ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

DOI: https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-10-74-1
УДК 519.11

Крутик А.В.
Сквирская государственная районная администрация

СВОЙСТВО ПЕРЕМЕННЫХ РАЗНОСТЕЙ (СУММ) И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СИСТЕМАХ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ

Аннотация. В этой работе автор, как и в предыдущих своих работах, предлагает, наряду с уже хорошо изученными и широко применяемыми методами статистического анализа числовых рядов, применять для их анализа также методы переменных разностей и переменных сумм. Предлагаемые методы, хотя и есть достаточно простыми и наглядными, по предположению автора, до сих пор полностью не изучены. Методы обладают интересными свойствами, которые могут быть эффективно применены, наряду с уже известными методами, в системах искусственного интеллекта (и.и.) для статистического распознавания различного рода событий (объектов) а также для математического прогнозирования их значения с течением изменения параметра (к примеру, времени или пространственных величин). Переменные разности, сумы, обладают очевидными дифференциальными и интегральными свойствами и вместе составляют более полную и нераздельную «картину» анализа числовых рядов, что автор и попытался донести до читателя этим, и предыдущими трудами. Безусловно, эти методы, на первый взгляд, можно назвать очень простыми. И это так. Но, они обладают рядом замечательных свойств и есть наглядными и «ощущаемыми» нашим разумом, что делает их уместными к решению простых и сложных задач. Это сближает математику с каждодневной нашей практикой. Конечно, целью предлагаемой вашему вниманию работы, есть желание улучшить качество нашей жизни и деятельности в различных областях.

Ключевые слова: переменные разности, переменные суммы, искусственный интеллект, распознавание событий, математическое прогнозирование, глобальное потепление.

Krutik Aleksandr
Skvyra State District Administration

PROPERTIES OF VARIABLE DIFFERENCES (SUM) AND THEIR USE IN ARTIFICIAL INTELLECT SYSTEMS FOR STATISTICAL ANALYSIS OF NUMBERS

Summary. In this work, the author, as in his previous works, proposes, in addition to the already well-studied and widely used methods of statistical analysis of numerical series, to apply to their analysis also methods of variable differences and variable sums. The proposed methods, although quite simple and evident, are not fully understood by the author's assumption. Methods have interesting properties that can be effectively applied, in addition to already known methods, in artificial intelligence systems for statistical recognition of various events (objects) and for mathematical prediction of their value with the change of parameter. Variable differences, sums, have obvious differential and integral properties and together form a more complete and indivisible "picture" of the analysis of numerical series that the author tried to convey to the reader by this and previous works. Of course, these methods, at first glance, can be called very simple. But, they have a number of wonderful properties and are visual and "felt" in our mind, which makes them relevant to solving simple and complex problems. As it is impossible to imagine a mathematical analysis of various functions without differential and integral calculations, in my opinion, statistical analysis of numerical series without variable differences and variable sums will be incomplete. This work, of course, is far from perfect in solving such problems, but the approach to solving them, considered in the work, is quite original and innovative to continue research in this direction. This brings math closer to our daily practice. Undoubtedly, the purpose of the work offered to your attention is the desire to improve the quality of our lives and activities in various fields.

Keywords: variable differences, variable amounts, artificial intelligence, event recognition, mathematical forecasting, global warming.

Постановка проблемы. Как невозможно представить математический анализ различных функций без дифференциального и интегрального вычислений так, на мой взгляд, будет неполным статистический анализ числовых рядов без переменных разностей и переменных сумм. К сожалению эти методы не нашли широкого применения на практике, несмотря на их замечательные свойства. В связи с этим возник, на мой взгляд, недостаток математических инструментов при анализе, например, числовых рядов описываемых полиномами разных степеней. Такие процессы в природе очень часто встречаются. К примеру, распространение различных энергий в различных средах и их взаимодействие между собой. Данная работа, конечно, далеко не есть совершенна в решении подобных задач, но подход к их решению, рассмотренный в работе, есть достаточно оригинальным и инновационным для продолжения исследований в этом направлении.

