

Petr I. Kurilko,
ScD, researcher,
Ukrainian National Scientific and Technical Center,
Institute of Plasma Physics;

Mikhail V. Kutushov,
MD, professor,
“Idealisa Ltd”, Israel

Power of Pain: Theory and Applications

Key words: *analgesia, pain Syndrome, chaotic dynamics, regression, psychogenic pain.*

Annotation: *a numeral Code, letting get pain intensity Index by means of measuring HB objective pain markers, it is offered to be introduced in clinical practice.*

1. Введение:

В диагностике боли существуют 2 подхода к ее индексации – (1) измерение болевого ощущения по субъективным показаниям пациента, основанное на визуально аналоговых цифровых шкалах (1). Альтернативой первому являются (2) методы вычисления пикового значения боли по объективным показателям гомеостаза (2,3). Не имевший в свое время прототипа, метод параболических аттракторов (2) был хорош во всех отношениях, кроме одного. Он являлся, по выражению Канта, “Вещью в себе”, не позволяя понять физику импульсно-периодических болей. Мы бы назвали его «слепым» зондированием. Подобное «зондирование», которое только начинает входить в моду, было еще недавно «прорывом» в диагностике боли. Однако, на сегодняшний день, метод парабол и метод отображений (3) уже начинают отставать от требований времени. На повестке дня стоит актуальная задача расшифровки механизма психогенной боли, которая является составной частью любого болевого синдрома (12,19). В 1-й части настоящего обзора, кратко представлены оба метода объективизации боли - с тем, чтобы сделать понятной суть авторской инновации - третьего метода диагностики, который является конкатенацией первых двух. Отдельным пунктом в разделе «Содержание» стоит «Физика психогенной боли. Проблема индексации психогенной боли выходит за рамки основной задачи и, поэтому, она вынесена в раздел «Приложения». Настоящая же задача состоит в презентации метода Прогноза и Коррекции» (19), основанного на представлении силы боли в виде вектора.

2.1. Метод КВ-отображений.

В разделе 1 повторяются базовые определения и основные положения метода точечных квадратичных отображений, сформулированные в (2,4). А затем, вкратце, коснемся базового метода измерений №1. Индексом боли $F = \exp(D)$ будем, как и прежде, называть пиковое значение ее интенсивности (2), являющееся функцией степени D. Степенью

выраженности болевого синдрома (**D**) назовем эмпирическую функцию фазы Ψ , зависящую от двух маркеров боли- **z**, **p**:

$$D = a * \{1 + d * \sin(\Psi)\};$$

$$\Psi = (\Theta^{\wedge} + b*(z-c)] + f(z), \quad (1)^*$$

$$\Theta^{\wedge} = 20\pi * \left(\frac{p}{7.34} - 1\right).$$

Note: График функции **D**(Ψ) представлен в Приложениях.

Здесь $z=z(k,N,f)$ -обобщенный показатель гомеостаза (1,2); **k**-группа крови, **N**-концентрация эритроцитов, **f**-частота пульса; **p**-показатель кислотно-щелочного равновесия крови, pH. В методе квадратичных отображений, индекс боли определяется стабильно устойчивым максимальным значением производящей функции **g** зависящей от дискретного времени **j**:

$$F = a(D) \cdot \max(g_j); \quad a(D) = 80 \cdot (1 - 2 \cdot \exp(-0.6 \cdot D)) \quad (2)$$

$$g_j := [0.8 \cdot (z)]_j, \quad z_{j+1} := D \cdot z_j \cdot (1 - z_j)$$

В качестве примера, на Рис.1 показано устойчивое периодическое решение уравнения квадратичного отображения (7).

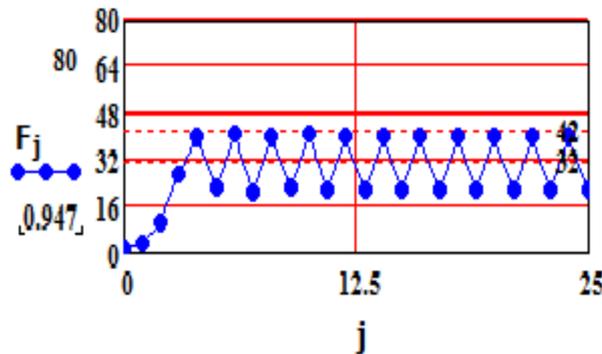


Рис.1. Периодическое решение уравнения логистики (2).

