, general social trends of professional orientation of school graduates. Therefore, it seems appropriate to include such an analysis in the relevant reporting documents of the upcoming Unified State Exam and to take these trends into account when planning the career guidance work of universities.

Keywords: unified state exam, professional intentions, Zipf-Mandelbrot regularity, fractal dimension, trends of professional orientation, career guidance, school graduates.

Received 12.09.2022

Latypova N.V., Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor
at Department of Mathematical analysis
Udmurt State University
Universitetskaya st., 1/4, Izhevsk, Russia, 426034
E-mail: nlatypova@udm.ru