

Академия наук УзССР

ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНОЙ  
ФИЗИКИ

IYDF-R--3-268.

Препринт № Р-3-268

Л.И.Жук, А.А.Кист, И.Н.Михольская  
Н.С.Осинская, Т.Тиллаев, С.И.Турсунбаев

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КРОВИ ЖИТЕЛЕЙ УЗБЕКИСТАНА

Печатается по постановлению редколлегии  
препрямтов ИЯФ АН УзССР от 07.01.87

Разработана методика инструментального нейтронно-активационного определения 17-ти элементов в крови доноров Узбекистана. Проанализировано 2790 образцов крови, статистическая обработка полученных результатов проведена на ЭВМ М-6000.

Рассчитаны средние содержания и построены гистограммы распределения по всему массиву.

Показана зависимость содержания элементов от различных параметров (пола, возраста, места жительства, национальности, места работы, содержания гемоглобина, резуса-фактора, группы крови, времени отбора проб), что необходимо учитывать при изучении различных заболеваний и воздействия окружающей среды на здоровье человека.

The method of instrumental neutron activation determination of 17 elements in Uzbekistan donor's blood was developed. 2790 samples have been analysed and received results were processed using EM M-6000.

The average contents were calculated and histograms of element distribution in data set were made.

The dependence of element content on different parameters /sex, age, place of residence, nationality, profession, hemoglobin content, Rh-factor, blood group, the time of sample obtaining/ was shown which is to be ultimately accounted when the influence of environmental factors on public health and various diseases are studied.

Антропогенное изменение окружающей среды (промышленное загрязнение воздуха, почвы, воды, использование удобрений в сельском хозяйстве и т.д.) может вызвать нарушения минерального обмена и различных биологических процессов у человека. Состояние окружающей среды может иметь значение для этиологии ряда заболеваний, не только эндемических, вызванных дефицитом или избытком некоторых элементов, но и других, как, например, сердечно-сосудистых или онкологических /1/.

В связи с этим была проведена работа по изучению элементного состава крови жителей Узбекистана, отличающегося наличием биогеохимических провинций, крупных промышленных центров, различными географическими и климатическими зонами.

Отбор крови проводили на станциях переливания крови, либо выездной бригадой у безвозмездных доноров в возрасте от 16 до 60 лет, проживающих в различных населенных пунктах Узбекистана. На каждого донора была составлена анкета, содержащая следующие сведения: возраст, пол, срок проживания в данной местности, национальность, место работы (профессия), содержание гемоглобина, группа крови, резус-фактор, условия отбора пробы (время, до или после приема пищи).

Анкетный массив был разбит по профессии на следующие группы: рабочие, связанные по работе с металлами и не связанные; служащие, связанные с металлами и не связанные; студенты, колхозники, не работающие (домохозяйки) и пенсионеры. Все анкетные данные были введены в ЭВМ М-6000 и обработаны по специально разработанной программе.

В связи с тем, что выездные бригады станций переливания крови не всегда имели возможность проводить определение некоторых параметров в отдаленных районах, информация по отдельным графам была неполной.

Таким образом со всех пунктов были отобраны образцы с 2790 доноров, из них 1210 - женщины и 1580 - мужчины. Учитывая распределение плотности населения, географическое распределение зон отбора представляется достаточно представительным.

Возрастное распределение по всем отобраным пробам составляет до 20 лет - 13%, 21-40 - 67,3%, 41-60 - 19,3%, более 60 лет - 0,4%.

В анализируемую выборку вошли представители 28 национальностей, проживающих на территории Республики.

Среднее содержание гемоглобина в крови доноров составляет 125,5 мг/л. Различия в содержании гемоглобина у женщин (122,7 мг/л) и мужчин (129,8 мг/л) статистически достоверно. Распределение содержания гемоглобина по всем образцам близко к нормальному.

Распределение по группам крови составило: 0-30,2%, А-36,7%, В- 24,6%, АВ- 8,5%. Отрицательный резус-фактор установлен для 7,05% населения, но для женщин он составляет 8,36%, а для мужчин - 6%.

