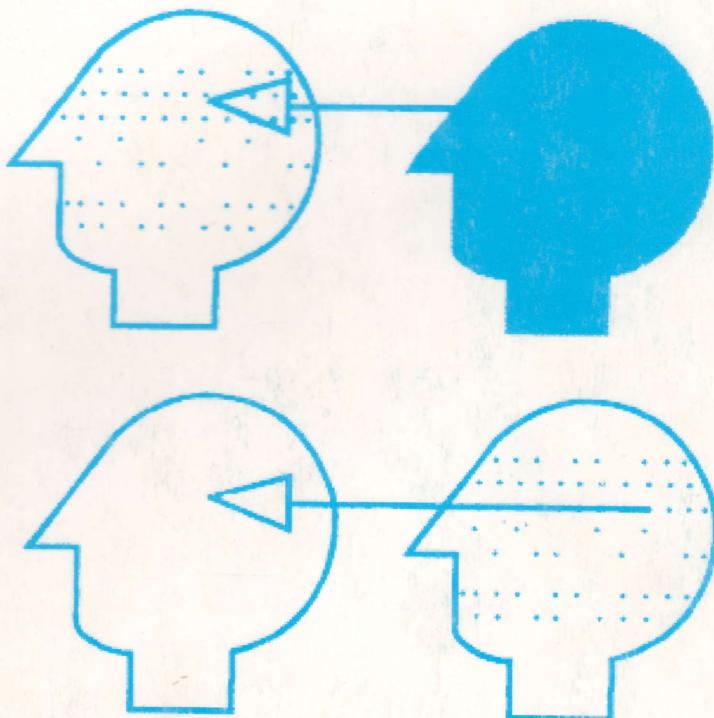


004(06)
17 78

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ISSN 0555-2656

ПРОБЛЕМЫ БИОНИКИ



58' 2003



УДК 615.47:617-089

Т.В. НОСОВА, М.С. БЕЗНОС, В.В. СЕМЕНЕЦ, В. А. ПИСЬМЕНЕЦКИЙ

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Введение.

В настоящее время в клиническую практику все шире внедряются аппаратно-программные комплексы для диагностики и коррекции параметров походки, позволяющие более эффективно проводить процесс диагностики и обучение пациентов, а следовательно, существенно сократить время реабилитации и одновременно повысить ее эффективность. Основой всех существующих методов диагностики является обработка сигналов, снимаемых с пациента, в частности, биомеханических сигналов от гониометрических датчиков. Эффективность работы аппаратно-программных комплексов во многом определяется применяемыми алгоритмами обработки сигналов, при этом отправной точкой является базовая математическая модель этих сигналов, поиску оптимального варианта которой посвящена статья.

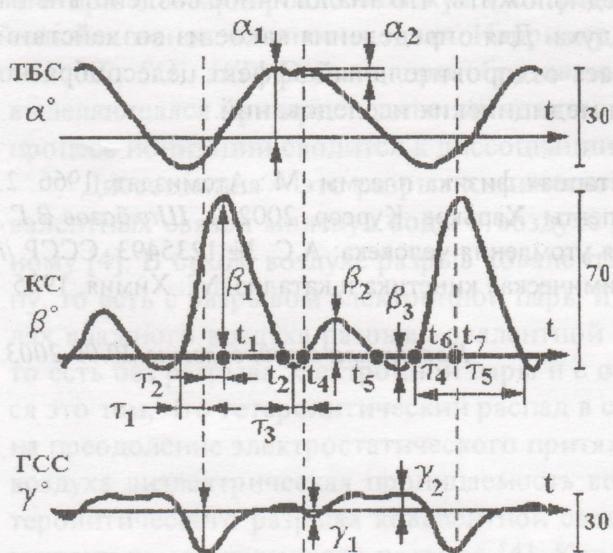


Рис. 1. Гониометрические характеристики экспериментальных данных шага человека.

квадратичной погрешностью при минимальном количестве членов разложения.

Результаты моделирования сигналов, снятых с тазобедренного (ТБС) (рис. 2), коленного (КС) (рис. 3) и голеностопного (ГСС) (рис. 4) суставов, на основе ряда Фурье [1] побудили нас провести поиск других базисных функций с целью сокращения числа членов ряда. Это связано с тем, что в предыдущей работе количество слагаемых ряда составляло 18–20, исключая математическую модель для сигнала ГСС при составлении, которой базовой являлась экспоненциальная функция.

Для решения этой задачи проанализируем особенности представления биомедицинских сигналов аналитическими моделями. Для некоторого временного интервала $[0, \tau]$ возможно описание сигнала $f(t)$, по некоторой системе функций $\{\phi_i(t)\}$.

$$f(t) = \sum_{i=0}^n a_i \phi_i(t), \quad t \in [0, \tau]$$

Целью данной работы является повышение достоверности модели диагностики походки человека за счет корректного определения информативных параметров: угла сгибания в тазобедренном суставе α_1 , угла попутных движений α_2 , угла сгибания в коленном суставе β_1 , угла подгибания β_2 , угла первично подошвенного сгибания γ_1 , угла первичного тыльного сгибания γ_2 (рис. 1), и соответственно поиска оптимальной модели функционирования нижних конечностей человека.

