

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

(НА ПРИМЕРЕ г. БИШКЕК, г. ОШ)

Проф. др. В.В. ЕРМАКОВ

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН

Др. Б.М. ДЖЕНБАЕВ

Биолого-почвенный институт НАН КР

Др. Нурлан МАМАТОВ

Кыргызско-Турецкий университет «Манас», инженерный факультет,

отделение экологической инженерии

экологии окружающей среды, возникла необходимость включить в это понятие не только природу, но и городскую среду обитания человека, места нашей работы и отдыха [8,18,23,29].

До последнего времени в качестве основных загрязнителей веществ рассматривались пыль, окись углерода, окислы азота и серы. В последние годы резко повысился интерес к микроэлементам [ТМ] и их соединениям [13,14,15,17,23]. Это связано как с фактами проявления острых токсических эффектов, вызванных значительным загрязнением окружающей среды Hg, Pb, Cd и другими микроэлементами, так и с отрицательным влиянием на организмы малых концентраций химических элементов при длительном воздействии. В городах деструкционная активность химических элементов находится в прямой связи со степенью их использования, которая определяется количеством элементов, поступающих в город с сырьем [23,29]. Таким образом, в крупных промышленных городах с большим объемом выпускаемой продукции потенциальная деструкционная активность многих химических элементов велика. Естественно, что загрязняется окружающая среда выбросами, промышленными сточными водами и твердыми бытовыми отходами используемых в производстве элементов. Трансформация отходов в окружающей среде городов создает

сложную картину распределения химических элементов с локализацией и повышенным содержанием вблизи источников загрязнения.

Экология города у нас на глазах формируется в самостоятельную и довольно специфическую область экологии. Развивается и наука об экологии города, а с 1975 года Международной ассоциацией экологов издается специальный журнал “Городская экология” (Urban ecology). Город - сравнительно новая среда обитания животных и человека, весьма специфическая по всем своим параметрам: повышенная температура (на 1-5 °С), загрязненность, акустическое неблагополучие среды, запыленность атмосферы, совершенно отличный от природного растительный мир. Анализ городской фауны и флоры позволяет получить объективную информацию о том, насколько вредны для организмов существующие в любом городе загрязнения почвы, воды, зеленых насаждений, насколько эффективны те или иные природоохранные мероприятия, какова в связи с этим динамика экологической обстановки города [9,12,23,27,29].

В настоящее время в странах СНГ около 70 млн. человек проживает в городах, где количество вредных веществ в воздухе превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в 5 и более раз. В 68 городах миллионы проживающих дышат воздухом, в котором количество вредных веществ превышает ПДК в 15 раз. В их число входят два города Кыргызстана - Бишкек и Ош [10,25,26]. Но социально-экономические трансформации переходного периода изменили приоритетность задач по охране окружающей среды в республике от загрязнения. Если раньше приоритетными источниками его загрязнения были промышленные предприятия, то сейчас ведущими стали выхлопные газы автотранспорта, выбросы ТЭЦ, малых котельных и печей индивидуального сектора, которые к тому же по причине дефицита природного газа вынуждены вернуться к использованию угля с низкой калорийностью и высокой зольностью [25, 10].

Постоянных наблюдений за выбросами химических элементов (особенно тяжелых металлов) в окружающую среду в республике не ведется, есть только отрывочные данные. Недавнее изучение [11,28] эколого-геохимической ситуации в г. Бишкек (атмосфера, гидросфера, почва и растительность) показало очень тревожное состояние. Так, в твердых остатках атмосферы Бишкека содержание Pb, Zn, Cr оказалось в среднем в 20-30 раз выше ПДК. Это не удивительно, если по расчетам только автотранспорт города по причине использования некачественного топлива (этилированного бензина) выбрасывает атмосферу от 300 до 500 кг соединений Pb ежедневно. По последним данным Госкомстата, в г. Бишкек выбросы вредных веществ в атмосферу составили 74 тысячи тонн, в том числе твердых частиц - 20 тыс. т, жидких и газообразных - 54 тыс. т, из них сернистого ангидрида - 36 тыс. т, окислов азота - 8 тыс. т, окиси углерода - 9 тыс. т.