a=2.8, **b**=13.7, **c**=0.238, **d**=0.418 –коэффициенты регрессии; **f**(**z**)-функция регрессии, представленная в Приложениях. Величина **z** получается на «выходе» подпрограммы GLOBULA, fig.2. В Таблице 1 приведены индексы боли **R**, измеренные у 6-ти пациентов неврологической Больницы №3 Харькова методом ВАШ, и - полученные по объективным показателям как решения уравнения логистики, **F**. Последний столбец Таблицы содержит уточненные значения индексов боли **U**, см раздел 3.

n	Surname	k	N	f	p	z	ψ	D_	F	R	U
1	Уланов	2	4.1	80	7.389	.386	2.26	3.86	79	50	66
2	Медов	2	4.08	85	7.30	.465	4.073	2.3	18	25	22
3	Колков	2	4.81	70	7.316	.344	1.383	3.93	54	80	68
4	Дзюба	3	4.4	94	7.352	.130	-1.340	1.66	10	70	50

5	НИЛ(2)	3	3.5	63	7.47	.538	+6.37	1.8	10	30	22
6	Сысоев	1	4.18	84	7.26	.684	+3.96	3.0	30	20	25

Table-1: Сравнительная таблица оценок боли методом квадратичных отображений (F, R) и методом прогноз-коррекция U.

U → Disk E://«Мои Документы»/fazan.xmcd'

2.2. Метод 3-х Парабол

Наиболее точный способ измерения боли представлен базовым методом параболических аттракторов (метод 3-х парабол), который представлен вертикалью (GLOBULA → PROJECT1 → F(z)), Рис.2. Доступ: E:\WORK\MCad\БОЛЕМЕР\Project-1.Dpr>

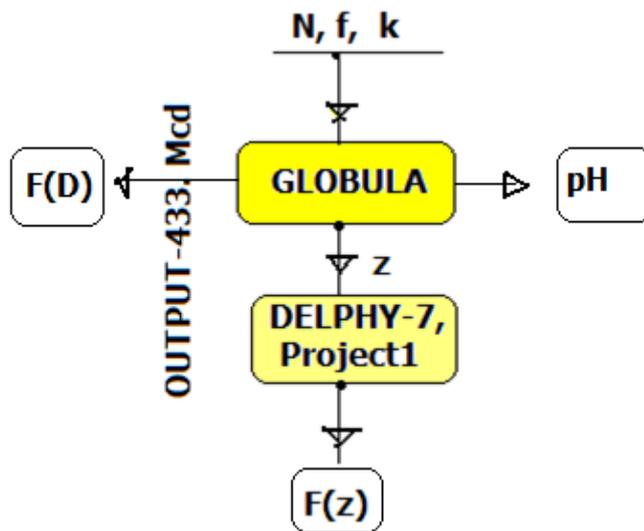


Рис.2. Схема измерений индексов боли, F(z) и F(D).

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЕРИФИКАЦИИ 2-х МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ БОЛИ приведены на Рис.3,4. Для Выборки из 30-ти пациентов, получена усредненная функция распределения т.н. погрешностей измерений, произведенных двумя способами: методом парабол R(F) и методом квадратичных отображений, q(S).

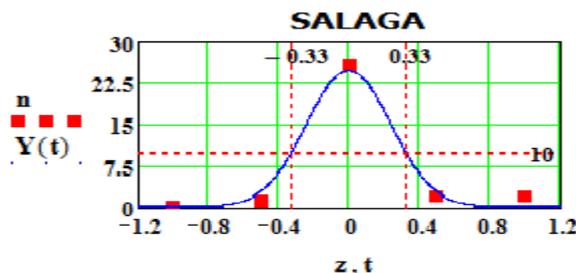


Рис.3. Вероятность ошибки измерения Силы боли Y(t), как случайная функция расходимости 2-х Оценок t.

$$t = 1 - [R/F].$$

Чем больше величина ошибки, тем меньшей оказывается вероятность ее появления. Четыре пятых всех измерений дают относительные погрешности измерений, не превышающие 33%.