Перед нами стояла задача аналитического описания опытных данных, полученных при исследованиях кинематической системы нижних конечностей человека на основе различных аппроксимирующих функций с минимальной среднеквадратичной погрешностью.

$$f(t) = \sum_{i=0}^n a_i \phi_i(t)$$

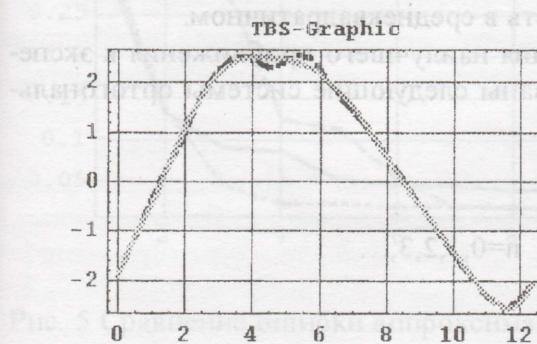


Рис. 2. Экспериментальные данные угла ТБС и их аппроксимационные модели вида (1).

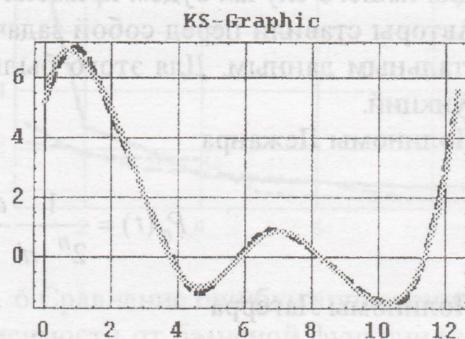


Рис. 3. Экспериментальные данные угла КС и их аппроксимационные модели вида (2).

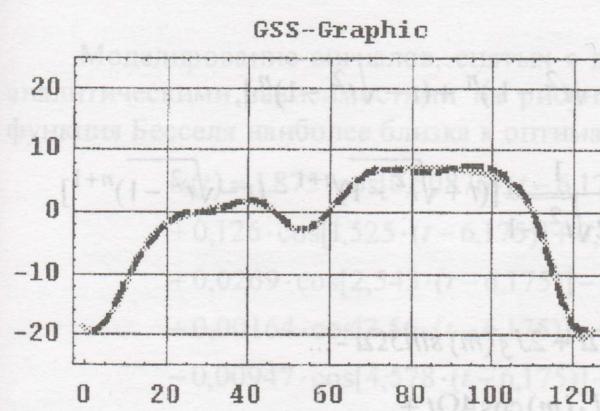


Рис. 4 Экспериментальные данные угла ГСС и их аппроксимационные модели вида (3).

Рассмотрим аналитические функции, описывающие сигнал на временном сегменте. Для выделения из исследуемого сегмента биомедицинского сигнала $f(t)$ его информативных параметров $\{a_i\}$ необходимо определить критерий близости исследуемого сигнала к его аналитическому описанию и, исходя из этого критерия, получить алгоритм нахождения унифицированного ряда значений, пропорциональных числовым коэффициентам $\{a_i\}$.

$$\sum_{i=0}^n a_i \phi_i(x) \quad \text{на сегменте } [a, b]$$

В такой постановке задачи ее решение следует искать в теории аппроксимации функции действительной переменной $f(x)$ функциональным рядом. Критерий близости определяется видом сходимости. Известно пять видов сходимости: равномерная сходимость, сходимость в среднеквадратическом, сходимость в среднем, сходимость почти всюду и сходимость по мере. Структурно эти виды сходимости связаны между собой.

Сходимость по мере и сходимость почти всюду распространяются на функции $f(x)$, для которых не совпадают области определения и области сходимости. Функции, у которых совпадают области определения и сходимости, допускают равномерное приближение функциональным рядом, приближение в среднеквадратическом и приближение в среднем [2]:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \max_{x \rightarrow [a, b]} \left| f(x) - \sum_{i=0}^n a_i \phi_i(x) \right| = 0,$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_a^b [f(x) - \sum_{i=0}^n a_i \phi_i(x)]^2 dx = 0,$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_a^b \left| f(x) - \sum_{i=0}^n a_i \phi_i(x) \right| dx = 0.$$

Для нашего случая будем применять сходимость в среднеквадратичном.

Авторы ставили перед собой задачу нахождения наилучшего приближения к экспериментальным данным. Для этого были использованы следующие системы ортогональных функций.

Полиномы Лежандра

$$P_n(t) = \frac{1}{2^n \cdot n!} \frac{d^n(t^2 - 1)^n}{dt^n}, \quad n=0,1,2,3,\dots$$

Полиномы Лагерра

$$L_n^{(\alpha)}(t) = \frac{e^t t^{-\alpha}}{n!} \frac{d^n}{dt^n}(e^{-t} t^{n+\alpha}),$$

где α - произвольное комплексное число.

