

ПАТОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

В статье представлены результаты медицинских мероприятий, направленных на уменьшение риска возникновения профессиональных заболеваний и общее оздоровление работников предприятия, повышение сопротивляемости к неблагоприятным факторам производства

Тенденции общественного здоровья, которые сложились в настоящее время среди различных групп населения, представляют собой реальную угрозу для экономики страны [1]. Особую тревогу вызывает состояние здоровья трудоспособного населения [2, 3]. Для создания эффективной системы профилактики заболеваний важно распознавать заболевания на доклинических стадиях и по возможности стимулировать в организме собственные механизмы защиты [4, 5].

Перспективным направлением современной медицины является изучение элементного «портрета» населения отдельных биогеохимических регионов и профессиональных групп с целью научной разработки и внедрения мероприятий по устранению выявленных микроэлементозов [6]. Основанием являются многочисленные исследования, проводимые в области биохимии патологических процессов свидетельствующие о значительных изменениях в обмене и балансе МЭ на клеточном, тканевом, организменном уровнях [7, 8]. Ряд заболеваний характеризуется как общей, так и специфической элементограммой, параметры которой могут служить диагностическими и/или прогностическими тестами [9, 10].

В последние годы вскрыты многие физиологические и биохимические механизмы возникновения стресса. Среди них огромное значение придается усилению окислительных реакций в органах и тканях, индуцируемых вредными факторами окружающей среды [11]. Актуальность данной проблемы возрастает у лиц, контактирующих, по роду деятельности, с производственными вредностями [12, 13, 14], в частности, с металлами.

Поэтому выявление и оценка сдвигов в обмене макро- и микроэлементов, с целью последующей коррекции, позволяет подойти к решению ряда вопросов, существенно влияющих на показатели здоровья трудоспособного населения Оренбургской области, резко отличающихся по уровню экономического и социального развития, климатогеографическим, биогеохимическим условиям [15, 16, 17, 18].

Цель данной статьи – проанализировать патогенетические изменения минерального обмена

работников ПО «Стрела», являющегося крупным промышленным предприятием машиностроительного сектора экономики, с тем, чтобы в дальнейшем разработать эффективную систему своевременной диагностики, лечения и профилактики заболеваний.

Доказано, что деформированный минеральный обмен не только вносит свой вклад в патогенез заболеваний, но и изменяет фармакокинетический и фармакодинамический ответ на лекарственное воздействие [10, 19].

В основу работы положено комплексное обследование 94 человек (34 мужчин и 60 женщин) в возрасте от 18 до 60 лет, являющихся коренными жителями Оренбургской области и работающими в промышленности от 3 до 35 лет, контактирующих с вредными факторами производства;. Рассматриваемые цеха специализируются на паяльных, сварочных, литейных и кузнечных работах, с находящимися на их территории малярыными участками.

Исследование элементного состава волос проводилось в Центре Биотической медицины (Москва) методами атомно-эмиссионной масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой (ИСП-МС и ИСП-АЭС), по методике, утвержденной Министерством Здравоохранения России (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03).

Определены концентрации макро- и микроэлементов: Al, Ca, Fe, Zn, P, Na, I, Mn, Pb, Li, Mg, Cd, Ni, As, Be, K, Co, Cr, Cu, Hg, Sn, Ti, V, Si и Se (табл. 1).

Полученные данные сравнивались с референтными значениями содержания химических элементов в волосах по (А.В. Скальный, 2000; Iyengar, 1988; P. Bertram, 1992) (табл. 1).

Анализ элементного состава волос по предприятию, в целом, наглядно демонстрирует наличие целого ряда дисбалансов у рабочих: по магнию, железу и йоду (превышение референтных значений на 32%, 3,6% и 57% соответственно) на фоне выраженного дефицита К (на 14,7%), Se, Si и Co (на 20%, 4,5% и 20% соответственно) (табл. 1). Одновременно отмечено превышение референтных значений токсичного микроэлемента Cd (на 20%).