Была отмечена зависимость содержания гемоглобина от возраста и времени отбора проб. Показано, что с возрастом содержание гемоглобина падает. Зависимости содержания гемоглобина от группы крови не обнаружено.

Содержание гемоглобина в крови доноров до приема пищи и после достоверно не меняется.

Параллельно с обработкой анкетных данных был проведен анализ отобранных образцов крови.

Кровь отбирали в чистые стерильные завальцованные пенициллиновые флаконы и немедленно пересылали для лиофильной сушки. После лиофилизации образцы тщательно растирали до состояния пудры в условиях, предохраняющих от внесения загрязнений, и отбирали навески по ~20 и 200 мг в чистые, пронумерованные пакеты из очищенной полиэтиленовой пленки. Для анализа использовали метод нейтронной активации.

Для определения содержания 16-ти элементов в крови облучение и измерение облученных проб проводили в нескольких режимах.

Образцы крови весом ~20 мг облучали в сухом канале реактора ВВР-СМ потоком нейтронов  $5 \cdot 10^{13}$  н/см<sup>2</sup> с. в течение 15 сек. и измеряли наведенную активность образовавшихся нуклидов  $^{37}\text{Cl}$  и  $^{24}\text{Na}$  непосредственно после облучения.

Для определения брома и калия, те же образцы после распада хлора и натрия, заворачивали в алюминиевую фольгу и повторно облучали в течение 15 мин. Определение содержания проводили по нуклидам  $^{82}\text{Br}$  и  $^{42}\text{K}$  через 4-5 дней после облучения, причем бром определяли  $\gamma$  - спектрометрически, а калий -  $\beta$  - радиометрически.

Параллельно образцы крови весом 200 мг заворачивали в алюминиевую фольгу и облучали в течение 15 час в канале реактора потоком  $5 \cdot 10^{13}$  н/см<sup>2</sup> с. Измерение наведенной активности и определение содержания перия, ртути, селена, хрома, скандия, сурьмы,

серебра, рубидия, железа, цинка и кобальта проводили по образовавшимся нуклидам  $^{141}\text{Ce}$ ,  $^{75}\text{Se}$ ,  $^{46}\text{Sc}$ ,  $^{203}\text{Hg}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{124}\text{Sb}$ ,  $^{110m}\text{Ag}$ ,  $^{86}\text{Rb}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{65}\text{Zn}$  и  $^{60}\text{Co}$  через 20-25 дн. после облучения. Все измерения проводили на  $\text{Ge(Li)}$  детекторе объемом  $64 \text{ см}^3$  с разрешением  $3,5 \text{ КэВ}$  по линии  $1330 \text{ КэВ}$   $^{60}\text{Co}$ , соединенном с многоканальным анализатором LP-4900.

Эталоны были приготовлены нанесением определенного количества раствора элемента на полоску обезволенной фильтровальной бумаги. Контроль качества эталонов проводили путем анализа эталонного образца сравнения "мышечная ткань Н-4", созданного и аттестованного в МАГАТЭ. Результаты анализа приведены в табл. I.

Таблица I  
Результаты анализа эталонного образца сравнения  
"мышечная ткань Н-4", %

Элемент	Содержание	Найдено	Элемент	Содержание	Найдено
Br	$(4,07 \pm 0,61) \cdot 10^{-4}$	$(4,6 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$	K	$1,58 \pm 0,058$	$1,62 \pm 0,08$
Ce	$2,3 \cdot 10^{-6}$	$(2,47 \pm 0,22) \cdot 10^{-6}$	Na	$0,206 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,035$
Cl	$0,198 \pm 0,008$ $8 \cdot 10^{-7}$	$0,21 \pm 0,01$ $(7,9 \pm 1,4) \cdot 10^{-7}$	Rb	$(1,87 \pm 0,146) \cdot 10^{-3}$	$(1,86 \pm 0,22) \cdot 10^{-3}$
Co	$8 \cdot 10^{-6}$		Se	$(2,8 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$	$(2,91 \pm 0,61) \cdot 10^{-5}$
Fe	$(4,91 \pm 0,21) \cdot 10^{-3}$	$(5,07 \pm 0,38) \cdot 10^{-3}$	Zn	$(8,63 \pm 0,336) \cdot 10^{-3}$	$(8,55 \pm 0,89) \cdot 10^{-3}$
			Sb		$(0,19 \pm 0,08) \cdot 10^{-6}$