Полиномы Чебышева 1-го и 2-го рода

$$T_n(t) = \cos(n \arccos t) = \frac{1}{2} [(t + \sqrt{t^2 - 1})^n + (t - \sqrt{t^2 - 1})^n],$$

$$U_n(t) = \frac{\sin[(n+1) \arccos t]}{\sin t} = \frac{1}{n+1} T_{n+1}(t) = \frac{1}{2\sqrt{t^2 - 1}} [(t + \sqrt{t^2 - 1})^{n+1} - (t - \sqrt{t^2 - 1})^{n+1}]$$

Функция Бесселя

$$\sin(m \sin \Omega t) = 2J_1(m) \sin \Omega t + 2J_3(m) \sin 3\Omega t + 2J_5(m) \sin 5\Omega t - \dots$$

$$\cos(m \sin \Omega t) = J_0(m) + 2J_2(m) \cos 2\Omega t + 2J_4(m) \cos 4\Omega t + \dots$$

$$\sin(m \cos \Omega t) = 2J_1(m) \cos \Omega t - 2J_3(m) \cos 3\Omega t + 2J_5(m) \cos 5\Omega t - \dots$$

$$\cos(m \cos \Omega t) = J_0(m) - 2J_2(m) \cos 2\Omega t + 2J_4(m) \cos 4\Omega t - \dots$$

Располагая массивом точек, полученных экспериментально, был произведен поиск оптимальной системы функций по критерию минимальной среднеквадратичной погрешности.

В данной работе для математического моделирования и определения ошибок приближения использовался пакет MATHEMATICA версии 4.1. Входными данными являлись массивы дискретных отсчетов сигналов, полученных экспериментально с помощью датчиков расположенных на тазобедренном, коленном и голеностопном суставах. Поиск оптимальных моделей заключался в определении коэффициентов a_i для ортогональных функций Лагерра, Лежандра, Бесселя, Чебышева, Фурье, и последующем выборе одной из них по критерию минимальной среднеквадратичной погрешности.

Результаты поиска оптимальных базисных функций для аппроксимации сигналов, снятых с датчиков расположенных на ТБС, представлены на рис. 5. Из приведенных зависимостей видно, что наилучшее приближение обеспечивает функция Лагерра (при 7 членах ряда $\sigma = \sigma_{\min} = 0.10035$). Однако, с точки зрения точности измерения информативных параметров эта модель является не состоятельной. Поэтому было принято решение применять для данной зависимости ряд Фурье.

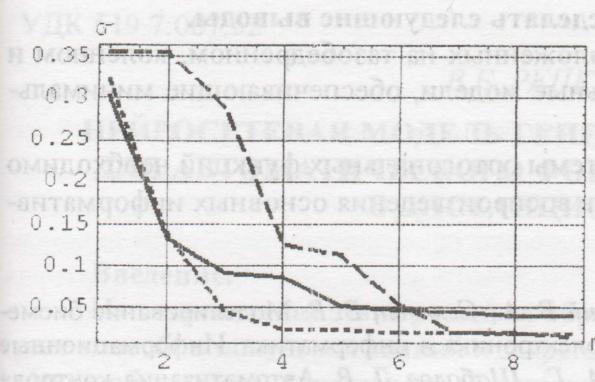


Рис. 5 Сравнение ошибки аппроксимации в зависимости от базисной функции (сплошной - линейное разложение по Фурье, пунктирной - по функциям Лагерра, штриховой - по функциям Бесселя) при моделировании сигнала ТБС.

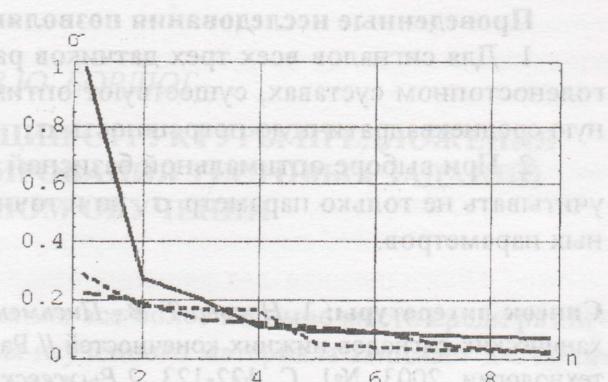


Рис. 6 Сравнение ошибки аппроксимации в зависимости от базисной функции (сплошной - линейное разложение по Фурье, пунктирной - по функциям Лагерра, штриховой - по функциям Бесселя) при моделировании сигнала КС.

Моделирование сигналов, снятых с датчиков расположенных на КС, представлено аналитическими зависимостями на рисунке 6. Как следует из приведенных графиков, функция Бесселя наиболее близка к оптимальной.