Проведенная маршрутная съемка газортутным переносным анализатором типа АГП-01, показала, что в г. Бишкек в экологически чистых районах (бульвары Эркиндик, Молодой Гвардии, парк им. Фучика) уровень содержания паров ртути в воздухе составлял в среднем 25×10^{-6} мг/м³ и на почве 25×10^{-6} мг/м³. Эти показатели являются наиболее низкими и их можно принять за норму по г. Бишкек. А в районе интенсивного движения автотранспорта улицы Горького, Жибек-Жолу и Советская) в воздухе и на почве уровень содержания паров ртути колеблется от 25×10^{-6} мг/кг³ до 120×10^{-6} . Это практически в два раза выше, чем в экологически благополучных районах.

По данным Министерства окружающей среды, около 2/3 общей земельной площади г. Бишкек загрязнено тяжелыми металлами, из которых наибольший удельный вес имеют Ag, Pb, Cr, превышающие свои кларки соответственно в 16, 23 и 44 раза. 30% территории города загрязнено Cd [ПДК 1,2 - 2,3], 20% - Zn [ПДК - 2,4]. Проведенная оценка показателей репродуктивной системы двух районов г. Бишкек с отличающейся экологической обстановкой выявила статистически достоверные различия в частоте общего количества родов, преждевременных родов, заболеваемости новорожденных [31].

Цель и задачи исследования: В связи с недостаточной изученностью проблемы эколого-геохимического состояния городской среды, была сформулирована цель исследования - изучить особенности эколого-геохимической среды городов в условиях Кыргызстана. Ставились следующие задачи - оценить связи между уровнями химических элементов (Zn, Fe, Cu, Mn, Ni, Se, Hg и др.) в объектах городской среды (почва, вода, растительный покров и животные организмы).

Материалы и методы исследования. Были взяты пробы (в почвах, водах, растениях и наземных животных организмах) для анализа в городских и пригородных зонах. После деструкции материалов азотной и хлорной кислотами растворы анализировали методами ИСП-ФЭС, беспламенной атомной абсорбции и спектрофлуориметрии.

Основные результаты исследований и их обсуждение. Проведен эколого-биогеохимический анализ некоторых химических элементов, в том числе тяжелых металлов в городской среде (г. Бишкек и г. Ош).

Бишкек и его окрестности. Бишкек расположен у подножья Кыргызского Ала-Тоо в центре Чуйской долины. Территория города более 10 тыс. га, высота - 750 м над уровнем моря. Бишкек лежит на равнине, образованной от слияния конусов выноса рек Алаарча и Аламедин. Климат континентальный. По официальным данным (1999 г.), в городе проживает более 790 тыс. населения, а по неофициальным - более 1 миллиона. Биогеохимический анализ города

Фоновые участки	76		39		20		10		0,01		0,85	
г.Бишкек	412	5,4	163	4,1	42	2,2	8,2	0,8	0,52	52	1,04	1,2
с. Чон-Арык	192	2,4	64	1,6	34	1,7	6,3	0,6	0,01	1,4	0,89	1,0
с. Джал	136	1,7	97	2,4	25	1,2	6,4	0,6	0,001	0,1	0,81	0,9
с. Н.Аларча	352	4,6	52	1,3	26	1,3	6,2	0,6	0,36	36	1,03	1,2
с. Пригородный	321	4,2	79	2,0	39	1,9	5,5	0,5	0,31	31	1,02	1,2

Примечание. С - среднее содержание в мг/кг, Кс - коэффициент концентрации по сравнению с фоновым содержанием.

Таблица 2

Микроэлементы в укосах растений г. Бишкек и его окрестностях (мг/кг сухого вещества)

Место отбора	Zn	Cu	Ni	Hg	Se
г. Бишкек	412±48	108±12	9,8±1,9	0,04-0,19	0,31-0,95
с. Чон-Арык	168±15	92 ±8	6,2±1,2	0,01-0,06	0,11-0,45
с. Джал	148±13	82±7	3,9±0,8	0,01-0,05	0,18-0,82
с. Н.Аларча	384±26	104±8	4,2±0,8	0,01-0,03	0,24-1,14
с.Пригородный	512±39	97±8	5,6±1,1	0,04-0,10	1,02-1,19

Вода - р. Аларча - Se- 0,57 мкг/л, Hg - 0,15 мкг/л (с. Чон-Арык)

- Se- 6 мкг/л (врем. водоем), Hg - 0,21 мкг/л (стекольный завод).