Всего было проанализировано 2790 образцов крови. Статистическая обработка полученных результатов проведена на ЭВМ М-6000. Рассчитаны средние содержания и построены гистограммы распределения по всему массиву и по отдельным областям. Средние арифметические значения были получены как по всем результатам, так и после исключения результатов меньше предела определения и экстремально высоких значений (более 5). Данные с включением пределов определения элементов и значений экстремально высоких концентраций,

а также данные других авторов приведены в табл.2.

Таблица 2

Содержание элементов в крови

Элемент	Данные авторов		Moshalishvili / 2 /	Tyengar / 3 /	Примечание
	все результаты	с исключением			
Ag	0,022±0,0004	0,056±0,002	0,074±0,057	0,013 - 1,2	мкг/г
Au	0,011±0,001	0,049±0,003		0,17 - 1,7	"
Br	18 ±1,0	16 ±0,4		18,8(5,2-32,4)	"
Ce	0,29±0,006	0,47±0,01		0,008	"
Cl	1,22±0,006	1,22±0,006		1,2(1-1,32)	%
Co	0,015±0,0007	0,027±0,006	0,024±0,022	0,012-0,4	мкг/г
Cr	0,22±0,01	0,36±0,01	0,38±0,25	0,028-0,43	"
Cu		8,2±0,27		5(1,4-6)	"
Fe	0,21±0,005	0,2±0,001	0,28±0,06	0,18(0,12-0,22)	%
Hg	0,02±0,001	0,054±0,001	0,04±0,02	0,012-0,08	мкг/г
K	0,93±0,005	0,93±0,005		0,65(0,59-0,75)	%
Na	0,72±0,004	0,72±0,004		0,76(0,58-0,82)	%
Rb	4,57±0,06	4,93±0,06	15± 6	9,9(4,7-24)	мкг/г
Sb	0,1±0,06	0,085±0,002		0,0048-0,019	"
Sc	3,2±0,1	5,8±0,14	3,73±2,8		нг/г
Se	0,48±0,005	0,49±0,005	0,55±0,2	0,78(0,27-1,28)	мкг/г
Zn	20,8±0,30	20,6±0,16	32,8±6,1	28(17-37,2)	"

Анализ полученных результатов показывает, что в крови жителей Узбекистана понижено содержание железа, рубидия и цинка по сравнению с жителями Грузии, что вполне можно объяснить биогеохимическими условиями Республики. Можно отметить довольно близкие значения содержаний селена, цинка, брома, хлора, натрия, серебра, меди, полученные различными авторами и в разные годы, увеличение концентрации ртути и сурьмы по сравнению с данными работы / 3 / и появление результатов по содержанию таких элементов, как церий и скандий, что свидетельствует о повышении их концентрации в крови, и об улучшении параметров аналитической методики.

Все полученные гистограммы можно разделить на 3 группы: с распределением, близким к нормальному (Rb, Na, Cr, Se, Br, Fe, Zn), двухвершинным (Cl, K) и стигмальным (Co, Sb, Hg, Sc).

Ag, Cs). Это может говорить о том, что степень влияния окружающей среды на элементный состав крови человека больше для элементов с двухвершинным распределением, меньше для элементов с лог-нормальным распределением и незначительна для элементов с распределением, близким к нормальному.

Например, наличие второго пика в гистограмме хлора объясняется высоким содержанием хлора в крови жителей районов, прилегающих к Аральскому морю. Для примера приводим гистограммы распределения хлора, церия и селена (рис.1-3).

