

# ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

УДК 519.71

## АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СОБЫТИЙ СИСТЕМАМИ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Крутик А.В.

Скви́рская государственная районная администрация

В этой работе автор предлагает один из вариантов реализации алгоритма оценки событий вычислительными системами с искусственным интеллектом методом вычисления вектора оценок во временном окне. Алгоритм создается на примере оценки события людьми. Некоторые результаты на примере оценки солнечной активности совпадают с ключевыми событиями истории в двадцатом столетии и заслуживают внимания и более глубокого анализа. Алгоритм не сложный и имеет широкий спектр областей применения. Конечной целью вычисления векторов оценок событий, несомненно, есть идея, чтобы минимизировать негативные последствия от этих событий.

**Ключевые слова:** алгоритмы с оценками, вектор оценки событий, системы искусственного интеллекта, солнечная активность.

**Постановка проблемы.** Под численной оценкой события обычно мы понимаем безразмерное числовое значение, отражающее наше к нему, событию, отношение – значимость. Безусловно, оценка любого события необходима для принятия решения оптимального реагирования на событие или множества различных событий. В повседневной жизни мы каждый день, сами того не замечая, принимаем десятки различных решений. Мы учитываем обстоятельства, которые складываются, а также уже сложились на этот момент времени, иными словами мы оцениваем совокупность различных событий и вынесенных из них уроков, некоторые из которых, произошли очень давно, но мы все равно учитываем их, присваивая каждому из них, иногда неосознанно, определенный приоритет. Исходя из этих оценок мы, сами порой того не осознавая, принимаем различные решения, воплощая их в жизнь. Сегодня системы с искусственным интеллектом (и.и.) широко внедряются в различные области жизни и деятельности человека. В связи с этим возникает необходимость в алгоритмах и программах оценивающих события для того чтобы исключить ошибки в таких оценках людьми (в особенности обслуживающим персоналом сложных технических систем).

**Анализ последних исследований и публикаций.** Тема численной оценки событий, на мой взгляд, не изучена, мною не было найдено научные статьи с проведенными исследованиями на эту тему. Представленная вашему вниманию работа написана мною без анализа последних исследований и публикаций по причине их отсутствия в общедоступном электронном ресурсе.

**Выделения нерешенных ранее частей общей проблемы.** Одной из основных конечных целей разработки систем с и.и. в любых областях где бы их не применяли, есть принятие решения на основании оценок параметров характеризующих объект управления. Численная оценка события есть частью общей проблемы для достижения этой цели.

**Формирования целей статьи.** Можно ли оценку события обычным человеком выразить математическими формулами, иными словами можно ли создать математическую модель – алгоритма оценки события человеком? На мой взгляд такой алгоритм можно и нужно создавать, ведь оценка событий в будущем, без сомнений, будет одной из главных составных частей и.и., а человек есть примером одного из основных обладателей и.и. на Земле. Я также считаю, что для слаженной работы систем с и.и., в прочем как и других систем автоматического управления, в будущем будет необходимо, чтобы система реагировала на одну унифицированную функцию, оценку события, от всех величин, характеризующих событие, таких как средняя мощность события, время его начала и конца а также математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение времени возникновения событий и их мощностей в тренде событий.

**Постановка задания.** И так, задача представленной вашему вниманию работы – создать унифицированную функцию  $O_c$ , оценка события, от перечисленных выше величин для оценки событий системами с и.и. исходя из принципов оценки события человеком для своевременного принятия решения оптимального реагирования на оценку с целью минимизации возможного ущерба от события.

**Изложение основного материала исследования. 1. Оценка события ( $O_c$ ).**

### 1.1. Мощность события ( $P_c$ ).

Безусловно, это одна из главных характеристик любого события и от нее, прежде всего, зависят возможные риски утрат от того или иного события будь-то землетрясение, потепление или похолодание, или просто случайное изменение каких либо параметров работы технической системы, поэтому оценка, конечно, прямо пропорционально зависит от  $P_c$ , мощности события.

$$P_c = A_c \quad (1)$$

$A_c$  – среднее значение амплитуды события на протяжении времени продолжительности события.