Таблица 1. Содержание химических элементов в волосах рабочих предприятия, М±m, мкг/г

Группа/ Элемент	В целом по заводу n=94	Референтные значения	Значения 25-75 центильных интервалов по стране
Макроэлементы			
Ca	1938±337	200-2000	494-1619
Mg	214±36,2	19,0-163	39-137
K	128±23,3	150-663	29-159
P	140±7,3	75-200	135-181
Na	412±57,9	18-1720	73-331
Микроэлементы и ультрамикроэлементы			
Fe	25,9±5,6	5,0-25	11-24
Zn	192±1,9	100-250	155-206
Cu	12,9±0,9	7,5-80	9-14
Si	19,1±3,1	-	11-37
I	6,6±2,5	0,27-4,2	-
Mn	1,2±0,4	0,1-2,0	0,32-1,13
Se	0,4±0,04	0,5-1,5	0,69-2,20
Co	0,04±0,005	0,05-0,50	0,04-0,16
Cr	0,57±0,08	0,1-20,0	0,32-0,96
V	0,08±0,01	0,005-0,5	-
Li	0,14±0,05	0,01-0,25	0,00-0,02
Токсичные и потенциально токсичные микроэлементы			
Ni	0,57±0,09	0,1-2,0	0,14-0,53
As	0,07±0,02	0,005-1,0	0,00-0,56
Ti	0,42±0,05	-	0,14-0,66
Be	0,01±0,002	0,005-0,01	0,00-0,01
Al	5,4±0,8	1,0-10 (20)	6-18
Sn	0,3±0,1	0,05-1,5	-
Cd	0,3±0,1	0,05-0,25	0,02-0,12
Pb	2,7±0,6	0,1-5,0	0,38-1,40
Hg	0,7±0,15	0,05-2,0	-

Магний образует комплексы с АТФ, цитратом, рядом белков: входит в состав почти 300 ферментов; участвует в поддержании нормальной температуры тела; участвует в работе нервно-мышечного аппарата. Комплексы магния с фосфолипидами снижают текучесть клеточных мембран. Кальций играет важную роль во внутриклеточном обмене, регулировании водно-электролитного обмена и осмотического давления. Железо входит в состав гемоглобина, ферментов, катализирующих процессы последовательного переноса атомов водорода или электронов от исходного донора к конечному акцептору, т. е. в дыхательной цепи (каталазы, пероксидазы, цитохромов). Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, иммунобиологических взаимодействиях. Избыточное поступление железа с пищевыми продуктами может вызывать гастроэнтерит, а нарушение его обмена, сопровождающееся избыточным содержанием в крови свободного железа, – появление в паренхиматозных органах отложений железа, развитие гемосидероза, гемохроматоза [20, 21]. Йод необходим для функционирования щитовидной железы. Недостаточное поступление йода в организм ведет к появлению *зоба эндемического*, избыточное поступление – к развитию гипотирео-

за. Биологическая роль селена предположительно заключается в его участии в качестве антиоксиданта в регуляции свободнорадикальных процессов в организме. Являясь антагонистом ряда тяжелых металлов (за счет нейтрализации процессов перекисного окисления липидов), данный дефицит может потенцировать их накопление в организме работающих [22]. Дефицит селена является также одной из причин нарушения обмена тиреоидных гормонов, что является актуальным для жителей нашей области. Низкое содержание селена в крови и тканях выявляется при иммунопатологических процессах. Кобальт влияет на углеводный обмен, активизирует костную и кишечную фосфатазы, каталазу, карбоксилазу, пептидазы, угнетает цитохромоксидазу и синтез тироксина. Стимулирует процессы кроветворения, участвует в синтезе витамина В₁₂, улучшает всасывание железа в кишечнике и катализирует переход так называемого депонированного железа в гемоглобин эритроцитов. Способствует лучшей ассимиляции азота, стимулирует синтез мышечных белков [20, 21].

На основании полученных результатов установлено, что рабочие производства, подвергающиеся воздействию комплекса вредных факторов, имеют целый ряд отклонений в минеральном обмене. Дан-

ное положение способствует нарушению компенсаторно-приспособительных механизмов организма к неблагоприятным факторам, с которыми по роду деятельности контактируют обследуемые.