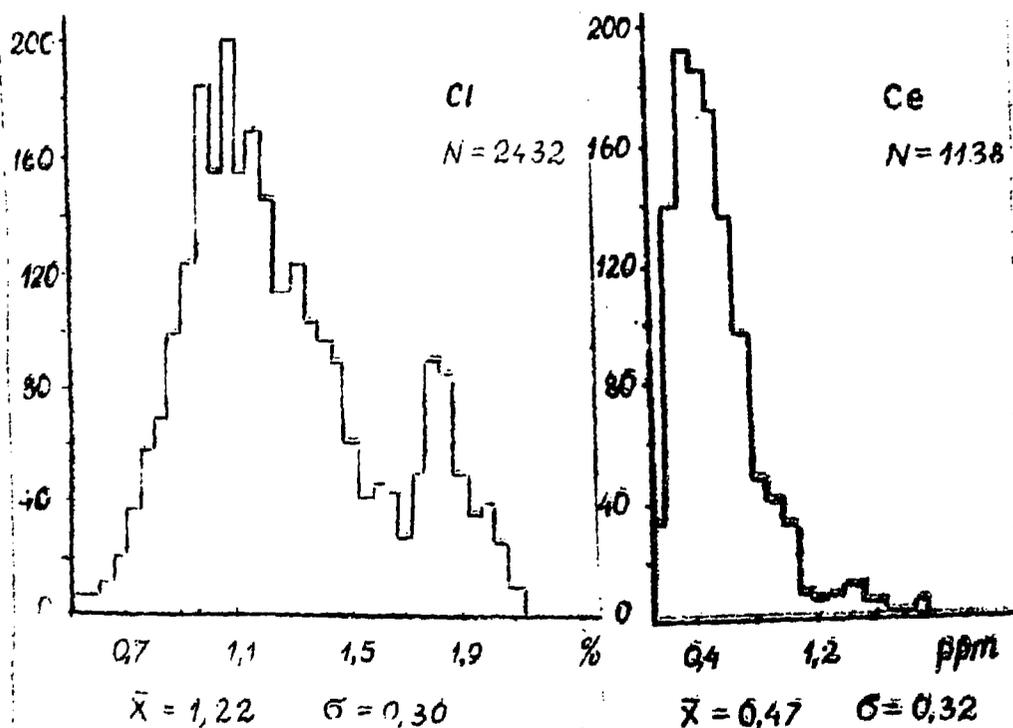


Рис. 1. Гистограмма распределения хлора в крови

Рис. 2. Гистограмма распределения церия в крови

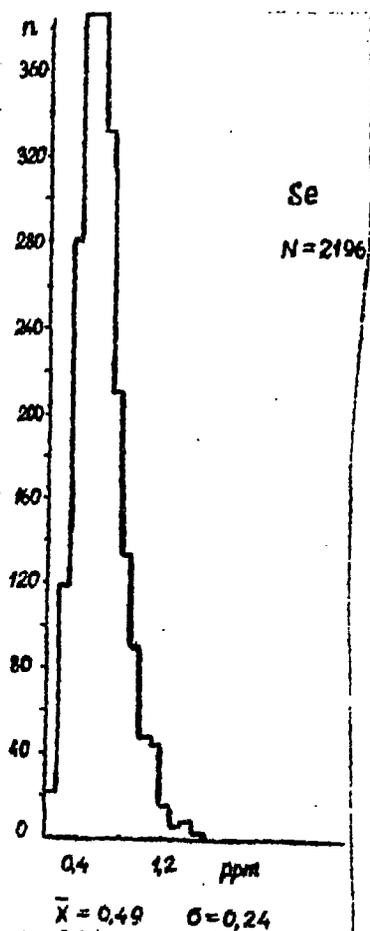


Рис. 3. Гистограмма распределения селена в крови

Все полученные результаты были обработаны для получения средних значений по параметрам, приведенным в анкетах. Установлено увеличение натрия, хрома и селена в крови женщин.