Из животных организмов изучен один из основных встречающихся на этом участке видов - зеленая жаба (табл. 3). В таблице дано среднее значение мкг/кг сырого вещества. Максимальное аккумулятивное содержание всех изученных элементов обнаружено в организмах жабы на этом участке, кроме меди. А Cu накапливался в районе с. Н. Аларча (4 участок) - 139 мкг/кг сырого вещества.

Таблица 3

Среднее содержание микроэлементов в животных организмах (мг/кг)

Объекты	Hg	Se	Cu	Fe	Zn
ПОЗВОНОЧНЫЕ					
Рыбы – карповые					
Зеленая жаба					
- <i>B. viridis</i>	0,23±0,01	1,32±0,12	124±11	618±59	382±42
Лесная полевка -	0,51±0,02	1,72±0,21	113±13	512±47	
<i>Clethrionomys centralis</i>	0,031	0,71±0,03	69±5,8	178±15,4	328±31
Вод.					168±13,6
уж- <i>Natrix tessellata</i>	0,031	0,82	-	-	
Оз. лягушка –	0,018	0,98	-	-	-
<i>R. ridibunda</i>					-
НАСЕКОМЫЕ					
Прудовик обыкновенный	0,04	0,21	-	-	-
<i>Lymnae stagnalis</i>					
Жук-плавунец (имаго)	0,017	0,32	-	-	-

D. megrinales личинки	0,151	0,32	-	-	-
Комары (Anopheles) имаго	0,061	0,86	-	-	-
личинки	0,151	0,32	-	-	-
Пустынный прус	0,09	0,32	-	-	-
Colliptamus barbarus					

2. Участок (с. Чон-Арык) наблюдения расположен на южной стороне города Бишкек у подножия гор Кыргызского Ала-Тоо. Из всех обследованных участков данный участок по эколого-геохимическому и климатическому состоянию является благополучным. Почва- темный малокарбонатный серозем и предгорные зоны переходят в комплексы степных почв каштанового и черноземного типа. Анализ почвенного покрова показал, что в целом почвенный покров благополучен по изученным элементам, кроме Zn, Cu, Ni и Hg - они превышали коэффициент концентрации по сравнению с фоновыми участками в среднем в 2 раза.

Предгорно-степная растительность более благополучна в геохимическом отношении, по сравнению с долинной растительностью [11, 21]. Содержание Zn, Hg, и Se в растительном покрове (укос) по сравнению с центральной частью города (1 участок) ниже в 2 и более раз, и составляют соответственно 168 мг/кг, 0,01-0,06 мг/кг, 0,11-0,45 мг/кг сухого вещества. Из животных организмов на данном участке изучены зеленая жаба, озерная лягушка, пустынный прус и прудовик обыкновенный. В районе бывшей ВДНХ и с. Чон-Арык по сравнению с другими частями города микроэлементы концентрировались в организмах животных значительно ниже (на уровне контроля), особенно у жабы и прудовика, соответственно - Hg - 0,014, 0,003 мг/кг и Se - 0,95 , 0,15 мг/кг. Анализ воды р. Алаарча показал, что в районе с. Чон-Арык Se - 0,57 мкг/л и Hg - 0,15 мкг/л (условно контрольный) и в районе стекольного завода Se - 0,78 мкг/л и Hg - 0,21 мкг/л.

3. Участок расположен в юго-западной стороне города в 2 км с. Джал. Основные участки используются для пашни под сельхозпродукты и новостройки. Почва- типичный серозем, где превышает фон Zn в 2,4 раза, Cu и в 1,7 раза остальные элементы, на уровне фона и даже некоторые элементы как Hg и Co ниже. Надо отметить, что наблюдается небольшое повышение содержания Hg в пахотном слое (до 40 %), по сравнению с предгорными зонами. Естественная растительность осталась только в предгорье. Все изученные микроэлементы в укосах растений на уровне участка 2, но только Se немного выше (0,18-0,82 мг/кг). В растительности агроландшафта (зерновых культурах) накапливалось

селена и ртути больше по сравнению с естественным ландшафтом в среднем до 2 раз. Из животных организмов на этом участке изучены лесная полевка и пустынный прус. В организме полевки - Cu, Fe, Zn, Se и Hg на уровне фона, а у пруса за исключением Se и Hg. По-видимому, это связано с агроландшафтами, где иногда для протравливания семян используются соединения ртути.