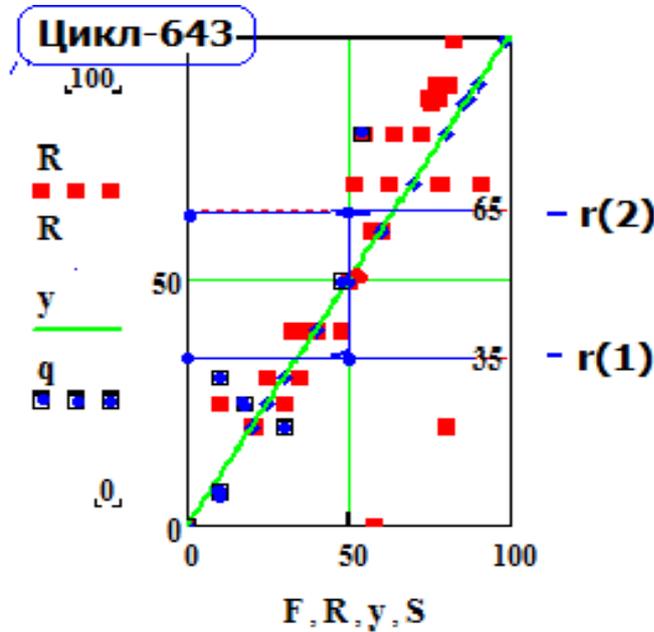


Рис.4. Функция соответствия мат ожидания (F, S) субъективному ощущению Силы боли (R, q).

Старая ПАРАДИГМА

Формально, в результате измерения, мы получаем мат ожидание субъективного ощущения силы боли F и доверительный интервал оценок $\{r[1], r[2]\}$. Понятие доверительного интервала означает, что ожидаемая субъективная оценка боли R удовлетворяет неравенству (б):

$$r(1, x) < R < r(2, x)].$$

К примеру, математическое ожидание Силы боли, измеряемой по шкале $[0, 100]$, есть $F=50$. При этом, с вероятностью $w = 0.8$, субъективное ощущение интенсивности боли должно находиться в диапазоне $(35, 65)$.

Относительно высокая погрешность измерения заставила авторов Методики пересмотреть содержание самого понятия «погрешность». В результате ревизии традиционных подходов к диагностике боли, стало ясно, что эти подходы несколько устарели и нуждаются в обновлении. Или, даже, больше того - требуют «перезагрузки».

Новая ПАРАДИГМА

Авторы настоящего Изобретения предложили более корректный метод измерения. Он заключается в том, что вместо одной силовой характеристики болевого ощущения

вводятся два показателя боли: 1) мат ожидание ее амплитуды F и - 2) девиация реального ощущения боли от прогностической оценки: $v=F-R$. При этом в измерениях индекса случайной боли, назовем его Q^{\wedge} , учитывается не один, а - оба момента случайной функции распределения

3. Метод «Прогноз-Коррекция»

Идея нового метода проста. Не секрет, что некоторые боли (страхи, опасения) являются надуманными. У слова «*надуманный*» существуют два синонима – воображаемый и «*мнимый*». В алгебре комплексных чисел, как известно, широко используется мнимая единица, число $i=\sqrt{-1}$, см (6,11). Необходимость уточнения субъективной оценки потребовала определить последнюю как мнимую составляющую комплексного индекса боли.

СПРАВКА:

На плоскости Декарта, комплексное число $q(X,Y)$ представляется в виде точки пресечения двух перпендикуляров, восстановленных из точек (X, Y) , расположенных на оси абсцисс и ординат, смотри Рис.4:

$$X=\text{Re}(q^{\wedge}), \quad Y=\text{Im}(q^{\wedge}),$$

Внимательный Читатель – должно быть - заметил, что зависимость, представленную на Рис.4, можно рассматривать как комплексную характеристику Силы боли для каждого из 30-ти пациентов. В самом деле, полагая $(X=F, Y=R)$, мы получаем комплексное число (6):

$$Q = F + i \cdot R \quad (1)$$

Будем считать, что – в большей или меньшей степени - Пациент всегда ошибается в оценках своего реального состояния. И, более точная, оценка индекса боли определяется сдвинутым по фазе вектором $Q^{\wedge}=W + i \cdot U$. Налагая на Q^{\wedge} требование $W=U$, получаем уточненный Прогноз силы:

$$U = (\sqrt{F \cdot F + R \cdot R}) \cdot (1/\sqrt{2}). \quad (2)$$

Пусть $\Phi=(\pi/4)+\xi$, где ξ есть малая девиация фазы от нормального значения $\Phi=\pi/4$. В норме $\xi=0$, индекс боли – должен совпадать с ее мат ожиданием F . Поэтому, в тех случаях, когда опросить пациента (на предмет болевого ощущения) не представляется возможным, следует – в правой части (2) - положить $R=F$.

Note: Предполагается, что мнимая «погрешность» есть показатель аномальной реактивности ЦНС, которая отражает состояние психики пациента. (В особом состоянии сознания, как известно, способность самооценки человека трансформируется, что является причиной расходимости оценок). В предположении нормальной функции распределения ошибок, мы можем получить числовую оценку психического статуса пациента.