Анализ последних исследований и публикаций. Тема использования переменных разностей, в отличии от переменных сумм для исследования числовых рядов, достаточно изучена [1]. Необходимо заметить, что первая программированная аналитическая разностная механическая вычислительная машина в Мире была изобретена Чарльзом Беббиджем еще в позапрошлом столетии. Она реализовывала, как раз, одно из замечательных свойств метода анализа числовых рядов переменными разностями. Переменные суммы, по моему мнению, не достаточно изучены, поэтому представленная вашему вниманию работа написана мною без анализа последних исследований применения переменных сумм по причине их отсутствия в общедоступном электронном ресурсе.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Общая проблема темы исследований, которой посвящена данная работа – статистический анализ числовых рядов системами с искусственным интеллектом с целью принятия качественного решения. Нерешенная часть этой проблемы, на взгляд автора, – недостаточное применение методов дифференциального, интегрального анализа числовых последовательностей.

Формирование целей статьи. На сегодняшний момент времени, думаю, не существует универсальных методов статистического анализа числовых рядов. Каждый метод используется, на практике, при решении отдельных задач будь-то прогнозирование, распознавание или оценка каких-либо важных характеристик. И только в совокупности они могут дать «полную картину» исследуемого события (процесса) для принятия качественного решения системами с искусственным интеллектом для решения той или иной задачи при условии минимизации прогнозируемого ущерба и получения максимальной выгоды от предложенного варианта развития события (процесса). Таким образом, каждый новый предложенный эффективный метод анализа числовых рядов есть существенным вкладом в развитие этого направления жизнедеятельности человека.

Постановка задания. И так, задача представленной вашему вниманию работы – так сказать «прорекламировать» дифференциальный и интегральный методы статистического анализа числовых рядов. С целью их более широкого применения наряду с уже существующими методами статистического анализа числовых рядов для улучшения качественных характеристик принятого решения системами с и.и.

Изложение основного материала. 1. Свойства переменных разностей (сумм) и их использование в системах с и.и. для статистического анализа числовых рядов.

1.1. Что такое переменные разности и переменные суммы?

Всем кто занимается статистическим анализом хорошо известен метод переменных разностей и его свойства [1]. Напомним о некотором из них. Например, имеется следующий ряд чисел заданный формулой: $Xi = i^3 + i^2 + i$, где i – номер чисел и он изменяется от 1 до 10.

Таблица 1

Значения ряда чисел заданных формулой

$X_i = i^3 + i^2 + i$

i =	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
X_i =	3	14	39	84	155	258	399	584	819	1110

Переменная разность 1, 2, 3, 4 степеней разности будет иметь следующий вид (R – степень разности)

Таблица 2

Результаты переменной разности 1-4 степени исследуемого ряда чисел

i =	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
$R = 0$	3	14	39	84	155	258	399	584	819	1110
$R = 1$		11	25	45	71	103	141	185	235	291
$R = 2$			14	20	26	32	38	44	50	56
$R = 3$				6	6	6	6	6	6	6
$R = 4$					0	0	0	0	0	0

Нетрудно заметить, что каждая очередная степень разности понижает степень полинома, (как и производная для функций) которым задан ряд чисел, на 1.

В матричном виде переменную разность 4 степени можно представить как:

$$R = \begin{array}{|ccccc|c|ccccc|} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & & X_5 & X_6 & X_7 & X_8 & X_9 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & & X_4 & X_5 & X_6 & X_7 & X_8 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 1 & * & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 & X_7 \\ 0 & 1 & -3 & 3 & -1 & & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \\ 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & & X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 \end{array}$$

Так как ряд чисел 4 степени разности, в приведенном примере, равен 0, а CKO равно 0 начиная с ряда 3 степени разности, тогда уравнение 4 степени разности будет иметь вид (по правилам умножения матриц – строку на столбец):

$$R_{4,i} = X_{i-5} - 4X_{i-4} + 6X_{i-3} - 4X_{i-2} + X_i = 0 \qquad (1)$$

Решив его относительно X_i, получим:

$$X_i = -X_{i-5} + 4X_{i-4} - 6X_{i-3} + 4X_{i-2} \qquad (2)$$

Подобные формулы вычисления очередного члена ряда, которой задан полиномом n-й степени (в нашем случае – 3 степенью), были положены в основу алгоритма вычисления первой механической программированной вычислительной аналитической машины Чарльза Беббиджа. Это свойство широко используется для математического прогнозирования очередного члена числового ряда заданного полиномом n-й степени (а уравнение переменной разности на 1 степень больше степени полинома) В случае наличия в числах ряда случайной составляющей (ошибки) необходимо оценивать среднеквадратическое отклонение (CKO) разностей и когда оно значительно уменьшается от степени к степени, а потом начинает снова расти, тогда можно припустить, что полином имеет максимальную степень что и разность при которой CKO начинает расти, и рассчитать очередное значение числа а также оценить среднеквадратическое отклонение ошибки. (см. пример)

Имеют ли подобное свойство переменные сумы? Необходимо заметить, что переменные суммы для рядов чисел совершенно отличаются от интегрирования функций, так как каждый член переменной суммы (определенной степени) имеет весовые коэффициенты подобно переменной разности такой же степени. Что имеется в виду.