4. Участок расположен на северной стороне города (с. Нижняя Алаарча). Поскольку этот участок ниже города, все сточные и промышленные воды проходят через село. Эколого-биогеохимические анализы показали, что этот участок является наиболее загрязненной частью города. Все изученные элементы в почвенном покрове (0-20 см) накапливаются значительно больше по сравнению с фоновыми участками в (2 и более раза), кроме Co. Особенно нужно отметить Hg (3,6 раза) и Zn (4,6 раза), что является техногенным происхождением, которое согласуется с другими данными. Основной территорией данного участка является жилой массив, а остальные участки используются для сельхозугодий. Содержание Zn и Cu в укосах злаковой растительности на уровне центральной части города, Ni в 2 раза ниже, а Se - немного выше (1,14 мг/кг сухого вещества). Из позвоночных животных организмов на этом участке изучены зеленая жаба, озерная лягушка, водяной уж, а из насекомых - жук-плавунец, прудовик обыкновенный, комары и личинки. Как отмечено выше, этот участок ниже города и более увлажнен, что создает более благоприятные условия для влаголюбивых животных. В целом все изученные объекты биосферы показывают еще раз, что этот район более загрязнен по сравнению с другими частями города. Например, жаба в 2 и более раз аккумулирует Hg, Fe, Cu и Se, соответственно - 0,62, 720, 139, 1,95 мг/кг сырого вещества. У прудовика Se и Hg немного больше - 0,21 и 0,004 мг/кг, а водяной жук-плавунец изучен только на этом участке (Hg - 0,017 и Se - 0,32 мг/кг) и по сравнению с прудовиком микроэлементов накапливалось значительно больше, особенно Hg - в 4,2 раза. Озерная лягушка и водяной уж пойманы и обследованы вдоль ручейков с. Н. Алаарча. Изучено только Hg и Se, и по сравнению с жабой ниже в 2 раза (соответственно лягушки - 0,018, 0,98 и уж - 0,031, 0,82 мг/кг) и особенно селена в организмах лягушки более 10 раз. Во временных водоемах пойманы и изучены личинки комаров, где Hg в 3 раза больше накапливался по сравнению с имагой (0,062 мг/кг), а Se наоборот имаго накапливали (0,86 мг/кг) в 2,6 раза больше по сравнению с личинками (0,32 мг/кг).

5. Участок расположен на северо-западной окраине города (с. Пригородный). Анализ почвенного покрова (0-20 см) показал, что в целом аккумуляция микроэлементов идет наравне с участками 4 (с. Н. Алаарча), за исключением Hg и Zn (немного ниже - 0,31 и 321 мг/кг). А в растительном покрове, наоборот, Hg и Se больше по сравнению с другими участками, где содержание Hg и Se колебалось от 0,04-0,10, 1,02-1,19 мг/кг сухого вещества, Zn в 1,3 раза больше по сравнению с 4 участком, а Cu и Ni - наравне. На этом участке изучены только

зеленая жаба и пустынный прус, концентрирование Hg, Fe, Cu и Se на одном уровне с 4 участком. В организме пруса концентрирование Hg и Se по отношению к участку 3 (с. Чон-Арык) в среднем в 2 раза больше (0,015 и 0,58 мг/кг сухого вещества).

В Бишкекском рыбхозе изучены мальки и молодые особи сем. карповых, у которых накапливалось Cu, Zn, и Fe незначительно больше по сравнению с лягушками и жабами, Hg - 2 раза, а Se ниже. Таким образом, исследования показали уровень загрязненности города Бишкека и окрестностей такими микроэлементами как Cu, Zn, Fe, Ni, Se, Hg и Co.

По результатам полученных данных, наиболее загрязненные части города-центральная, северная- и северо-западная, а более благополучны южная-, и юго-западная окраины города. Накопление химических элементов в органах и тканях обследованных животных зависит от специфики вида, эколого-геохимических условий обитания и степени загрязненности обследованных участков.