Согласно результатам, полученным при обследовании отдельных групп рабочих производства, выявлена зависимость элементного статуса работающих от цеховой специализации.

На рисунке 1 представлены данные о превышении биологически допустимого уровня (БДУ) токсичных микроэлементов в волосах у работников различных участков предприятия.

Наиболее выраженные отклонения в содержании токсичных микроэлементов в волосах были у работников 10 (кузнечного), 12 (кабельного), 20 (малярно-сварочного), 24 (котельного) цехов. Так, в 10-ом цехе отмечалось превышение БДУ по мышьяку в 2,5 раза, в 12-м цехе превышение этого показателя по кадмию в 2 раза и литию в 1,5 раза. В 20-ом цехе отмечалось превышение БДУ по кадмию в 3,5 раза, литию в 2,5 раза и свинца в 2,2 раза. В 24-м цехе наблюдалось превышение БДУ по ртути в 1,3 раза.

Таким образом, ряд работников должны быть отнесены к группе повышенного риска из-за избыточного накопления в организме железа, бериллия, кадмия, свинца мышьяка и лития.

Существуют данные о различиях в элементном «портрете» мужчин и женщин [10, 23]. Руководствуясь этим фактом, был проведен анализ элементного статуса по половой принадлежности работников предприятия и жителей города.

Выявлено достоверно более низкое содержание кальция, магния и калия в волосах мужчин предприятия в сравнении с непромышленной сферой. У женщин – производителей содержание Са и Mg

достоверно выше (с превышением референтных значений) с тенденцией по дефициту калия.

При сравнительной оценке содержания микро- и ультрамикроэлементов в волосах рабочих и жителей города, в целом, отмечается тенденция более высокого их содержания в волосах промышленных рабочих (исключение составляет Cu и Si). У мужчин предприятия выявлено достоверно сниженное содержание Si на фоне превышения накопления в волосах Li и As, что, однако, не является достоверным. У работниц отмечена тенденция к повышенному выведению I.

Оценивая содержание токсичных и потенциально токсичных микроэлементов в волосах рабочих и жителей города, отмечено превышение референтных значений в волосах Cd у производственников. При анализе индивидуальных результатов исследования рабочих выявлено, что данный факт стал возможен за счет превышения уровня этого элемента в волосах работающих мужчин ряда цехов, порой в 2-2,7 раза. Достоверно отмечено более высокое содержание у мужчин предприятия Ti и Pb (с превышением референтных значений). У всех производственников – тенденция к повышенному содержанию Be по сравнению с жителями города.

С целью более детальной оценки элементного статуса обследуемых проведен анализ распространенности отклонений в содержании химических элементов в волосах мужчин и женщин. Так, несмотря на то, что средние значения содержания макроэлементов у обследованных мужчин не превышали референтных значений, у 28% обследованных выявлено пониженное содержание кальция и у 33% -повышенное (табл. 4). Подобная тенденция характерна и для ряда других элементов.