1. Запишем переменную сумму 4 степени в матричном виде

$$S = Os \cdot X \quad (3)$$

гд S – переменная сумма, Os – матрица-оператор переменной суммы, X – матрица значений числового ряда. Для переменной суммы 4 степени выражение будет иметь следующий вид:

$$S = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ \hline 0 & 1 & 3 & 3 & 1 \\ \hline 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|ccccc|} \hline X_5 & X_6 & X_7 & X_8 & X_9 \\ X_4 & X_5 & X_6 & X_7 & X_8 \\ X_3 & X_4 & X_5 & X_6 & X_7 \\ X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \\ X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 \\ \hline \end{array} \quad (4)$$

Не трудно заметить, что, как и при переменных разностях, оператор суммы имеет одинаковые значения, но при этом все положительные. И аналогично, как и для переменных разностей (3, А. Крутик, 2019) существует зависимость каждого члена столбца матрицы-оператора от других чисел матрицы, то есть каждый член оператора суммы есть сума двух чисел находящихся на 1 ряд выше – столбца справа и этого столбца (см. числа, выделенные в рамки формулы (4))

1.2 Анализ значений переменных разностей (сумм) разных степеней, когда числовой ряд задан различными известными функциями.

Для анализа введем параметр Ls равный:

$$Ls_j = \log(CKOs_j) \quad (5)$$

где $\log(CKOs)$ – десятичный логарифм среднеквадратического отклонения переменной суммы j-й степени. (Применение логарифмирования обусловлено значительными изменениями CKO переменной суммы, разности, от степени к степени.) Также рассмотрим параметр Lr для переменных разностей:

$$Lr_j = \log(CKOr_j) \quad (6)$$

и сравним их между собою. Для анализа возьмем некоторые часто применяемые для описания модели числового ряда функции: $F = \cos((6.28 / 22 * i)$, $F = i^4$, $F = i^{-4}$, $F = e^i$, $F = \log(i)$.

Итак, проведем анализ полученных результатов:

1. Не трудно заметить, что для всех исследуемых функций CKO переменных сумм в логарифмическом представлении линейно растет с возрастанием степени, а для переменных разностей наоборот убывает, что подтверждает интегральные свойства переменных сумм и дифференциальные свойства переменных разностей.

2. Также очевидным есть, что $CKOr = 0$ а логарифмическая функция не определена так как стремится к $-\infty$ (см.столбец Lr), только для $F = i^4$. Поэтому можно сделать вывод, что формулы подобно формулы 2 справедливы только тогда, когда числовой ряд задан полиномом с степенями из положительных целых чисел.

С проведенного анализа можно также предположить, что точно рассчитать очередное число ряда, используя переменные суммы затруднительно.

Но все, же переменные суммы имеют одно интересное, на мой взгляд, «голографическое» свойство. Так, если ряды чисел различных функций которые образованны различными степенями переменных сумм, сравнить между собою, то есть вычислить между каждыми двумя соседними рядами линейный коэффициент корреляции Пирсона, r, то не трудно заметить, что эти ряды очень похожи между собою и отличаются только значениями СКО и МАТОЖ (математическое ожидание) так как $r_{j,j+1}$ между этими рядами для многих исследуемых функций стремятся к 1. Аналогично голографической фотографии, каждый

Таблица 3

Значения $Lr_j = \log(CKOr_j)$ $Lr_j = \log(CKOr_j)$ переменных разностей (сумм) рядов чисел заданных исследуемыми функциями