Для удобства последующего анализа оценок событий одного и того же тренда событий а также сопоставления оценок различных событий предлагается величину  $P_c$  нормировать [1, с. 30] и в последующих расчетах учитывать как,

$$P_{сн} = (P_c - \text{Мож}(P_c)) / \text{Ско}(P_c) \quad (2)$$

$\text{Мож}(P_c)$  – математическое ожидание мощности событий в тренде;

$\text{Ско}(P_c)$  – среднеквадратическое отклонение мощности событий в тренде

**1.2. Время, которое прошло после события ( $T_{пс}$ ).**

$$T_{пс} = T - T_n \quad (3)$$

$T$  – текущее время,

$T_n$  – время начала события

Эта величина тоже есть одной из главных характеристик, но ее влияние на величину оценки нами события есть обратно пропорциональное, как говорит поговорка: «Время – лечит».

Его,  $T_{пс}$ , предлагается привести к времени продолжительности события, иными словами установить для конкретного события единицу шкалы времени равной продолжительности этого события.

$$T_{псн} = T_{пс} / T_c \quad (4)$$

$T_{пс}$  – время, которое прошло после события,  
 $T_c$  – время продолжительности события.

**1.3. Коэффициент «забывчивости» ( $K_z$ ).**

Этот коэффициент необходим, чтобы учесть степень уменьшения со временем оценки события  $O_c$ , попросту говоря, как быстро следует событие забывать, и он зависит от модуля нормированной мощности события –  $P_{сн}$ , чем сильнее событие, тем мы дольше его помним и учитываем.

$$K_z = \frac{1}{|P_{сн}|} \quad (5)$$

**1.4. Реальная оценка события ( $O_{ср}$ ).** (см. рис. 1).

И так, для реальной оценки события в тренде событий предлагается все приведенные величины связать следующей зависимостью:

$$O_{ср} = \frac{P_{сн}}{K_z T_{псн}} \quad (6)$$

$P_{сн}$  – нормированная мощность события;

$T_{псн}$  – приведенное значение времени прошедшего после события;

$K_z$  – коэффициент забывчивости события.

На рис. 1 приведены графики зависимости  $O_{ср}$  от текущего времени  $T$  при  $P_{сн}=8$  для различных  $K_z$ :  $K_z = 0,5$  (график синего цвета);  $K_z = 1$  (зеленого);  $K_z = 2$  (голубого) в динамическом временном окне равном  $20T_c$ .

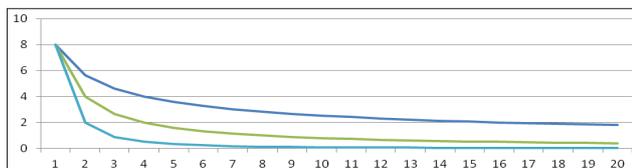


Рис. 1.

На рис. 1 мы видим, что с течением времени реальная оценка события убывает не линейно и чем больше  $K_z$  тем событие быстрее теряет

свое значение, что вполне соответствует действительности.

**1.5. Мнимая оценка события ( $O_{смн}$ )** (см. рис. 2).

Функция реальной оценки события в тренде событий, на мой взгляд, есть не полной, так как не учитывает вероятностные или периодические, для событий которые происходят с постоянным периодом повторения, характеристик, так сказать не учитывается знакомое нам чувство настороженности, что должно вот – вот что-то произойти. Поэтому предлагается ввести оценку ожидания события так сказать мнимую оценку события.

**1.5.1. Временное окно.**

Для расчета мнимой оценки события введем временное окно. И это вполне логично, так как любая система исчисления времени имеет свое начало, и все события происходят в определенном отрезке времени – временном окне. Для оценки события может быть постоянное по размеру окно с началом отсчета времени, изменяющимся с течением времени, так сказать динамическое окно. Вторым вариантом системы отсчета времени есть привычное для нас изменяющееся во времени окно с постоянным началом отсчета времени. Для периодических событий размер динамического окна определен – периодом повторения события, для случайных событий – периодом времени за который событие произойдет с заданной вероятностью, к примеру – 0,999. Изменяющееся во времени с постоянным началом отсчета времени окно определено двумя границами: 1-я время начала отсчета 2-я текущее время. Это окно все время увеличивается. Динамическое окно, также, имеет две границы: 1-я (начало отсчета) время отстающее от текущего времени на период повторения события или на период за который событие произойдет с заданной вероятностью, как уже отмечалось выше, 2-я текущее время. Размер этого окна не меняется во времени.

**1.5.2. Мнимое время, которое произошло после события ( $T_{псм}$ ).**

$$T_{псм} = T_n - T_{грн}$$

$T_{грн}$  – время 1-й границы окна,

$T_n$  – время начала события

Его также делим на продолжительность события

$$T_{псмн} = \frac{T_{псм}}{T_c}$$

Можно сказать так – это время которое идет вспять для событий в динамическом временном окне и время которое остановилось для событий в окне с постоянным началом отсчета времени.