Город Ош и его окрестности. Город Ош - второй по величине город в Кыргызстане (около 400 тыс. человек) и один из древнейших в Центральной Азии. Впервые г. Ош упоминается в арабских источниках 9 века, а с 16 века становится одним из религиозных центров. Он расположен в Ферганской долине на пологих террасах р. Ак-Бууры. Промышленные объекты города Ош оказывают значительное влияние на ландшафты городских и пригородных зон. ТЭЦ, текстильные, шелковые, домостроительные предприятия, асфальтобетонный, насосный, хлопкоочистительный заводы и автотранспортные предприятия в значительной мере оказывают влияние на рельеф, почвенно-гидрологический режим ландшафта. По данным гидрометслужбы (1996 г), выброс бензопирин в атмосферу в 8 раз превышает ПДК, а иногда доходит до 20 раз.

Особенность почвенного покрова города и окрестностей [11,21,25,28) состоит в том, что здесь широко распространены равнинные и предгорные сероземы и каштановые почвы. Они маломощные, часто эродированные (Восточно-Алайский почвенный округ). Предгорные шлейфы и низкие предгорья до 1700 м над уровнем моря занимают сероземы. Растительный покров представлен пыреем и типчаком. В предгорьях естественный ландшафт (от 500 до 1800 м над уровнем моря) представлен эфемерово-полынными полупустынными ассоциациями (*Bromus oxyodon*, *Poa bulbosa* v. *vivipara*, *Artemisia ferganensis* ...): гусиный лук, однолетние костер, мятлик луковичный, польнь ферганская и др. виды.

Исследования проводились в восточной и западной сторонах города Ош. Обследование почвенного покрова (0-20 см) показало, что уровень содержания Se и Hg в северо-восточной части города немного выше по сравнению с западной (1108 мкг/кг и 213 мкг/кг сухого вещества). Вода из р. Ак-Буура содержит 3,1

мкг/л Se и 0,9 мкг/л Hg. Растительный покров в этой части города (укос) накапливал селен умеренно (табл. 4). Из городской фауны выбрана, данатинская жаба (*B. danatines*) как объект для оценки эколого-геохимического состояния города. Мы анализировали органы и ткани жабы на содержание Fe, Zn, Hg, Se и уровень гемоглобина. Уровень гемоглобина в городской популяции жабы немного выше (13 г/л), чем на фоновых контрольных участках (9 г/л). По-видимому, это защитные реакции организма жабы на неблагоприятные условия среды (экологическую нагрузку), что подтверждается ранее проведенными исследованиями [3,5,10,30]. Изученные микроэлементы в органах и тканях жабы показали, что Fe и Zn максимально накапливались в кожном покрове восточной части города (81 мг/кг и 950 мг/кг сырого вещества). Hg и Se в печени и почках более 5 раз по сравнению с другими органами и тканями.

Таблица 4

Селен и ртуть в экосистеме г.Ош и его окрестностях (мкг/кг)

Место сбора образцов	Se	Hg
1. Восточнее г. Ош		
Почва (0-20 см)	1108±121	213±28
Вода (р. Ак-Буура)	4,1±0,5	0,92±0,07
Растения (укос)	984±72	112±10
Данатинская жаба <i>B. danatines</i>	2018±181	39±4
Пустын. прус - <i>C. barbarus</i>	924±84	31±3,5
2. Западнее г. Ош		
Почва (0-20 см)	924±71	144±12
Вода	3,2±0,21	0,71±0,05
Растения (укос)	812±66	44±5
Данатинская жаба <i>B. danatines</i>	1190±110	52±6
Пустын. прус - <i>C. barbarus</i>	712±36	712±36

Западная часть города более благополучна в экологическом состоянии, чем восточная, что подтверждают полученные нами данные. Содержание Se в почвенном покрове, этой части города умеренное (924 мкг/кг сухого вещества), Hg немного больше по сравнению с фоновым. В укосах растений на уровне условно-контрольного (Se - 812 мкг/кг и Hg - 44 мкг/кг сухого вещества). В целом организме и в отдельных органах и тканях данатинской жабы все изученные элементы также аккумулировались значительно ниже по сравнению с восточной частью города (Se в 1,6 раза, Hg – в 1,3 раза ниже в целом организме).

Проведенные нами исследования показали уровень загрязненности города, Ош -Se, Hg, Zn, и Fe. Наиболее загрязненной является восточная часть и более благополучна северная. На основании полученных данных по почвенно-растительному покрову и городской фауне, можно предположить, что загрязнение городской среды и пригородных зон Fe и Zn происходит в основном с атмосферными выбросами. А основными источниками загрязнения городского ландшафта по Hg и Se являются коренные породы (биогеохимические цепи). Известно, что в ферганской долине проходят сурьмяно-ртутные и ртутно-сурьмяные залежи (одним из элементов-примесей является и селен).