R_j	$F = \cos((6.28 / 22 * i)$		$F = i^4$		$F = i^{-4}$		$F = e^i$		$F = \log(i)$	
	Ls_j	Lr_j	Lr_j	Ls_j	Lr_j	Ls_j	Lr_j	Ls_j	Lr_j	Ls_j
0	-0,1	-0,1	5,96	5,96	-6,8	-6,8	19	19	-1,4	-1,4
1	0,18	-1	4,82	6,24	-7,6	-6,5	18,8	19,1	-3	-1,1
2	0,48	-1,2	3,52	6,53	-8,4	-6,1	18,6	19,3	-4,2	-0,8
3	0,77	-2,1	1,94	6,81	-9,1	-5,8	18,4	19,4	-5,3	-0,5
4	1,06	-2,3	-	7,1	-9,7	-5,5	18,2	19,6	-6,3	-0,2
5	1,34	-3,1	-	7,38	-10	-5,1	18	19,7	-7,1	0,13
6	1,61	-3,4	-	7,66	-11	-4,8	17,8	19,8	-7,8	0,44
7	1,87	-4,1	-	7,95	-11	-4,5	17,6	20	-8,4	0,75
8	2,13	-4,6	-	8,23	-11	-4,1	17,4	20,1	-9	1,06
9	2,38	-5,1	-	8,51	-12	-3,8	17,2	20,2	-9,5	1,36
10	2,63	-5,8	-	8,8	-12	-3,5	17	20,4	-9,9	1,67
11	2,88	-6,1	-	9,08	-12	-3,1	16,8	20,5	-10	1,98
12	3,14	-7	-	9,36	-12	-2,8	16,6	20,6	-11	2,29
13	3,42	-7,2	-	9,64	-12	-2,4	16,4	20,8	-11	2,59
14	3,73	-8,1	-	9,93	-12	-2,1	16,2	20,9	-11	2,9
15	4,07	-8,3	-	10,2	-12	-1,8	16	21,1	-11	3,21

Таблица 4

Значения $r_{j,j+1}$ между двумя соседними рядами чисел, образованных переменными разностями (суммами) исследуемых функций

$j,j+1$	$F = \cos((6.28/22)*i)$		$F = i^4$		$F = i^{-4}$		$F = e^i$		$F = \log(i)$	
	$r_{j,j+1}(s)$	$r_{j,j+1}(R)$	$r_{j,j+1}(s)$	$r_{j,j+1}(R)$	$r_{j,j+1}(s)$	$r_{j,j+1}(R)$	$r_{j,j+1}(s)$	$r_{j,j+1}(R)$	$r_{j,j+1}(s)$	$r_{j,j+1}(R)$
0, 1	0,997535	-0,14649	0,99999	0,999327	0,99999	-0,99918	1	1	1	-0,9992
1, 2	0,99768	0,281524	0,99999	0,99927	0,99999	-0,99917	1	1	1	-0,99916
2, 3	0,997675	0,297457	0,99999	0,999214	0,99999	-0,99917	1	1	1	-0,99913
3, 4	0,997516	-0,1626	0,99999	-	0,99999	-0,99917	1	1	1	-0,9991
4, 5	0,997171	0,590237	0,99999	-	0,99999	-0,99918	1	1	1	-0,99908
5, 6	0,996559	-0,45567	0,99999	-	0,99999	-0,99919	1	1	1	-0,99907
6, 7	0,995523	0,699087	0,99999	-	0,99999	-0,99921	1	1	1	-0,99907
7, 8	0,993771	-0,53777	0,99999	-	0,99999	-0,99924	1	1	1	-0,99907
8, 9	0,990764	0,697326	0,99999	-	0,99999	-0,99926	1	1	1	-0,99909
9, 10	0,985611	-0,44914	0,99999	-	0,99999	-0,99929	1	1	1	-0,9991
10, 11	0,977272	0,583401	0,99999	-	0,99999	-0,99932	1	1	1	-0,99913
11, 12	0,966105	-0,14765	0,99999	-	0,99999	-0,99935	1	1	1	-0,99913
12, 13	0,956987	0,28267	0,99999	-	0,99999	-0,99938	1	1	1	-0,99902
13, 14	0,957365	0,296322	0,99999	-	0,99999	-0,99941	1	1	1	-0,99787
14, 15	0,966874	-0,16139	0,99999	-	0,99999	-0,99944	1	1	1	-0,98842

ряд переменных сумм несет в себе первичную информацию об ряде с которого он образован. (см. табл. 4 выделенные серым цветом числа)

И так свойство есть и оно очевидное. К решению, каких таких задач его целесообразно использовать? Думаю, это свойство неплохо было бы попробовать использовать для анализа числовых пространственных трендов. Например, прохождение различных энергий, в особенности тепловой, сквозь различные среды в различных пространственных координатах.