**1.5.3. Формула мнимой оценки события ( $O_{смн}$ ).**

И так, для мнимой оценки события в тренде событий предлагается все приведенные величины связать аналогичной с реальной оценкой формулой, заменив только  $T_{псн}$  на  $T_{псмн}$ :

$$O_{смн} = \frac{P_{сн}}{K_z T_{псмн}} \quad (7)$$

$P_{сн}$  – нормированная мощность события;

$T_{псмн}$  – приведенное значение мнимого времени прошедшего от 1-й границы временного окна до начала события;

$Kз$  – коэффициент забывчивости события.

На рис. 2 приведены графики зависимости  $Ос_{мн}$  от  $T$  при  $R_{сн}=8$  для различных  $Kз$ :  $Kз = 0,5$  (синий цвет);  $Kз = 1$  (зеленый);  $Kз = 2$  (голубой) в динамическом окне равном  $20Tс$ . Как видно из графика чем дольше событие не происходит тем больше растет мнимая оценка (настороженность), что также соответствует действительности.

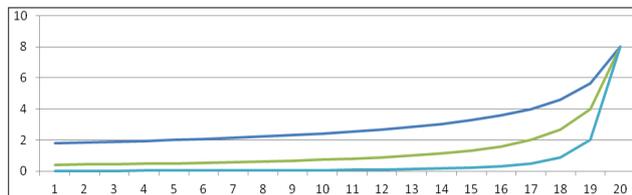


Рис. 2.

**1.5.4. Формула оценки события ( $Ос$ ).** Для записи формулы оценки события предлагается применить математический аппарат комплексного исчисления:

$$Ос = Оср + jОсн \quad (8)$$

$$Оср = \frac{R_{сн}}{T_{нсн}} \quad (6)$$

$$Ос_{мн} = \frac{R_{сн}}{T_{нс_{мн}}} \quad (7)$$

Также как и любое комплексное число, значение  $Ос$  можно представить в другом виде, как

$$Ос = Mod(Ос) * (\cos F(Ос) + j \sin F(Ос)) \quad (9)$$

$$Mod(Ос) = (Оср^2 + Ос_{мн}^2)^{0,5} \quad (\text{модуль } Ос) \quad (10)$$

$$F(Ос) = \arctg(Ос_{мн} / Оср) \quad (\text{фаза } Ос, \text{ в радианах}) \quad (11)$$

Другими словами такая оценка события есть не что иное, как вектор в системе координат:  $x = Оср$ ;  $y = jОс_{мн}$ , где  $Mod(Ос)$  – величина вектора,  $F(Ос)$  – угол между вектором и осью  $x$ . Представленная форма записи, на мой взгляд, самая оптимальная для последующего применения на следующем этапе искусственного интеллекта – расчета, или выбора, ответа системы с и.и. на набор оценок различных событий.

На рис. 3а, 3б приведены графики зависимости  $Mod(Ос)$  и  $F(Ос)$  (в радианах) от  $T$  при  $R_{сн} = 8$  для различных  $Kз$  ( $Kз = 0,5$  (синий цвет);  $Kз = 1$  (зеленый);  $Kз = 2$  (голубой)) во временном динамическом окне равном  $20Tс$ .

## 2. Применения алгоритма.

**2.1. Суммарный вектор оценок событий во временном окне ( $Ос_{сум}$ )** (см. рис. 4).

Все оценки событий одного тренда, векторы событий, для каждого момента времени в пределах временного окна могут быть просуммированы по правилам суммирования векторов, для человека это процесс можно назвать накоплением оценок событий, так сказать терпением до определенного порогового значения после которого может произойти эмоциональный всплеск.

$$\vec{Ос}_{сум}(t) = \sum_i Оср(t) + j \sum_i Ос_{мн}(t) \quad (12)$$

Таким образом, полученный суммарный вектор событий во временном окне есть функцией времени и мощности и, на мой взгляд, имеет практический интерес для принятия решения,

так как отражает не только характеристики последнего события, но и накопление оценок событий, что были до него. Также интерес представляет корреляция суммарных векторов одного тренда с другими суммарными векторами событий других трендов для установления их взаимосвязи и в конечном итоге расчета ответа системы с и.и. на сложившуюся ситуацию, совокупности трендов оценок разных событий.