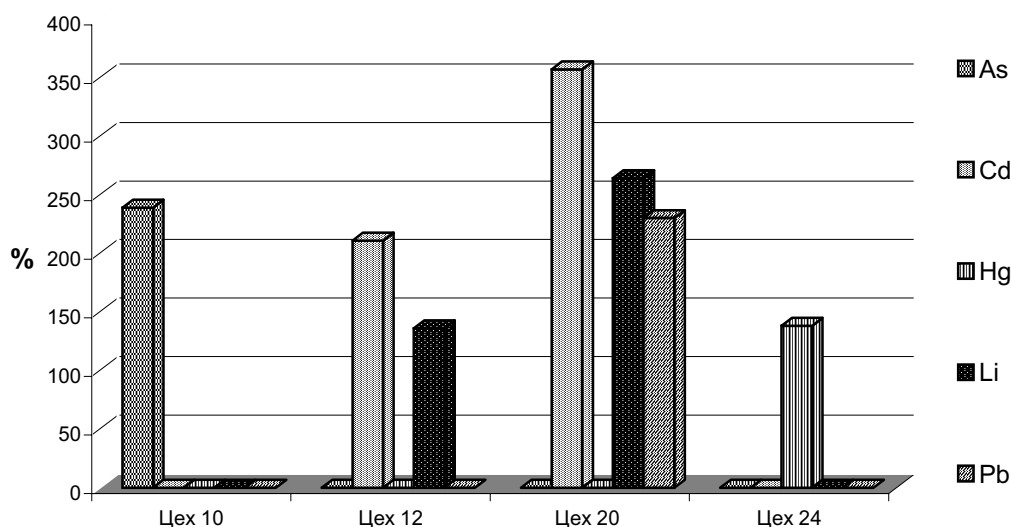


Рисунок 1. Превышение биологически допустимого уровня токсичных микроэлементов и Li в волосах у работников предприятия

Таблица 2. Содержания микро- и ультрамикроэлементов в волосах рабочих ПО «Стрела» (гр.А) и жителей г. Оренбурга, занятых в непроизводственной сфере (гр.Б), М±m, мкг/г

Элемент	Группа А n=94	Группа Б n=278	Мужчины		Женщины	
			группа А n=34	группа Б n=103	группа А n=60	группа Б n=175
Fe	25,9±5,6	24,7±2,06	43,8±9,9	30,2±3,15	14,3±1,2	15,5±0,80
Zn	192±1,9	177±3,6**	177±6,4	169±4,5	192± 7,7	190±5,6
Si	19,1±3,1	40,2±2,65**	17,1±4,0	42,9±3,21**	20,3±2,5	35,8±4,60**
I	6,6±2,5	1,1±0,15**	2,5±1,4	1,0±0,18	8,2±3,6	1,2±0,26
Se	0,4±0,04	0,32±0,02*	0,5±0,04	0,30±0,03**	0,4±0,03	0,34±0,03
Co	0,04±0,005	0,02±0,003**	0,04±0,01	0,02±0,002	0,04±0,004	0,03±0,005**
Cr	0,57±0,08	0,47±0,03	0,8±0,1	0,52±0,03**	0,4±0,05	0,4±0,04
Li	0,14±0,05	0,09±0,006	0,3±0,2	0,08±0,007	0,2±0,05	0,11±0,01
Ni	0,57±0,09	0,48±0,03	0,6±0,3	0,51±0,04	0,9±0,4	0,44±0,04
As	0,07±0,02	0,06±0,004	0,1±0,03	0,07±0,005	0,06± 0,02	0,05±0,005

Примечание: ** – достоверные различия (P<0,05), * – тенденция (P<0,1), между производством (группа А) и непроизводственной сферой (группа Б).

Таблица 3. Содержания токсичных и потенциально токсичных микроэлементов в волосах рабочих ПО «Стрела» (гр.А) и жителей г. Оренбурга, занятых в непроизводственной сфере (гр.Б), М±m, мкг/г

Элемент	Группа А n=94	Группа Б n=278	Мужчины		Женщины	
			группа А n=34	группа Б n=103	группа А n=60	группа Б n=175
Ti	0,42±0,05	0,32±0,020	0,5± 0,06	0,37±0,03**	0,3±0,05	0,23±0,03
Be	0,01±0,002	0,008±0,0007	0,01±0,001	0,008±0,0009	0,01±0,002	0,008±0,0009
Al	5,4±0,8	8,9±0,79**	8,9± 2,0	10,9±1,20	4,3±0,6	5,7±0,46
Cd	0,3±0,1	0,12±0,03**	0,7± 0,3	0,16±0,04*	0,2±0,08	0,06±0,03
Pb	2,7±0,6	1,62±0,36	5,5± 1,5	2,14±0,56**	1,3± 0,4	0,76±0,16
Hg	0,70±0,15	0,77±0,06	0,7± 0,2	0,86±0,092	0,5±0,05	0,62±0,07

Примечание: ** – достоверные различия (P<0,05), * – тенденция (P<0,1), между производством (группа А) и непроизводственной сферой (группа Б)

Таблица 4. Отклонения в содержании химических элементов в волосах мужчин и женщин