1.3. Анализ значений переменных разностей разных степеней, на примере анализа временного числового ряда отклонения температуры Земной поверхности от нормы (4. Wikipedia, 2019).

Итак, рассмотрим пример анализа временного числового ряда отклонения температуры Земной поверхности от нормы в градусах по Цельсию за период времени наблюдения с 1880 по 2018 год (4. Wikipedia, 2019), см. рис. 1.

1.3.1. Исходя из графика, не вникая в природу явления, проведем предварительный «осмотр» исследуемого ряда чисел.

Исходя из «осмотра» можно сделать, на мой взгляд, несколько замечаний:

1. Исследуемый ряд чисел, вернее его выборка, не дает, к сожалению, 100% – го ответа на основной вопрос, – какой из известных функций его можно описать? Основная этому причина – недостаточность данных. Рассмотренный фрагмент может быть как частью суммы модулированных гармоник, так и частью тренда описанного полиномом n-й степени, скорее всего 2-й (квадратичной параболой), с «подмешенной» гармоникой или частью другой временной функции или их «симбиозом».

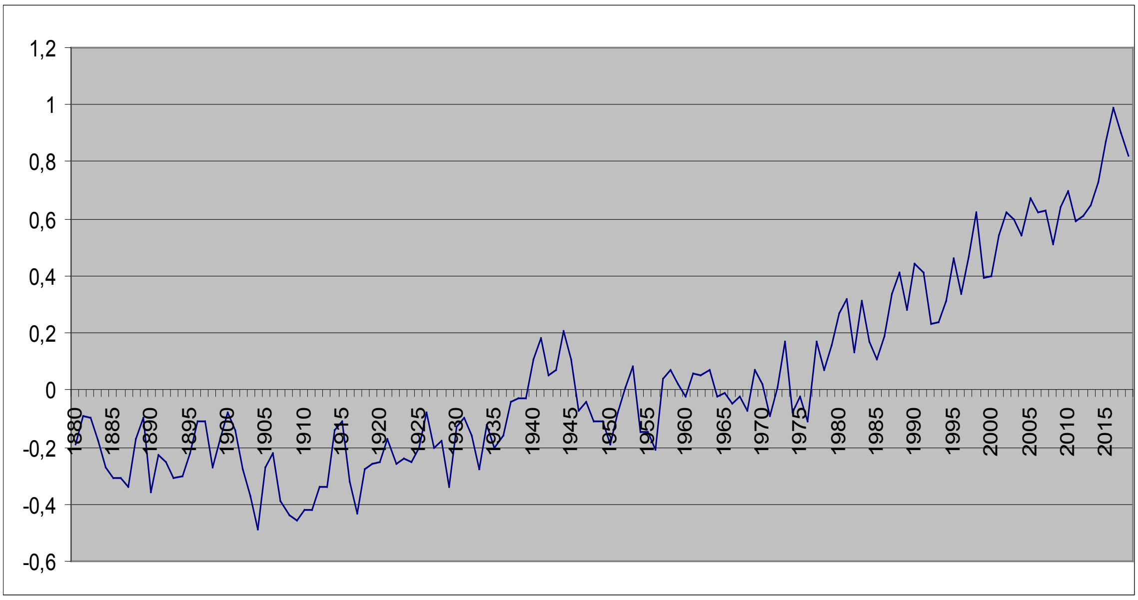

Рис. 1. Временной числовой ряд отклонений температуры Земной поверхности от нормы в градусах по Цельсию

2. Имеющаяся высокочастотная гармоника в представленном тренде чисел имеет достаточно предсказуемые характеристики амплитуды и фазы, что возможно может быть причиною колебаний величин одной из энергий влияющих на график (Солнца, Земли, Атмосферы), а возможно результатом более сложного процесса – к примеру, попытки «Системы регулирования температуры Планеты», существование которой есть очень даже возможное, привести температуру атмосферы Земли в норму.