$$\alpha(t) = 1,875 \cdot \cos[0,50876 \cdot (t - 6,175)] - 0,325 \cdot \cos[1,017 \cdot (t - 6,175)] + \\ + 0,126 \cdot \cos[1,525 \cdot (t - 6,175)] + 0,037 \cdot \cos[2,035 \cdot (t - 6,175)] + \\ + 0,0269 \cdot \cos[2,543 \cdot (t - 6,175)] - 0,022 \cdot \cos[3,053 \cdot (t - 6,175)] + \\ + 0,00164 \cdot \cos[3,56 \cdot (t - 6,175)] - 0,0152 \cdot \cos[4,07 \cdot (t - 6,175)] - \\ - 0,00947 \cdot \cos[4,578 \cdot (t - 6,175)] - 1,49 \cdot \sin[0,50876 \cdot (t - 6,175)] + \\ + 0,225 \cdot \sin[1,017 \cdot (t - 6,175)] - 0,0496 \cdot \sin[1,525 \cdot (t - 6,175)] + \\ + 0,029 \cdot \sin[2,035 \cdot (t - 6,175)] - 0,0911 \cdot \sin[2,543 \cdot (t - 6,175)] - \\ - 0,00467 \cdot \sin[3,053 \cdot (t - 6,175)] - 0,0172 \cdot \sin[3,56 \cdot (t - 6,175)] - \\ - 0,00288 \cdot \sin[4,07 \cdot (t - 6,175)] - 0,00493 \cdot \sin[4,578 \cdot (t - 6,175)] \quad (1)$$

$$\beta(t) = 5,18 \cdot J_0(t) + 12,22 \cdot J_1(t) - 49,68 \cdot J_2(t) + 240,27 \cdot J_3(t) - 782,97 \cdot J_4(t) + \\ + 1878,81 \cdot J_5(t) - 3228,6 \cdot J_6(t) + 3818,86 \cdot J_7(t) - 2813,18 \cdot J_8(t) + 978,535 \cdot J_9(t) \quad (2)$$

При этом отсутствуют потери информативных параметров.

Сигналы, поступающие с датчиков расположенных на ГСС, аппроксимируемые с помощью перечисленных ортогональных базисов, к сожалению, были синтезированы с большей погрешностью, чем с помощью пяти экспоненциальных функций вида

$a e^{-\frac{(x-b)^2}{c^2}}$. Таким образом, для зависимости $\gamma(t)$ наилучшее приближение обеспечивается рядом

$$\gamma(t) = 11,5546 \cdot e^{-\frac{(t-85)^2}{3200}} - 23,4085 \cdot e^{-\frac{1}{98}(t-122)^2} - 6,90882 \cdot e^{-\frac{1}{98}(t-55)^2} - \\ - 16,7265 \cdot e^{-\frac{1}{98}(t-2,5)^2} - 4,13. \quad (3)$$

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Для сигналов всех трех датчиков расположенных на тазобедренном, коленном и голеностопном суставах, существуют оптимальные модели, обеспечивающие минимальную среднеквадратичную погрешность σ .

2. При выборе оптимальной базисной системы ортогональных функций необходимо учитывать не только параметр σ , но и точность воспроизведения основных информативных параметров.

Список литературы: 1. Носова Т. В., Письменецкий В. А., Семенец В. В. Моделирование биомеханических сигналов нижних конечностей // Радиоэлектроника и информатика. Информационные технологии. 2003. №1. С. 122-123. 2. Рыжевский А. Г., Шабалов Д. В. Автоматизация контроля формы моноимпульсных сигналов. Москва: Энергоатомиздат, 1967. 97с. 3. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи исигналы. М.: Советское радио, 1971.672с.

Поступила в редакцию 6.08.2003

Номиналы Чебышева 1-го и 2-го рода

онсправедл. ЭК ви хзанжоконюа волнистая э интегр. волнисто-справедл. волнистых ф-ий. Каждый из них имеет свою форму и вспомогательные параметры.

$$(1) \quad \begin{aligned} U_1(t) = & -[(2\pi t - 1) \cdot 110,11 \cos 25,0 - 1121,0 - 1] \sqrt{802,0} \sin 284 = (1) \cdot t^{1/2} \\ & + [(2\pi t - 1) \cdot 230,25 \cos 0,0 + 222 \cdot 1,0 - 1] \cos 250,0 + \\ & \text{Функция Бесселя } [(2\pi t - 1) \cdot 250,5 - 0,0 - 0,025 \cdot 243 \cdot 1] \cos 250,0 + \\ & \sin(t \sin \Omega t) = [(2\pi t - 1) \cdot 50,4 - 0,025 \cdot 2510,0 - (2\pi t - 1) \cdot 0,2 \cdot 2404 - 100,0 - \\ & + [(2\pi t - 1) \cdot 0,07802,0] \sin 0,4 - [(2\pi t - 1) \cdot 872,4] \cos 0,4 - 1400,0 - \\ & \cos(t \sin \Omega t) = [(2\pi t - 1) \cdot 0,07802,0] \sin 0,4 - [(2\pi t - 1) \cdot 872,4] \cos 0,4 + 1400,0 + \\ & \sin(t \cos \Omega t) = 2[(2\pi t - 1) \cdot 0,07802,0] \sin 110,0 - [(2\pi t - 1) \cdot 0,07802,0] \cos 110,0 + \\ & \cos(t \cos \Omega t) = [(2\pi t - 1) \cdot 0,07802,0] \sin 110,0 - [(2\pi t - 1) \cdot 0,07802,0] \cos 110,0 - \\ & [(2\pi t - 1) \cdot 872,4] \sin 0,4 - 1400,0 - [(2\pi t - 1) \cdot 0,4] \cos 0,4 - 8800,0 - \end{aligned}$$