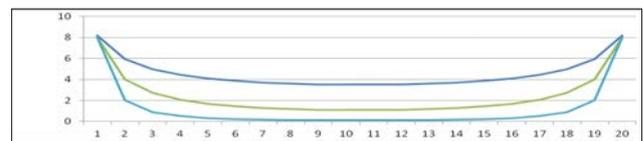


Рис. 3а

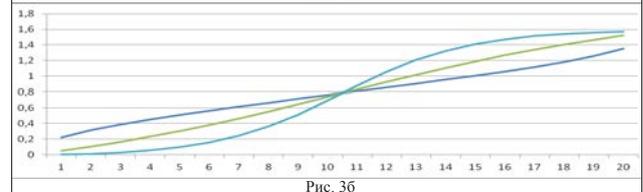


Рис. 3б

Рис. 3.

На рис. 4 показаны графики функций: мощности события  $Pс$  (зеленый цвет), фазы суммарного вектора оценок  $F(Ос)_{сум}$  (красный цвет), модуля  $Mod(Ос)_{сум}$  (синий цвет) от  $T$  (текущего времени) во временном динамическом окне равном  $6Tс$ .

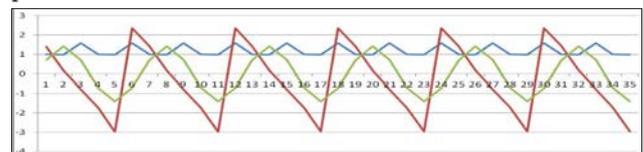


Рис. 4.

## 2.2. Применение алгоритма для оценки солнечной активности.

В качестве примера, вашему вниманию предлагаются рассчитанные графики модуля и фазы суммарных векторов оценок солнечной активности во временном динамическом окне равном периоду солнечной активности, около 11 лет в так называемом «цикле Швабе» [2] (см. рис. 5). Начиная с 11-го года времени от выбранного начала наблюдения за солнечной активностью, можно рассчитать суммарные вектора оценок в пределах периода солнечной активности (11 лет). Таким образом, полученная последовательность суммарных векторов оценок, особенно график фазы векторов, на мой взгляд, есть очень интересными с точки зрения совпадений изменений указанных графиков с некоторыми событиями истории. К слову сказать, многие ученые на заре зарождения методов статистического анализа временных рядов проводили исследования изменений солнечной активности с целью выявить ее зависимость с урожайностью пшеницы и другими событиями, в том числе историческими. В результате таких исследований были открыты многие современные методы статистического анализа и изобретена первая программированная механическая вычислительная аналитическая машина Чарльза Бэббиджа.

На рис. 5 показаны графики  $Mod(Ос)_{сум}$ , график красного цвета,  $F(Ос)_{сум}$ , график синего

го цвета, суммарных векторов оценок солнечной активности как функций от текущего времени  $T$  за период наблюдения начиная от 1810 года (соответствует 1 на оси времени) и до конца 2016 года (отметка 206 на оси) во временном динамическом окне равном  $11T$ . Для построения графиков использовались находящиеся в открытом доступе среднегодовые данные Числа Вольфа [3]

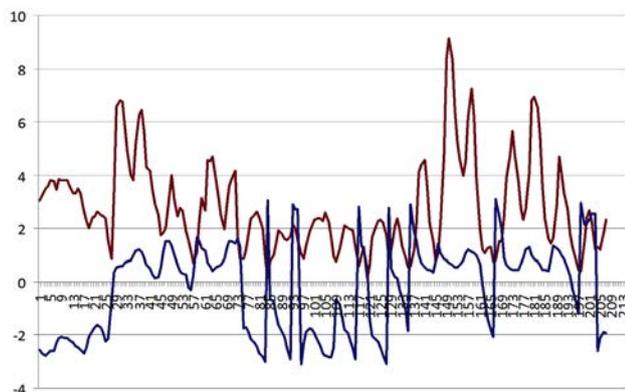


Рис. 5.

Не трудно заметить, интересное совпадение, что в годы когда фазы суммарных векторов оценок солнечной активности (на рисунке график синего цвета) изменяются от 0 до  $-\pi/2$  ( $-1,57$  рад.) (смотри табл. 1), при низком значении модулей векторов, график красного цвета, начиная с 1900 года до наших дней, чаще всего происходили войны и революции. О феномене влияния солнечной активности на поведение масс людей написано ряд научных работ, из которых я бы выделил работу А.Л. Чижевского «Физические факторы исторического процесса» [4, с. 22–34]. В своей работе еще в 1924 году автор на примере анализа активности Солнца показал совпадение 4 основных фаз активности с переломными событиями истории.