Поэтому есть одна, на мой взгляд, интересная идея – «подыграть» немного высокочастотным колебаниям – типа, по принципу раскачивания качелей, но только наоборот – не на увеличение верхней границы амплитуды колебания, а на уменьшение ее нижней границы. Другими словами – значительно уменьшать выбросы парниковых газов, количество испытаний ядерных зарядов, запуски космических аппаратов, то есть всего, что существенно влияет на температуру атмосферы, и на что мы можем повлиять – именно в годы спада температуры. Что это может дать? Ну, во-первых, хуже не будет, это точно. А самое главное, если имеется своего рода автоматическая Система регулирования температуры Земли, помогая природному уменьшению температуры, мы сможем запустить более весомые природные механизмы автоматического регулирования температуры атмосферы Планеты.

1.3.2 Анализ числовой последовательности изменения температуры Земли методом переменных разностей.

Итак, проведем исследования предложенного ряда чисел методом переменных разностей:

1. Вычислим переменную разность ряда до 12 степени разности;

2. Найдем СКО каждого тренда чисел каждой степени разности и отобразим их в виде графика:

$$Y_j = \log(CKO(R_{j,i})) \qquad (7)$$

Итак, из графика видно, что при степени разности равной 1 Y имеет наименьшее значение. Это значит, что полином, каким описан данный график, скорее всего, задан 2 степенью, так как к полиному «подмешен» случайный ряд чисел (помеха) и необходимо учитывать, что ее СКО с каждой степенью разности растет. Величину, которого необходимо оценить.

Итак, для переменной разности 2-й степени строка оператора разности R имеет вид:

$$R_{2,i} = X_i - 2X_{i-1} + X_{i-2} \qquad (8);$$

Приравняв разность к 0 получим значение прогнозированного X_i

$$X_i = 2X_{i-1} - X_{i-2} \qquad (9);$$

Таким образом, мы получили формулу математического прогнозирования для ряда заданного полиномом 2-й степени на «короткую дистанцию».

Проведем математическое прогнозирование чисел исследуемого числового ряда по данной