Располагая массивом точек, получившими экспериментально, был произведен поиск оптимальных (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22), (23), (24), (25), (26), (27), (28), (29), (30), (31), (32), (33), (34), (35), (36), (37), (38), (39), (40), (41), (42), (43), (44), (45), (46), (47), (48), (49), (50), (51), (52), (53), (54), (55), (56), (57), (58), (59), (60), (61), (62), (63), (64), (65), (66), (67), (68), (69), (70), (71), (72), (73), (74), (75), (76), (77), (78), (79), (80), (81), (82), (83), (84), (85), (86), (87), (88), (89), (90), (91), (92), (93), (94), (95), (96), (97), (98), (99), (100), (101), (102), (103), (104), (105), (106), (107), (108), (109), (110), (111), (112), (113), (114), (115), (116), (117), (118), (119), (120), (121), (122), (123), (124), (125), (126), (127), (128), (129), (130), (131), (132), (133), (134), (135), (136), (137), (138), (139), (140), (141), (142), (143), (144), (145), (146), (147), (148), (149), (150), (151), (152), (153), (154), (155), (156), (157), (158), (159), (160), (161), (162), (163), (164), (165), (166), (167), (168), (169), (170), (171), (172), (173), (174), (175), (176), (177), (178), (179), (180), (181), (182), (183), (184), (185), (186), (187), (188), (189), (190), (191), (192), (193), (194), (195), (196), (197), (198), (199), (200), (201), (202), (203), (204), (205), (206), (207), (208), (209), (210), (211), (212), (213), (214), (215), (216), (217), (218), (219), (220), (221), (222), (223), (224), (225), (226), (227), (228), (229), (230), (231), (232), (233), (234), (235), (236), (237), (238), (239), (240), (241), (242), (243), (244), (245), (246), (247), (248), (249), (250), (251), (252), (253), (254), (255), (256), (257), (258), (259), (260), (261), (262), (263), (264), (265), (266), (267), (268), (269), (270), (271), (272), (273), (274), (275), (276), (277), (278), (279), (280), (281), (282), (283), (284), (285), (286), (287), (288), (289), (290), (291), (292), (293), (294), (295), (296), (297), (298), (299), (300), (301), (302), (303), (304), (305), (306), (307), (308), (309), (310), (311), (312), (313), (314), (315), (316), (317), (318), (319), (320), (321), (322), (323), (324), (325), (326), (327), (328), (329), (330), (331), (332), (333), (334), (335), (336), (337), (338), (339), (340), (341), (342), (343), (344), (345), (346), (347), (348), (349), (350), (351), (352), (353), (354), (355), (356), (357), (358), (359), (360), (361), (362), (363), (364), (365), (366), (367), (368), (369), (370), (371), (372), (373), (374), (375), (376), (377), (378), (379), (380), (381), (382), (383), (384), (385), (386), (387), (388), (389), (390), (391), (392), (393), (394), (395), (396), (397), (398), (399), (400), (401), (402), (403), (404), (405), (406), (407), (408), (409), (410), (411), (412), (413), (414), (415), (416), (417), (418), (419), (420), (421), (422), (423), (424), (425), (426), (427), (428), (429), (430), (431), (432), (433), (434), (435), (436), (437), (438), (439), (440), (441), (442), (443), (444), (445), (446), (447), (448), (449), (450), (451), (452), (453), (454), (455), (456), (457), (458), (459), (460), (461), (462), (463), (464), (465), (466), (467), (468), (469), (470), (471), (472), (473), (474), (475), (476), (477), (478), (479), (480), (481), (482), (483), (484), (485), (486), (487), (488), (489), (490), (491), (492), (493), (494), (495), (496), (497), (498), (499), (500), (501), (502), (503), (504), (505), (506), (507), (508), (509), (510), (511), (512), (513), (514), (515), (516), (517), (518), (519), (520), (521), (522), (523), (524), (525), (526), (527), (528), (529), (530), (531), (532), (533), (534), (535), (536), (537), (538), (539), (540), (541), (542), (543), (544), (545), (546), (547), (548), (549), (550), (551), (552), (553), (554), (555), (556), (557), (558), (559), (560), (561), (562), (563), (564), (565), (566), (567), (568), (569), (570), (571), (572), (573), (574), (575), (576), (577), (578), (579), (580), (581), (582), (583), (584), (585), (586), (587), (588), (589), (590), (591), (592), (593), (594), (595), (596), (597), (598), (599), (600), (601), (602), (603), (604), (605), (606), (607), (608), (609), (610), (611), (612), (613), (614), (615), (616), (617), (618), (619), (620), (621), (622), (623), (624), (625), (626), (627), (628), (629), (630), (631), (632), (633), (634), (635), (636), (637), (638), (639), (640), (641), (642), (643), (644), (645), (646), (647), (648), (649), (650), (651), (652), (653), (654), (655), (656), (657), (658), (659), (660), (661), (662), (663), (664), (665), (666), (667), (668), (669), (670), (671), (672), (673), (674), (675), (676), (677), (678), (679), (680), (681), (682), (683), (684), (685), (686), (687), (688), (689), (690), (691), (692), (693), (694), (695), (696), (697), (698), (699), (700), (701), (702), (703), (704), (705), (706), (707), (708), (709), (710), (711), (712), (713), (714), (715), (716), (717), (718), (719), (720), (721), (722), (723), (724), (725), (726), (727), (728), (729), (721), (722), (723), (724), (725), (726), (727), (728), (729), (730), (731), (732), (733), (734), (735), (736), (737), (738), (739), (731), (732), (733), (734), (735), (736), (737), (738), (739), (740), (741), (742), (743), (744), (745), (746), (747), (748), (749), (741), (742), (743), (744), (745), (746), (747), (748), (749), (750), (751), (752), (753), (754), (755), (756), (757), (758), (759), (751), (752), (753), (754), (755), (756), (757), (758), (759), (760), (761), (762), (763), (764), (765), (766), (767), (768), (769), (761), (762), (763), (764), (765), (766), (767), (768), (769), (770), (771), (772), (773), (774), (775), (776), (777), (778), (779), (771), (772), (773), (774), (775), (776), (777), (778), (779), (780), (781), (782), (783), (784), (785), (786), (787), (788), (789), (781), (782), (783), (784), (785), (786), (787), (788), (789), (790), (791), (792), (793), (794), (795), (796), (797), (798), (799), (791), (792), (793), (794), (795), (796), (797), (798), (799), (800), (801), (802), (803), (804), (805), (806), (807), (808), (809), (801), (802), (803), (804), (805), (806), (807), (808), (809), (810), (811), (812), (813), (814), (815), (816), (817), (818), (819), (811), (812), (813), (814), (815), (816), (817), (818), (819), (820), (821), (822), (823), (824), (825), (826), (827), (828), (829), (821), (822), (823), (824), (825), (826), (827), (828), (829), (830), (831), (832), (833), (834), (835), (836), (837), (838), (839), (831), (832), (833), (834), (835), (836), (837), (838), (839), (840), (841), (842), (843), (844), (845), (846), (847), (848), (849), (841), (842), (843), (844), (845), (846), (847), (848), (849), (850), (851), (852), (853), (854), (855), (856), (857), (858), (859), (851), (852), (853), (854), (855), (856), (857), (858), (859), (860), (861), (862), (863), (864), (865), (866), (867), (868), (869), (861), (862), (863), (864), (865), (866), (867), (868), (869), (870), (871), (872), (873), (874), (875), (876), (877), (878), (879), (871), (872), (873), (874), (875), (876), (877), (878), (879), (880), (881), (882), (883), (884), (885), (886), (887), (888), (889), (881), (882), (883), (884), (885), (886), (887), (888), (889), (890), (891), (892), (893), (894), (895), (896), (897), (898), (899), (891), (892), (893), (894), (895), (896), (897), (898), (899), (900), (901), (902), (903), (904), (905), (906), (907), (908), (909), (901), (902), (903), (904), (905), (906), (907), (908), (909), (910), (911), (912), (913), (914), (915), (916), (917), (918), (919), (911), (912), (913), (914), (915), (916), (917), (918), (919), (920), (921), (922), (923), (924), (925), (926), (927), (928), (929), (921), (922), (923), (924), (925), (926), (927), (928), (929), (930), (931), (932), (933), (934), (935), (936), (937), (938), (939), (931), (932), (933), (934), (935), (936), (937), (938), (939), (940), (941), (942), (943), (944), (945), (946), (947), (948), (949), (941), (942), (943), (944), (945), (946), (947), (948), (949), (950), (951), (952), (953), (954), (955), (956), (957), (958), (959), (951), (952), (953), (954), (955), (956), (957), (958), (959), (960), (961), (962), (963), (964), (965), (966), (967), (968), (969), (961), (962), (963), (964), (965), (966), (967), (968), (969), (970), (971), (972), (973), (974), (975), (976), (977), (978), (979), (971), (972), (973), (974), (975), (976), (977), (978), (979), (980), (981), (982), (983), (984), (985), (986), (987), (988), (989), (981), (982), (983), (984), (985), (986), (987), (988), (989), (990), (991), (992), (993), (994), (995), (996), (997), (998), (999), (991), (992), (993), (994), (995), (996), (997), (998), (999), (1000), (1001), (1002), (1003), (1004), (1005), (1006), (1007), (1008), (1001), (1002), (1003), (1004), (1005), (1006), (1007), (1008), (1009), (1010), (1011), (1012), (1013), (1014), (1015), (1016), (1017), (1018), (1011), (1012), (1013), (1014), (1015), (1016), (1017), (1018