Существенных различий содержания элементов в крови, отобранной до еды и после еды, не обнаружено. Можно отметить увеличение рубидия и цезия и уменьшение содержания сурьмы и скандия после еды. Отмечается повышенное содержание сурьмы в крови лиц с отрицательным резус-фактором.

Зависимость содержания элементов в крови от группы приведена на рис. 4.

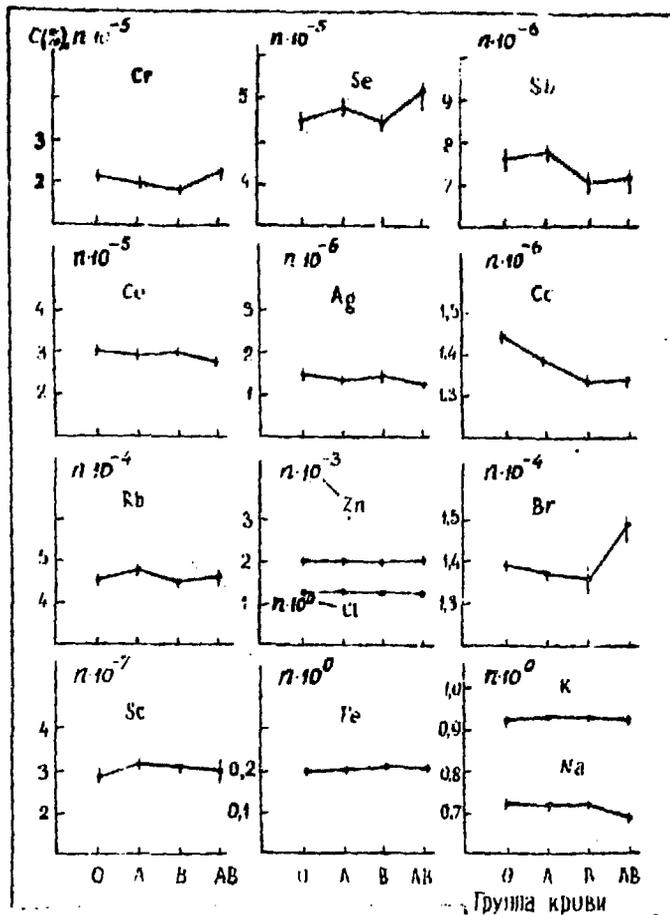


Рис. 4. Зависимость содержания элементов в крови от группы крови

При рассмотрении результатов по изменению содержания элементов в зависимости от возраста (3 возрастные группы: до 30 лет, 30-50 лет и более 50 лет) отмечается уменьшение сурьмы и серебра и увеличение хрома, рубидия, церия, цинка и золота (рис. 5.).