4. Классы, Объекты и Методы

Получение результатов и подведение итогов требует обращения к методам объектного программирования, которое оперирует понятиями классы, поля и методы. Классом будем называть боль. Объектами класса «БОЛЬ», являются методы индексации силы боли. То есть - 1) измерительные процедуры (ВАШ, КД), либо – алгоритмы вычислений - 2) метод параболических аттракторов, 3) метод синусной аппроксимации и, наконец – 4) метод экстрагирования психогенной составляющей боли, DR.

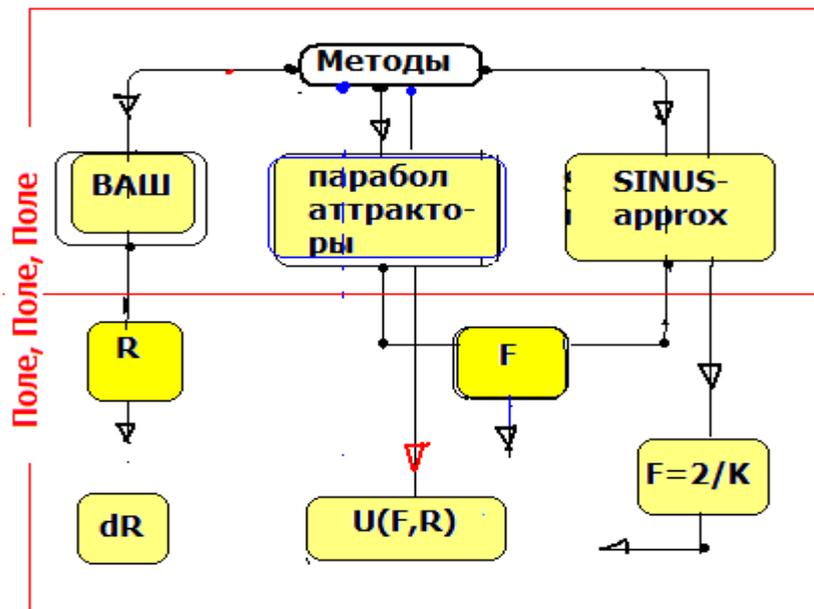


Рис.5. Поля и методы в диагностике боли.

В плане структуризации БС, становится понятен основной результат нашего комплексного исследования. Образно говоря, мы «распахали» поле, где – вместе с новым методом диагностики – родились 2 новых объекта, вектор боли Q^{\wedge} и показатель DR. Особое место, в ряду способов диагностики боли, занимает метод определения объективной составляющей Силы, основанный на измерениях коэффициента дисимметрии, K . Отличительная особенность последнего метода №5 заключается в том, что на его основе уже разработана технология редуцирования боли, т.н. «ДСТ – терапия», (18). Идентификатор DR означает еще один «объект» класса «БОЛЬ», именуемый психогенной составляющей силы боли. В итоге, мы имеем 6 методов индексации.

5. Резюме

Полученные результаты можно сформулировать следующим образом: 1) проведена систематизация предыдущих достижений в диагностике боли. И- 2) построен новый обобщающий метод №4.

6. Приложения: разное

6.1. Анизотропия и сила боли

Формулу боли можно модифицировать с учетом эффекта анизотропии. Принцип анизотропии, как известно, заключается в наличии какого-то выделенного направления. В физическом теле человека таким направлением является направление тока крови. В связи с тем, что кровь есть электрически заряженная жидкокристаллическая плазма, ее движение создает вихревое магнитное поле \mathbf{H} , которое, совместно с радиальным электрическим полем \mathbf{F} , является своеобразной «матрицей» для направленного Потока боли S . Потока, именуемого потоком Умова, (16). Информация об интенсивности боли, поступающая от источника в головной мозг, может быть – в принципе - измерена как, пропорциональный силе F , модуль вектора Потока Умова -Пойнтинга:

$\vec{S} = \frac{c}{4\pi} \cdot (\vec{F} \times \vec{H}) \quad F = -\frac{d}{dr}(\Psi(r)) \quad S = k \cdot F \cdot \left(\frac{v}{v_0}\right)$
Здесь k - масштабный коэффициент.

Пусть $v(0)$ - средняя статистическая скорость кровотока, равная 0.24 м/сек, тогда уточненный индекс боли F^* будет отличаться от прежнего F наличием, близкого к единице, множителя (v/v_0) .