**Выводы из данного исследования.** В предложенной работе детально изложен один из вариантов разработанного мною модели-алгоритма оценки события системами с и.и. исходя из его мощности, продолжительности и времени которое прошло после него. Конечно, эти параметры можно дополнить физическими и другими величинами характеризующие конкретный объект исследований, также добавить различные коэффициенты и усилить или ослабить зависимости. Но то, что наше восприятие того или иного события зависит от его мощности длительности и времени которое прошло после события а также предполагаемом времени которое осталось до наступления очередного события из это-

го тренда событий, есть неоспоримым фактом. И то, что оно прямо влияет на принятие нами решений, тоже, не подлежит сомнению. Представленный алгоритм моделирует оценку событий человеком. Его внедрение даст возможность предсказать, с определенной вероятностью, реакцию людей на события. Было бы интересно составить графики суммарных векторов оценок событий в области медицины, социологии, погоды, истории, природных катаклизмов, функционирования технических систем и так далее, и их коррелировать с другими суммарными векторами оценок других событий. Конечной целью таких исследований, безусловно, была бы минимизация негативных последствий от этих событий. Широкое внедрение систем с и.и. в различные области жизнедеятельности человека приведет к необходимости решения ими таких задач – оценки событий для принятия решений оптимального реагирования на них.

Таблица 1

Годы, начиная с 1900 г. до наших дней, когда значение фазы суммарного вектора оценки солнечной активности было в пределах от 0 до  $-1,57$  (рад.)

Год	Соответствующая отметка на оси времени графика рис. 5	Значение фазы $F(Oc)$ суммарного вектора оценок солнечной активности (в радианах)	Значение модуля $Mod(Oc)$ суммарного вектора оценок солнечной активности
1905	96	Переход (0..-3,08)	1,03
1917	106	Переход (-2,48...0,69)	0,94
1918	109	-0,86	0,77
1919	110	-1,29	1,20
1920	111	-0,86	1,65
1925	116	Переход (-2,94..0)	1,35
1930	121	-1,39	0,60
1936	127	Переход (-3,1...0)	1,72
1941	132	-0,31	1,98
1942	133	-0,57	1,34
1943	134	-1,07	0,91
1944	135	Переход (-1,88...0)	0,54
1971	162	-0,09	1,2
1972	163	-0,72	1,08
1973	164	-1,33	1,26
1975	166	Переход (-2,09...0)	0,77
2004	195	-0,28	1,31
2005	196	-0,78	0,79
2006	197	Переход (-1,22...0)	0,42
2013	204	Переход (0...-2,09)	1,28

### Список литературы:

1. Минько А.А. Статистический анализ в MS EXCEL. Москва. Санкт-Петербург. Киев. Комп'ютерное издательство «Диалектика» 2004 г. – С. 30.
2. Солнечная цикличность [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная\\_цикличность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_цикличность).
3. WDC-SILSO, Royal Observatory of Belgium, Брюссель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sidc.oma.be/silso/datafiles>.
4. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса. Калуга: 1-я Гостипография 1924 г. – С. 22–34.

**Крутік О.В.**

Сквирська державна районна адміністрація

## АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ПОДІЙ СИСТЕМАМИ З ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ

### Анотація

У цій роботі автор пропонує один з варіантів реалізації алгоритму оцінки подій обчислювальними системами з штучним інтелектом методом обчислення вектору оцінок в часовому вікні. Алгоритм створюється на прикладі оцінки події людьми. Деякі результати в прикладі оцінки сонячної активності співпадають з ключовими подіями історії в двадцятому столітті і заслуговують на увагу і глибший аналіз. Алгоритм не складний і має широкий спектр сфер застосування. Кінцевою метою обчислення векторів оцінок подій, поза сумнівом, є ідея, щоб мінімізувати негативні наслідки від цих подій.

**Ключові слова:** алгоритми з оцінками, вектор оцінки подій, системи штучного інтелекту, сонячна активність.

**Krutik A.V.**

Skvyra State District Administration

## ALGORITHM OF ESTIMATION OF EVENTS BY SYSTEMS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

### Summary

In this work an author offers one of variants of realization of algorithm of estimation of events by the computer systems with artificial intelligence by the method of calculation of vector of estimations in a temporal window. An algorithm is created on the example of estimation of event by people. Some results in the example of estimation of sunny activity coincide with the key events of history in the twentieth century and deserve attention and deeper analysis. An algorithm is not difficult and has a wide spectrum of application domains. By the ultimate goal of calculation of vectors of estimations of events, undoubtedly, there is an idea, to minimize negative consequences from these events.

**Keywords:** algorithms with estimations, vector of estimation of events, intelligence system, sunny activity.