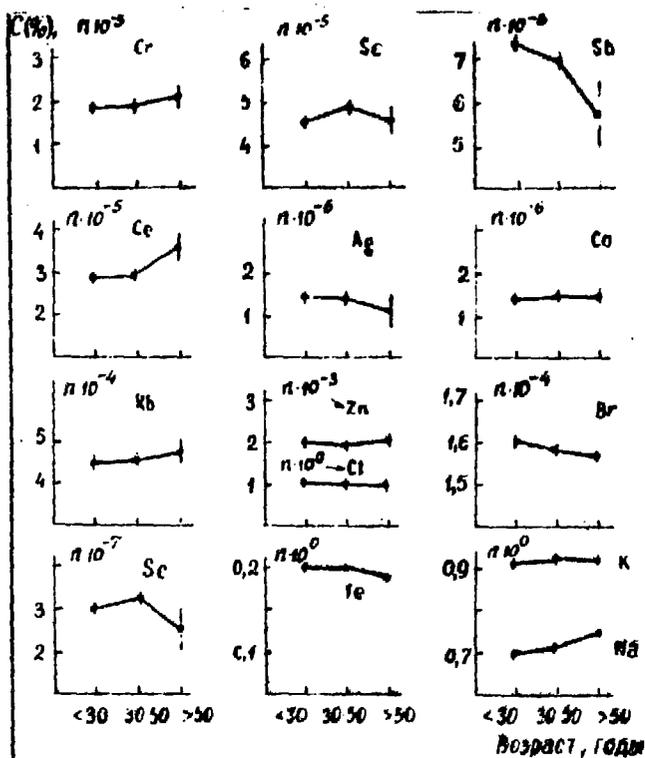


Рис. 5. Зависимость содержания элементов от возраста

Элементный анализ крови, отобранной в течение 12 часов (с 8 утра до 19 вечера), показывает повышение концентрации практически всех элементов в 8, 14 и 18 час. На рис. 6 в качестве примера

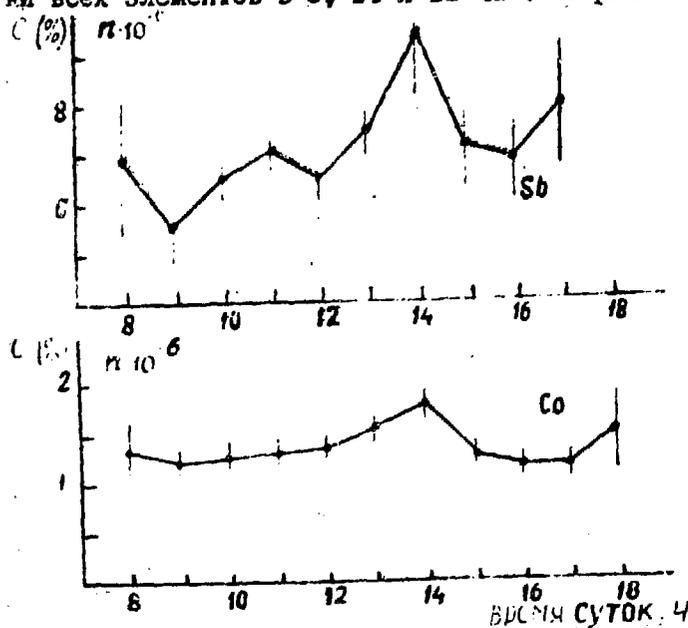


Рис. 6. Зависимость содержания кобальта и сурьмы от времени отбора крови

приводим кривые зависимости содержания  $Cu$ ,  $Sb$  от времени оздоровления крови. Хотя образцы крови были собраны у доноров 28 национальностей, проживающих в Узбекистане, мы рассматриваем только две - коренное население (представленное смешанной европеоидно-монголоидной популяцией) и представителей европеоидной расы, т.к. для остальных небольшая выборка не обеспечивает получения статистически достоверных результатов. Можно отметить пониженные концентрации сурьмы, скандия и рубидия у представителей коренного населения. Кровь рабочих, связанных по роду своей деятельности с металлами, характеризуется повышенными концентрациями сурьмы, скандия, рубидия, церия и селена, а у служащих, имеющих контакты с металлами, повышается концентрация скандия и кобальта.

Рассмотрено содержание элементов в крови в зависимости от содержания гемоглобина (120, 120-140, 140-160, 160-180, 180 мг/л). Отмечено уменьшение содержания хлора, калия, натрия, серебра с увеличением концентрации гемоглобина. Содержание брома, кобальта, цинка увеличивается при содержании 120-140 мг/л гемоглобина, а затем снижается. Содержание рубидия, сурьмы и церия, наоборот, сначала снижается, а затем возрастает с увеличением содержания гемоглобина. Содержание железа и хрома практически не меняется. Кривые зависимости содержания элементов от количества гемоглобина в крови приведены на рис. 7.