Закключение. Геохимическая экология - сложная наука, изучение которой необходимо для общей экологической оценки функционирования биосферы в современную психозойную эпоху и поиска более рациональных технологий. Сложность задачи состоит в необходимости дифференциации техногенных и природных потоков и форм миграции химических элементов, оценки взаимодействия техногенных и природных факторов, проявления организмов непредвиденных биологических реакций [10,17].

Результаты исследований по проблемам геохимической экологии явились основой для оценки экологического состояния природных и природно-техногенных территорий [10,12,18,19,20], применения ряда микроэлементов и минеральных добавок в корма животных, в почву и медицинские препараты. Эколого-биогеохимическая концепция реализована в настоящее время в ряде стран - КНР, Югославии, Польше, Венгрии, Германии, Норвегии, Испании, Великобритании [11,17,13,34,36].

В ряде городов Кыргызстана с эколого-геохимических позиций нами были изучены основные объекты загрязнения среды: почва, растения (укос), вода и некоторые синантропные животные организмы. Затем были прослежены пути миграции химических элементов (Hg, Se, Fe, Ni, Zn, Cu и др.) в окружающей среде, установлены природные компоненты, которые дают наиболее верную информацию о состоянии городской среды.

Изучение аномалий проводится методами геохимического картирования тех сред, которые депонируют загрязнение веществами в их выпадении из

миграционных потоков. В условиях городов геохимическое картирование наиболее эффективно при опробовании почвенно-растительного и снегового покрова. Корреляция в распределении загрязненных веществ между этими средами доказана экспериментально [24,29,32,33,34]. Содержание химических элементов в почвенном покрове в близлежащей к предприятию жилой зоне (центральная часть г. Бишкек) превышало фоновые загрязнения в 10-15 раз (Hg), 2-5 раз (Zn, Cu), 2-3 раза (Se), 6 раз (Co); г. Ош - 2-4 раза (Zn), 2-3 раза (Hg); г. Кок-Жангак - 5-10 раз (Se). Выявлены основные организмы-концентраторы в городских условиях. Это амфибии (зеленая и данатинская жабы) и почвенно-растительный покров, что подтверждается аналогичными исследованиями, проведенными в других городах [4,23,29].

Важно также подчеркнуть биогеохимическую мозаичность городов: на фоне общих территорий с невысоким или средним уровнем воздействия здесь выделяются более локальные участки с высоким и очень высоким воздействием. Такие территории могут быть выявлены путем планомерного эколого-геохимического исследования (картирования) [11,15,17, 24,35,36].

Изучение влияния геохимических факторов (особенно техногенных) на организмы, как и связи между организмами со средой обитания являются исключительно сложными и многогранными. Однако выявление и системный анализ таких связей и взаимодействий - необходимое условие создания теоретических основ геохимической экологии, экологической экспертизы и прогнозирования состояния развития природных комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. - М.: Медицина, 1991. - 496 с.
2. Азыкова Э.К. Аламанов С.К., Диких А.Н. Геосистемы и экологическая ситуация в Кыргызстане //Известия НАН КР, - 1997. - № 4. - С.12-18.
3. Бакушев М.К. Эколого-физиологические механизмы адаптации бесхвостых амфибий к горам: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - Свердловск, 1990. - 25 с.
4. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии //Тр. Биогеохимической лаб. АН СССР, 1980. Т.16. - С. 9-54.
5. Вершинин В.Л. Морфологические аномалии амфибий городской черты //Экология. 1989. - № 3. - С.58-65.

6. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции и эндемии //Докл. АН СССР. 1938. Т.18. - № 4/5. - С.820.
7. Воронова Л.Д., Денисова А.В., Пушкарь И.Г. Мониторинг загрязненности экосистем на основе принципов биоиндикации //Экотоксикология и охрана природы. - М.:Наука, 1988. - С.63-84.
8. Гренок Ф.И. Экология, цивилизация, ноосфера. - М.:Наука, 1987. - 237 с.
9. Державин Л.М. Химизация и экология //Химия в сельском хозяйстве. 1990. - № 9. - С.50-53.
10. Дженбаев Б.М. Геохимическая экология наземно-водных организмов. - Бишкек, 1999. С.178.
11. Дженбаев Б.М., Кадырова Б.К. Тяжелые металлы в организме некоторых животных г. Бишкек и его окрестностей //Вестник КГНУ, 1999. - № 2. - С. 34-38.
12. Добровольский В.В. География микроэлементов: Глобальное рассеяние. - М.: Мысль, 1983. - 272 с.
13. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. 1998. - М.:Высш. шк., - 412 с.
14. Дуброва Н.А., Жулидов А.В., Лапин И.А. Влияние гидробионтов на формы миграции тяжелых металлов в природных водах //Экология.1991. - № 3.- С.91-93.
15. Жаворонков А.А., Михалева Л.М. Проблема микроэлементозов человека //2-ая Российская школа "Геохим. экол. и биогеохим. районир. биосферы". - М, 1999. - С.97.
16. Ермаков В.В. Биогеохимическое районирование континентов //Биогеохимическое основы экологического нормирования. - М.:Наука, 1993. - С.5-24.
17. Ермаков В.В. Геохимическая экология как следствие системного изучения биосферы //Тр. биогеохим. лаб. М.:Наука. Т.23. 1998. - С.152-183.
18. Клауснитцер Б. Экология городской фауны: Пер. с нем. - М.: Мир, 1990. - 246 с.
19. Ковальский В.В. Геохимическая экология: Очерк. - М.:Наука, 1974. - 300 с.
20. Ковальский В.В. Геохимическая среда жизни. - М.:Наука, 1982. - 78 с.
21. Мурсалиев А.М., Токобаев М.М., Ниязова Г.А. Биогеохимические исследования горных лугов в бассейне реки Тюп. – Бишкек : Илим, 1992. - 120 с.

22. Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. - Л.:Гидрометиздат, 1991. - 312 с.
23. Обухов А.И., Леннева О.М. Биогеохимия ТМ в городской среде // Почвоведение. 1989. - № 5. - С.65-73.
24. Олигер Т.А., Юрьев В.С. Применение эколого-геохимического картирования в области гигиены окружающей среды // Гигиена и санитария. 1994. - №1. - С.23-25.
25. Оторбаев К.О., Тимонин Е.И., Тимохина Г.А. и др., Экономика и охрана окружающей среды. – Бишкек.: Илим, 1992. - 86 с.
26. Оторбаев К.О. Природа Киргизии. - Фрунзе, 1962. - 134 с.
27. Петров В.С., Шарыгин С.А. О возможности использования амфибий и рептилий для индикации загрязнения окружающей среды // Наземные и водные экосистемы. – Горький, 1981. - С.41-48.
28. Подрезов О.А. Джаксыбаев М.А., Мезгин В.А. и др. Климатические условия Кыргызстана. - Бишкек.: Илим, 1992. - 172 с.
29. Саев Ю.Т., Ревич Р.С., Сорокина Е.П. Город как техногенный субрегион биосферы // Тр. Биогеохим. лаб. Т.20. - С.133-167.
30. Тыналиев М.Т., Эсекеев Б.Е., Шаршенова А. Экологические факторы возникновения почечно-каменной болезни // Междунар. симпоз. "Итоги и перспективы развития современной медицины в контексте XXI века". - Бишкек, 1998. - С.702-706.
31. Шаршенова А.К., Айдарова З.А. Экология и репродуктивное здоровье женщин // Сов. аспекты адапт. организмов к экстремал. условиям. Бишкек. 1998. - С.270-274.
32. Ermakov V.V. Biogeochemical regioning problems and selenium biogeochemical provinces in the former USSR // Biol. Trace Element Res. 1992. Vol.33. N3. P.171-185.
33. Djenbaev B.M., Myrsaliev A.M. The role biogeochemical environment in the studies of microevol. Processes // 1-st Speciation Conf., c/o Ms Ulla Schroedel, GSF-Forschungszentrum, - Mjünxen, 1998. - p. 213.
34. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in the Biological Environment. - Warsaw: Wyd. Geol., 1979. 300 ps.
35. Lantry R.J., Mackenzie F.I. Atmospheric trace metal; global cycles and assessment of man's impact // Geochem. et Cosmo-Chim. Acta. 1979. Vol.41. N 4. P.511-525.
36. Mertz W. Trace elements in human and animal nutrition. - N.Y.-L., 1986. 560 ps.