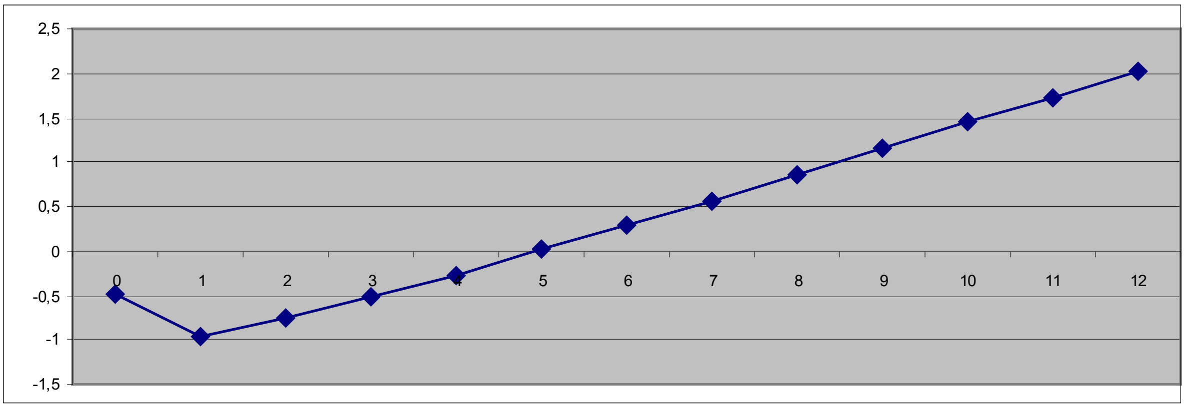

Рис. 2. Значения Y_j

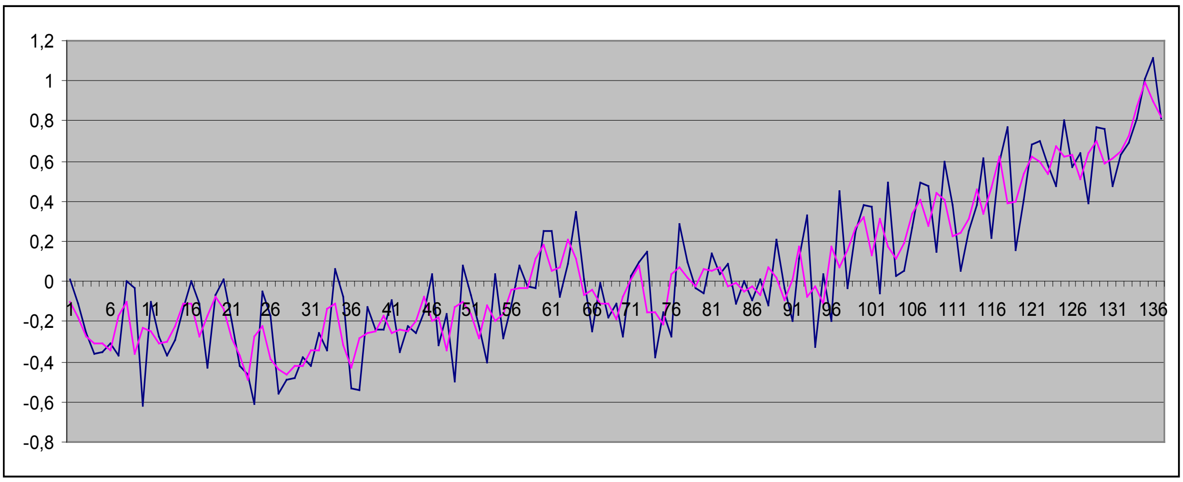

Рис. 3. Графики исследуемого ряда отклонения температуры и ряда ее прогнозных значений рассчитанных по формуле (9)

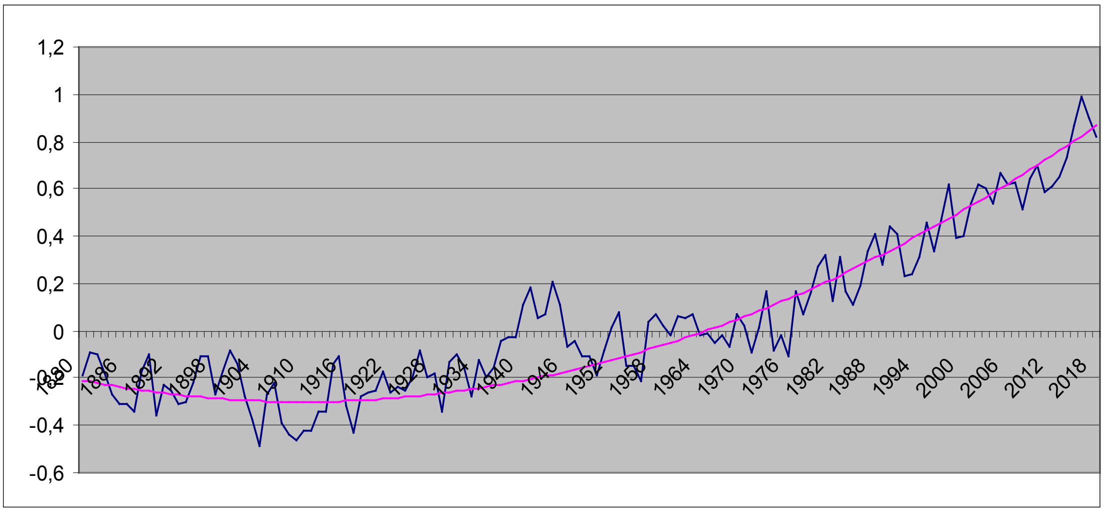

Рис. 4. Графики исследуемого ряда отклонения температуры и ряда ее прогнозных значений рассчитанных по формуле (10)

формуле, в результате получим см. график, рис.3

Вычислим линейный коэффициент корреляции Пирсона между исследуемым рядом и рядом из прогнозных значений, 0,9. Вычислим СКО случайной составляющей «ошибки» как СКО разности между значениями исходного и прогнозированного рядов чисел – СКОошиб.=0,17. Проще говоря – прогнозированное значение изменения температуры Земли по рассмотренному методу с точностью ±Δ = 2 * 0.17 = 0.34 градуса Цельсия с вероятностью не менее 0.95 соответствует действительности. (Конечно применив другие методы математического прогнозирования и метод коррекции полученных результатов описанных в (2. А. Крутик, 2018) можно получить более точные прогнозированные результаты).

В результате анализа полученных результатов, а также методом рассуждений попробуем смоделировать функцию-модель исследуемого процесса. Итак:

1. <u>1-е замечание</u> – функция задана полиномом 2-й степени – квадратичною параболою типа $Y_i = aX^2 + bX + c$;

2. <u>2-е замечание</u> – начало параболы, экстремум, сдвинут на координату по оси Y на –0.3 гр.Ц., по оси X на +30 лет от начала наблюдения.