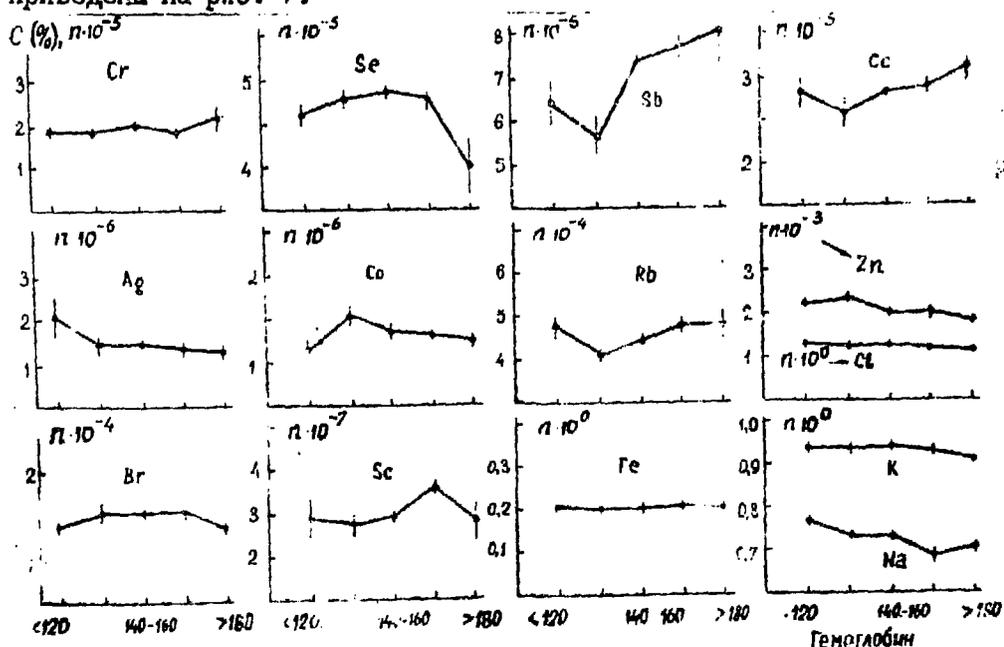


Рис. 7. Зависимость содержания элементов от количества гемоглобина в крови

Изучение парных корреляций показывает наличие положительной корреляции между натрием и хлором, натрием и калием, калием и хлором, при обработке результатов по всей Республике. При рассмотрении величин отношений элементов ( $Zn/Cr$ ,  $Se/Cu$ ,  $Se/Ce$ ,  $Se/Cr$ ,  $K/Rb$ ,  $K/Na$ ) с возрастом, содержанием гемоглобина и группой крови можно отметить стабильность  $K/Rb$  и  $K/Na$  отношений, уменьшение отношений  $Zn/Cr$ ,  $Se/Cr$ ,  $Se/Ce$  с возрастом и содержанием гемоглобина и увеличение  $Se/Cu$  с возрастом.

Таким образом, на большом статистическом материале получены данные по содержанию элементов в крови жителей Узбекистана.

Показаны зависимости содержания элементов от различных параметров.

Из полученных результатов можно сделать вывод о наличии региональных уровней содержания элементов в крови, что необходимо учитывать при изучении содержания элементов в крови при различных заболеваниях и при изучении воздействия окружающей среды на здоровье человека.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ноздорхина Л.Р. Геохимическая среда, здоровье, заболевания сердечно-сосудистой системы // Биологическая роль микроэлементов, М.: Наука, 1983. С.182-187.
2. Mosulishvili L.M., Shonia N.I., Efremova E.Yu., Ginturi E.M., Kharabadze N.E. INAA results for metal traces in human whole blood.-J. of Radioanal. Chem. 1985, v.88, N 1. P. 121-134.
3. Iyengar G.V., Kollmer W.E., Bowen H.J.M. The elemental composition of human tissues and body fluids. Verlag, Chemie-Wanheim-New-York, 1978. P. 7-13.

Рукопись поступила в НИИО 06.01.87

Отпечатано на роталпринте ИЯФ АН УзССР  
702132 п.Улугбек, Куйбышевского р-на, г.Ташкента  
Научно-информационный и издательский отдел  
Института ядерной физики АН УзССР  
Заказ № 9            Тираж 275            Уч.-изд.л. 0,7  
Редактор Д.Г.Галляутдинова  
Подписано в печать 23.02.87            Р 16869  
Цена 9 коп.