), (1019), (1020), (1021), (1022), (1023), (1024), (1025), (1026), (1027), (1028), (1029), (1021), (1022), (1023), (1024), (1025), (1026), (1027), (1028), (1029), (1030), (1031), (1032), (1033), (1034), (1035), (1036), (1037), (1038), (1039), (1031), (1032), (1033), (1034), (1035), (1036), (1037), (1038), (1039), (1040), (1041), (1042), (1043), (1044), (1045), (1046), (1047), (1048), (1049), (1041), (1042), (1043), (1044), (1045), (1046), (1047), (1048), (1049), (1050), (1051), (1052), (1053), (1054), (1055), (1056), (1057), (1058), (1059), (1051), (1052), (1053), (1054), (1055), (1056), (1057), (1058), (1059), (1060), (1061), (1062), (1063), (1064), (1065), (1066), (1067), (1068), (1069), (1061), (1062), (1063), (1064), (1065), (1066), (1067), (1068), (1069), (1070), (1071), (1072), (1073), (1074), (1075), (1076), (1077), (1078), (1079), (1071), (1072), (1073), (1074), (1075), (1076), (1077), (1078), (1079), (1080), (1081), (1082), (1083), (1084), (1085), (1086), (1087), (1088), (1089), (1081), (1082), (1083), (1084), (1085), (1086), (1087), (1088), (1089), (1090), (1091), (1092), (1093), (1094), (1095), (1096), (1097), (1098), (1099), (1091), (1092), (1093), (1094), (1095), (1096), (1097), (1098), (1099), (1100), (1101), (1102), (1103), (1104), (1105), (1106), (1107), (1108), (1101), (1102), (1103), (1104), (1105), (1106), (1107), (1108), (1109), (1110), (1111), (1112), (1113), (1114), (1115), (1116), (1117), (1118), (1119), (1111), (1112), (1113), (1114), (1115), (1116), (1117), (1118), (1119), (1120), (1121), (1122), (1123), (1124), (1125), (1126), (1127), (1128), (1129), (1121), (1122), (1123), (1124), (1125), (1126), (1127), (1128), (1129), (1130), (1131), (1132), (1133), (1134), (1135), (1136), (1137), (1138), (1139), (1131), (1132), (1133), (1134), (1135), (1136), (1137), (1138), (1139), (1140), (1141), (1142), (1143), (1144), (1145), (1146), (1147), (1148), (1149), (1141), (1142), (1143), (1144), (1145), (1146), (1147), (1148), (1149), (1150), (1151), (1152), (1153), (1154), (1155), (1156), (1157), (1158), (1159), (1151), (1152), (1153), (1154), (1155), (1156), (1157), (1158), (1159), (1160), (1161), (1162), (1163), (1164), (1165), (1166), (1167), (1168), (1169), (1161), (1162), (1163), (1164), (1165), (1166), (1167), (1168), (1169), (1170), (1171), (1172), (1173), (1174), (1175), (1176), (1177), (1178), (1179), (1171), (1172), (1173), (1174), (1175), (1176), (1177), (1178), (1179), (1180), (1181), (1182), (1183), (1184), (1185), (1186), (1187), (1188), (1189), (1181), (1182), (1183), (1184), (1185), (1186), (1187), (1188), (1189), (1190), (1191), (1192), (1193), (1194), (1195), (1196), (1197), (1198), (1199), (1191), (1192), (1193), (1194), (1195), (1196), (1197), (1198), (1199), (1200), (1201), (1202), (1203), (1204), (1205), (1206), (1207), (1208), (1201), (1202), (1203), (1204), (1205), (1206), (1207), (1208), (1209), (1210), (1211), (1212), (1213), (1214), (1215), (1216), (1217), (1218), (1219), (1211), (1212), (1213), (1214), (1215), (1216), (1217), (1218), (1219), (1220), (1221), (1222), (1223), (1224), (1225), (1226), (1227), (1228), (1229), (1221), (1222), (1223), (1224), (1225), (1226), (1227), (1228), (1229), (1230), (1231), (1232), (1233), (1234), (1235), (1236), (1237), (1238), (1239), (1231), (1232), (1233), (1234), (1235), (1236), (1237), (1238), (1239), (1240), (1241), (1242), (1243), (1244), (1245), (1246), (1247), (1248), (1249), (1241), (1242), (1243), (1244), (1245), (1246), (1247), (1248), (1249), (1250), (1251), (1252), (1253), (1254), (1255), (1256), (1257), (1258), (1259), (1251), (1252), (1253), (1254), (1255), (1256), (1257), (1258), (1259), (1260), (1261), (1262), (1263), (1264), (1265), (1266), (1267), (1268), (1269), (1261), (1262), (1263), (1264), (1265), (1266), (1267), (1268), (1269), (1270), (1271), (1272), (1273), (1274), (1275), (1276), (1277), (1278), (1279), (1271), (1272), (1273), (1274), (1275), (1276), (1277), (1278), (1279), (1280), (1281), (1282), (1283), (1284), (1285), (1286), (1287), (1288), (1289), (1281), (1282), (1283), (1284), (1285), (1286), (1287), (1288), (1289), (1290), (1291), (1292), (1293), (1294), (1295), (1296), (1297), (1298), (1299), (1291), (1292), (1293), (1294), (1295), (1296), (1297), (1298), (1299), (1300), (1301), (1302), (1303), (1304), (1305), (1306), (1307), (1308), (1301), (1302), (1303), (1304), (1305), (1306), (1307), (1308), (1309), (1310), (1311), (1312), (1313), (1314), (1315), (1316), (1317), (1318), (131