Элемент	Мужчины		Женщины	
	число лиц с отклонением от нормы, в %		число лиц с отклонением от нормы, в %	
	< нормы	> нормы	< нормы	> нормы
Макроэлементы				
Ca	28,2	33,3	1,6	52,5
K	33,3	12,8	32,8	13,1
Na	12,8	28,2	8,2	44,3
Mg	2,6	56,4	0	70,5
P	64,1	7,7	45,9	11,5
Эссенциальные и условно эссенциальные микроэлементы				
Co	61,5	2,6	60,7	0
Cr	10,3	38,5	32,8	22,9
Cu	28,2	17,9	27,9	23,0
Fe	0	51,3	27,8	11,5
I	41,0	10,3	14,8	34,4
Mn	35,9	25,6	36,1	19,7
Se	25,6	0	29,5	0
Zn	12,8	25,6	26,2	14,5
As	0	0	0	0
Li	0	5,1	0	9,8
Ni	0	5,2	0	4,9
Si	46,2	5,1	24,6	3,3
V	0	2,6	0	0
Токсичные и потенциально токсичные микроэлементы				
Al	10,3	2,5	41,0	0
Cd	0	23,1	0	9,8
Hg	0	12,8	0	1,6
Pb	0	23,0	0	3,3
Sn	0	2,6	0	3,2

При общей тенденции к дефициту калия и избытку йода в волосах у женщин, в 13% случаях отмечался избыток калия и 15% дефицит йода. Подобная картина свидетельствует о дисбалансе минерального обмена.

Таким образом, данные результаты свидетельствуют о повышенной нагрузке рабочих машиностроительного завода Fe, Li, Ni, Be, Cd, а также As, Pb, Sn (мужчины). У большинства рабочих, независимо от пола, снижено содержание в волосах K, Na, Si, Co у мужчин еще и Mg, у большинства женщин – повышен уровень I. Т. е., выявлены половые различия в обменных реакциях организма в ответ на воздействие вредных производственных факторов: у мужчин более выражены дисбалансы, участвующие в формировании патологии сердечно-сосудистой системы и органов дыхания (дефициты Mg, Ca, K, Se, Si, на фоне избыточного накопления Fe, Pb, Cd и Be), а у женщин – эндокринной системы и опорно-двигательного аппарата (дисбаланс Ca, Mg, I) с эффектом усиленной элиминации Be и Cd. Очень важно от-

метить, что в ответ на воздействие вредных факторов женский и мужской организмы противоположно отвечают соответственно повышением или снижением уровня Ca и Mg в волосах.

Таким образом, в неблагоприятных условиях воздействия вредных факторов производства нами обнаружено усиление характерных половых различий в элементном составе волос, описанное в литературе [17, 24, 25]. Т. е., можно предположить, что хронический стресс воздействует на минеральный обмен путем влияния на уровень половых гормонов. В результате характерные для мужчин относительно повышенные уровни K, Na, Fe и характерные для женщин – повышенные уровни Ca, Mg, Zn усиливаются.

Подобные результаты позволяют определить стратегию проведения медицинских мероприятий, направленных на уменьшение риска возникновения профессиональных заболеваний и общее оздоровление работников предприятия, повышение сопротивляемости неблагоприятным факторам производства [26, 27].

Список использованной литературы:

1. Линденбратен А.Л. Современные очерки об общественном здоровье и здравоохранении / Под ред. О.П.Щепина. – М.: Медицина, 2003. – 64 с.
2. Онищенко Г.Г. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и сохранение здоровья работающего населения. Материалы I Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». – Москва, 2002. – С.18-19.
3. Пениогина Е.Н. Актуальные проблемы медико-санитарного обслуживания работников промышленных предприятий в современных условиях // Проблемы городского здравоохранения. Вып.5: Сб. науч. тр. / Под ред. профессора Н.И.Вишнякова. – СПб., 2000. С. 65-68.
4. Измеров Н.Ф. Охрана здоровья работающих и профилактика профессиональных заболеваний на современном этапе // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – №1. – С.1-7.
5. Захарченко М.П., Маймулов В.Г., Шабров А.В., Диагностика в профилактической медицине. – СПб.: МФИН, 1997. – 516с.
6. Сусликов В.Л., 2000. Геохимическая экология болезней. Т.2: Атомовиты. М.: Гелиос АРВ. 672с.
7. Антошина Л.И., Павласцев Н.А., Устишин Б.В., Крючкова Е.Н., Кондратович С.В. «Изменение биохимических, цитохимических, иммунологических показателей при действии низких уровней никеля на организм человека» // Медицина труда и промышленная экология – №4, 2001, с.36-38.
8. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
9. Калетина Н.И., Арзамасцев Е.В., Афанасьева Е.Ю. «Биокомплексы микроэлементов – регуляторы металло-лигандного гомеостаза» // Микроэлементы в медицине, Т.3 (1), М.2001., с.8-14
10. Скальный А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение). Практическое руководство для врачей и студентов медицинских вузов. М.: КМК, 2001. – 96 с.
11. Агаджанян Н.А., Труханов А.И., Шендеров Б.А. Этюды об адаптации и путях сохранения здоровья – М.: «Сирин», 2002. – 156 с.
12. Ливанчук А.В., Филиппов В.Л., Криничин Н.В. с соавт. Современные подходы к определению риска возможного влияния промышленных предприятий на состояние здоровья населения // Проблемы городского здравоохранения. Вып.8: Сб. науч.тр. / Под ред. проф. Н.И. Вишнякова. – СПб, 2003. с.103-107.
13. Шеметова М.В. Возможные подходы к оптимизации работы МСЧ в условиях реформирования системы здравоохранения // Актуальные вопросы организации медицинской помощи металлургам: Сборник научно-практических работ. – Череповец. – 2003. – с.32-33.
14. Розуван А.А. Анализ заболеваемости работников Кирово-Чепецкого химического комбината // Вятский медицинский вестник. – 2005. – №3-4. – С.71-73.
15. Захарченко М.П., Маймулов В.Г., Шабров А.В. Диагностика в профилактической медицине. – СПб.: МФИН, 1997. – 516 с.
16. Боев В.М. Среда обитания и экологически обусловленный дисбаланс микроэлементов у населения урбанизированных и сельских территорий // Гигиена и санитария. – 2002. – №5. – С. 3-8.
17. Скальный А.В., Быков А.Т. Эколого-физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. – 198 с.
18. Боев В.М., Быстрых В.В., Верещагин Н.Н., Тиньков А.Н., Перминова Л.А., Музалева О.В., Курманов Н.Р. «Биоэлементы и донозологическая диагностика» // 2004. Микроэлементы в медицине. М. Т.5. Вып.4. С.17-20.
19. Громова О.А., Кудрин А.В. Новые грани молекулярной фармакологии нейротрофинов природного происхождения. // Международный медицинский журнал. – 2001. – №5. – С. 441-445.
20. Ноздрюхина Л.Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека, М., 1977, библиогр.
21. Коломийцева М.Г. и Габович Г.Д. Микроэлементы в медицине, М., 1970.
22. Andersen O., Nielsen J.B., 1994. Effect of simultaneous lowlevel dietary supplementation with inorganic selenium in whole-body, blood and organ levels of toxic metals in mice // Environ. Health Perspect. Vol.102. Suppl.3. P.321-324.
23. Anke M.K. Transfer of macro, trace and ultratrace elements in the food chain // Elements and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance. 2nd ed. Eds.: Merian E., Anke M., Ihnat M., Stoeppler. – Wiley-VCH Verlag GmbH, 2004. – P.101-12.
24. Anke M., Rish M. Naaranalyze und Spurenelement status. – Jena: Gustav Fischer Verlag, 1997. – 267 s.
25. Passwater R.A., Cranton E.M. Trace elements, hair analysis and nutrition. – New Canaan: Keats Publ., 1983. – 420 p.
26. Миняев В.Л., Вишняков Н.И. Общественное здоровье и здравоохранение. Учебник. – М.: Мед.пресс-информ, 2002. – с.520.
27. Касимова Л.Н., Амиров Н.Х., Айдельдинова А.Т. Проблема оценки, управления и менеджмента рисков в сфере промышленной экологии. Материалы I Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». – Москва, 2002. – С. 14-15.