3. <u>3-е замечание</u> – значение прироста функции от минимального значения достигает 1 гр.Ц при значении аргумента: 130 лет от начала наблюдения;

4. <u>4-е замечание</u> – высокочастотная составляющая (помеха) имеет средний период повторения равный примерно 4 года и среднюю амплитуду равную 0.12 гр.Ц.

Проведя несложные расчеты, получим формулу модулирующей процесс функции – формулу прогнозирования «на длинную дистанцию»:

$$Y = 0.0001X^2 - 0.006X - 0.21 + \xi \qquad (10)$$

где Y– прогнозируемое значение отклонения температуры Земной поверхности от нормы в градусах Цельсия; X – количество лет прошедших от начала наблюдения – 1880 года; ξ – случайная составляющая (ошибка) с $СКО$ = 0.12 гр.Ц., МАТОЖ = 0 гр.Ц., с плотностью распределения вероятности нормального типа, как периодическая помеха. (Для помехи можно также найти моделирующую функцию, тем самим улучшить коэффициент корреляции, но это уже тема иной работы.)

При этом необходимо заметить, коэффициент корреляции Пирсона между двумя рядами чисел – r = 0.94.

Из общей картины бросается в глаза один временной период – 1941-1949 годы. Именно в этот промежуток времени Система автоматического регулирования температуры Земли дала, на мой взгляд, 1-й «сбой» и это время 2-й мировой войны, начала испытаний ядерного оружия, и ракетной техники. Совпадение? Возможно. Но, думаю, что нет. Размышления оставляю на суд читателей и, конечно, исследователей.

Выводы. Рассмотренные, в предложенной автором работе, методы «дифференциального и интегрального исчисления» для статистического анализа числовых рядов имеют ряд интересных свойств, которые, могут эффективно дополнить перечень других методов анализа. Применяя эти методы в системах и.и., можно решить ряд насущных задач человечества. Одной из таких задач, безусловно, есть исследование глобального потепления, с целью принятия качественного решения противодействия ему. Предложенный автором пример анализа тренда чисел отражающих изменение отклонения от нормы температуры атмосферы Земли при помощи метода переменных разностей, есть тому подтверждение. Конечной целью применения на практике рассмотренных свойств переменных разностей, сумм, безусловно, есть стремление автора улучшить качество жизни будущих поколений на Земле.

Список литературы:

1. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. Перевод с английского И.Г. Журбенко и В.П. Носко. Москва, 1976. С. 76–94.
2. Крутик А. Статистическое распознавание числовой последовательности методом анализа знаковых признаков переменных разностей в поле анализа системами с искусственным интеллектом. *Молодий вчений.* 2018. № 9(61). С. 195–201.

3. Крутик А. Математическое прогнозирование на короткие промежутки времени с использованием скользящего метода сглаживания переменной разности «асимметричной четырехточечной функцией». *Молодий вчений*. 2019. № 2(66). С. 219–224.
4. Глобальное потепление. Wikipedia. URL: https://ru.Wikipedia.org (дата обращения: 08.09.2019).

References:

1. Anderson, T. (1976). *Statisticheskiy analiz vremennykh ryadov* [Statistical time series analysis]. Perevod s angliyskogo I.G. Zhurbenko i V.P. Nosko. Moskva. (in Russian)
2. Krutik, A. (2018). Statisticheskoe raspoznavanie chislovoy posledovatel'nosti metodom analiza znakovykh priznakov peremennykh raznostey v pole analiza sistemami s iskusstvennym intellektom [Statistical recognition of a numerical sequence by the method of analysis of sign features of variable differences in the field of analysis by systems with artificial intelligence]. *Molodiy vcheniy*, 9(61), 195–201. (in Russian)
3. Krutik, A. (2019). Matematichkoye prognozirovanie na korotkiya promezhutki vremeni s ispol'zovaniem skol'zaschego metoda sglazhivaniya peremennoy raznosti [Mathematical forecasting for short periods of time using the sliding method of smoothing the variable difference "asymmetric four-point function"]. *Molodiy vcheniy,* 2(66), 219–224. (in Russian)
4. Globalnoe poteplenie [Global warming]. Wikipedia. URL: https://ru.Wikipedia.org (accessed 21.09.2019). (in Russian)