6.2. Графика боли

На Рис.6 представлена зависимость параметра порядка D^\wedge от фазы, определенной в разд.2 соотношением (1),

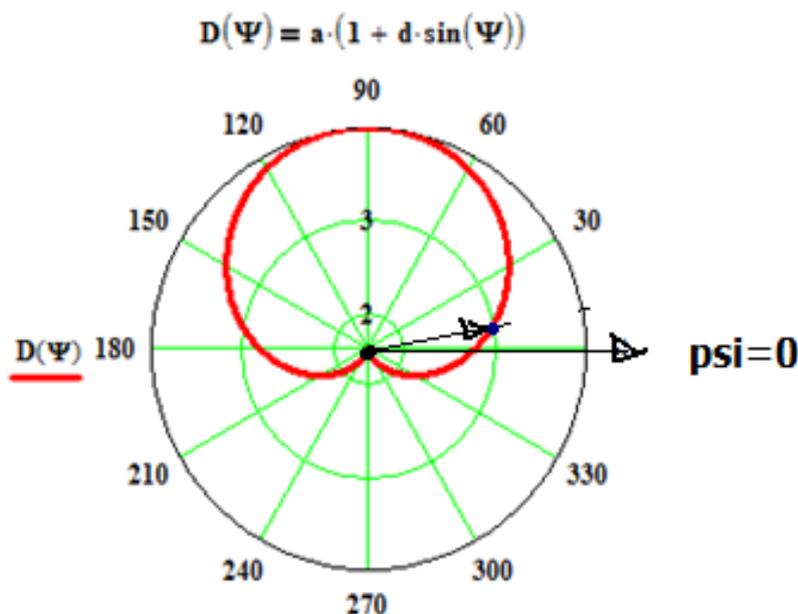


Рис.6. Параметр порядка D^\wedge в координатах «Модуль-Фаза».

Комм: Сила боли меняется от **0** до **100** условных единиц. Степень выраженности боли варьирует, при этом, в пределах $[(0, 4)]$ единицы.

References:

1. Byvaltsev VA, Belyh EG, et al, *Application of scales and questionnaires in the survey of pain*. [Internet] Available from: www.mst.ru/products/downloads/byvaltsev.pdf, 2013.
2. Siebert PI, Upyr NF. *Objectification strength pain in patients with facial pain pharmacologically resistant: Materials Science - Practical Conference on Pain with Internat participation of Kharkiv*, 2015.
3. Geldner K, Kubik S. *Nonlinear Control Systems*. Moscow, 1987; 368.
4. Kurilko PI, Posokhov NF. *Pain Measuring Method: Eastern European Scientific Journal*, №3, June – 2016: 120-127 (DOI_1012851, EESJ201606).
5. Kurilko PI. *Quantization strength pain: Archive file*. Access: My Documents, Disk C://SHOLOM.DOCX, 2016.
6. Pak VV, Nosenko YuL. *Higher Mathematics: Textbook*, 1997; 560.
7. Loskutov AYU, Mikhailov AS. *Introduction to Synergetics: Study Guide*. Moscow, Publishing House "Nauka", 1990; 271
8. Heinz Schuster. *Deterministic Chaos. Introduction*. [Internet] Available from: www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9706_070.pdf, 1988.
9. Filippov AT. *Multifaceted Soliton*. Moscow, Science, Library "Quantum", Iss. 48, 2nd edition, 1990; 298.
10. Kurilko PI, Nikitin S, et al, *Measurement of psychogenic pain*. [Internet] Available from: <http://painmeter.at.ua//appendix>, Handling: 07/02/2016.
11. Shpenkov GP. *Physical sense of the imaginary unit*. [Internet] Available from: <http://shpenkov.janmax.com/Imagin, UnitRus.Pdf>.
12. Chaousov G. *Psychotropic technology reducing pain*. [Internet] Available from: <http://www.psyfactor.org/lybrary-3.html>, 2016.
13. [Internet] Available from: www.bigmeden.ru> article // *algesimeter (algesimeter)*, 2016.
14. Shestopalov VP. *Method of the Riemann-Hilbert problem in the theory of diffraction and propagation of electromagnetic waves*. Kharkov, KSU, 1971.
15. Malihin. *Hemogram, Patent of Ukraine, "MEDIS"*. [Internet] Available from: www.medis.org.ua/analiz_krovi (Patent of Ukraine №22161), 1995.
16. *The Poynting vector*. [Internet] Available from: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>, 2016.
17. *Anisotropy*. [Internet] Available from: ttwt.mpei.ru/ochkov/TM/articles/lec1/I_9.htm.
18. Kutushov MV. *Simbionty_ Kutushova*. [Internet] Available from: www.kutushov.com/, 2013.
19. Siebert PI, Kutushov MV. *Methods of Pain Measurement*. [Internet] Available from: <http://painmeter.at.ua/load/martan/1-1-0-4>, 18.08.2016.