УДК 538.00.00

Регистрация полевого воздействия люстры Чижевского на эпителиальные клетки человека / Н.Н. Григорьева, Н.Д. Васильев, А.И. Дохов, И.И. Зима, В.И. Стрельченко // Проблемы бионики: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2003. Вып. 58. С. 81-85
Приведены результаты экспериментальных исследований электромагнитных роторных излучений люстры Чижевского и их воздействия на человека на клеточном уровне.

Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 538.000.000

Реєстрація польового впливу люстри Чижевського на епітеліальні клітини людини / Н.М. Григор'єва, М.Д. Васильєв, О.І. Дохов, І.І. Зима, В.Й. Стрільченко // Проблеми біоніки: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. 2003. Вип. 58. С. 81-85.
Наведені результати експериментальних досліджень електромагнітних роторних випромінювань люстри Чижевського та їх впливу на людину на клітинному рівні.

Табл. 2. Бібліогр.: 2 назви.

UDC 538.00.00

Registration of field influence of a chandelier Chigevsky's on epithelial of a cell of the man / N.N. Grigoreva, N.D. Vasilev, A.I. Dohov, I.I. Zima, V.J. Strelchenko // Problems of Bionics. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2003. № 58. P. 81-85.
Experimental researches of electromagnetic rotary radiations of a chandelier Chigevsky's and their influence on the man at a cell-like level are represented.
2 tab. 2 items.

УДК 615.47:617-089

Поиск оптимальной модели функционирования нижних конечностей человека / Т.В. Носова, М.С. Безнос, В.В. Семенец, В.А. Письменецкий // Проблемы бионики: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2003. Вып. 58. С. 86-90.

Рассматривается задача аналитического описания опытных данных, полученных при исследованиях кинематической системы нижних конечностей человека на основе различных аппроксимирующих функций с минимальной среднеквадратичной погрешностью.

Табл. 0. Ил. 6. Библиогр.: 3 назв.

УДК 615.47:617-089

Пошук оптимальної моделі функціювання нижніх кінцівок людини / Т.В. Носова, М.С. Безнос, В.В. Семенець, В.О. Письменецький // Проблеми біоніки: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. 2003. Вип. 58. С. 86-90.

Автори ставили перед собою задачу аналитического описания экспериментальных данных, отмеченных при исследовании кинематической системы нижних конечностей человека на основе различных аппроксимирующих функций с минимальной среднеквадратичной погрешностью.

Табл. 0. Ил. 6. Бібліогр.: 3 назви.

UDC 615.47:617-089

Search of optimum model of functioning of the bottom finitenesses of the person / T.V. Nosova, M.S. Beznos, V.V. Semenets, V.A. Pis'menetsky // Problems of Bionics. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2003. № 58.. P.86-90.

The problem of the analytical description of the skilled data received at researches of kinematic system of the bottom finitenesses of the person on the basis of various approximating functions with the minimal root-mean-square error.

0 tab. 6 fig. Ref.: 3 items.

УДК 61:618.004.912

Моделювання когнітивної функції уваги в системі зориного зору / А.Л. Єрольдян, Вал.Н. Бурцев // Проблеми біоники. Всесвт. конф. з проблем біоники та біотехнологій. Кіровоград, 2003. Вип. 58. С. 126-130.

Розроблено модель функції уваги, основана на суперпозиції розпізнавання фактора неперспективності та обробки неперспективного об'єкта. Описано розпізнавання фактора неперспективності та обробка неперспективного об'єкта. Описано розпізнавання фактора неперспективності та обробка неперспективного об'єкта.

Бібліогр.: 12 наук.

Сборник научных трудов Проблемы бионики

Выпуск 58

УДК 61:618.004.912

Моделювання когнітивної функції уваги в системі зориного зору / А.Л. Єрольдян, Вал.Н. Бурцев // Проблеми біоники. Всесвт. конф. з проблем біоники та біотехнологій. Кіровоград, 2003. Вип. 58. С. 126-130.

Розроблено модель функції уваги, основана на суперпозиції розпізнавання фактора неперспективності та обробки неперспективного об'єкта. Описано розпізнавання фактора неперспективності та обробка неперспективного об'єкта.

Бібліогр.: 12 наук.

Випуск 58

UDC 61:618.004.912

Modelling of attention cognitive function in vision system / A.L. Yeroldyan, V.N. Burtsev // Problems of Biomed. All-Ukr. Sci. Interdep. Mag. 2003. N. 58.

The model of T attention which based on an estimation of the unexpectedness of the changes of moving intensity and object in actual visual field of the vision system are used. The operative recognition factor is carried out by introduction in the vision system of optical fibre detectors of bimodal irregularity.

Refs.: 12 items.

Підписано до другу 1.10.2003.

Формат 60/84/8. Папір офсетний. Друк ізографія.

Ум. друк арк. 21,0. Тираж 300 прим. Зам. 57/03.

Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Україна, 61166 Харків, пр. Леніна, 14

Видавництво "Крокус"

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 621 від 22.05.2002 р.

Харків, 61183, вул. Дружби народів, 277/93
<http://medicine.itl.net.ua>, <http://medicine-and.iatp.org.ua>
medicine@online.kharkov.ua