

УДК 504 (1-21)

**МЕТОДИКА РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА
АЛМАТЫ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ МЕТАЛЛАМИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ**

Канд. биол. наук
Доктор хим. наук

Н.К. Шуленбаева
С.В. Чекалин
О.Е. Лебедева

Проведена разработка принципов обобщения и оценки результатов фитохемиоиндикационных исследований в целях экологического районирования территории загрязняющими металлами. Экологическое районирование осуществлено на основе картирования результатов химического анализа. Выделено 44 участка, на которых избыточно накапливаются от 1 до 11 приоритетных и фоновых металлов. Показано, что с накоплением четырех и более металлов наблюдается тенденция угнетения физиологического состояния растений. Очаги повышенного загрязнения металлами формируются вблизи промышленных предприятий и на участках аэродинамических теней воздушных потоков.

Одним из перспективных методов оценки состояния городской среды является биоиндикация. В мировой практике объектом биоиндикационных исследований успешно служит сосна обыкновенная. Сосна обыкновенная довольно распространена; кроме того, она является вечнозеленым растением, что удобно для биоиндикационных исследований.

Для экологического районирования был использован фрагмент озеленения сети модельных площадок территории города. Отбор проб и учет общего возраста хвои проводился на 75 модельных площадках (рис 1). В качестве модельной площадки рассматривался фрагмент городских насаждений, в котором произрастали на менее 5 особей сосны обыкновенной. Протяженность такого фрагмента составляла не более 100-150 м. Показатель площадки брался как осредненный по 5 деревьям. На каждом модельном дереве с той же морфологической привязкой в кроне отбирались для

химических анализов пробы хвои двухлетнего возраста. Необходимость возрастной стандартизации биологических проб для анализов определяется возрастными изменениями содержания металлов в растительных тканях [1]. Двухлетний возраст отбираемой хвои был выбран в качестве стандартного, поскольку он достигается на всей территории Алматы.

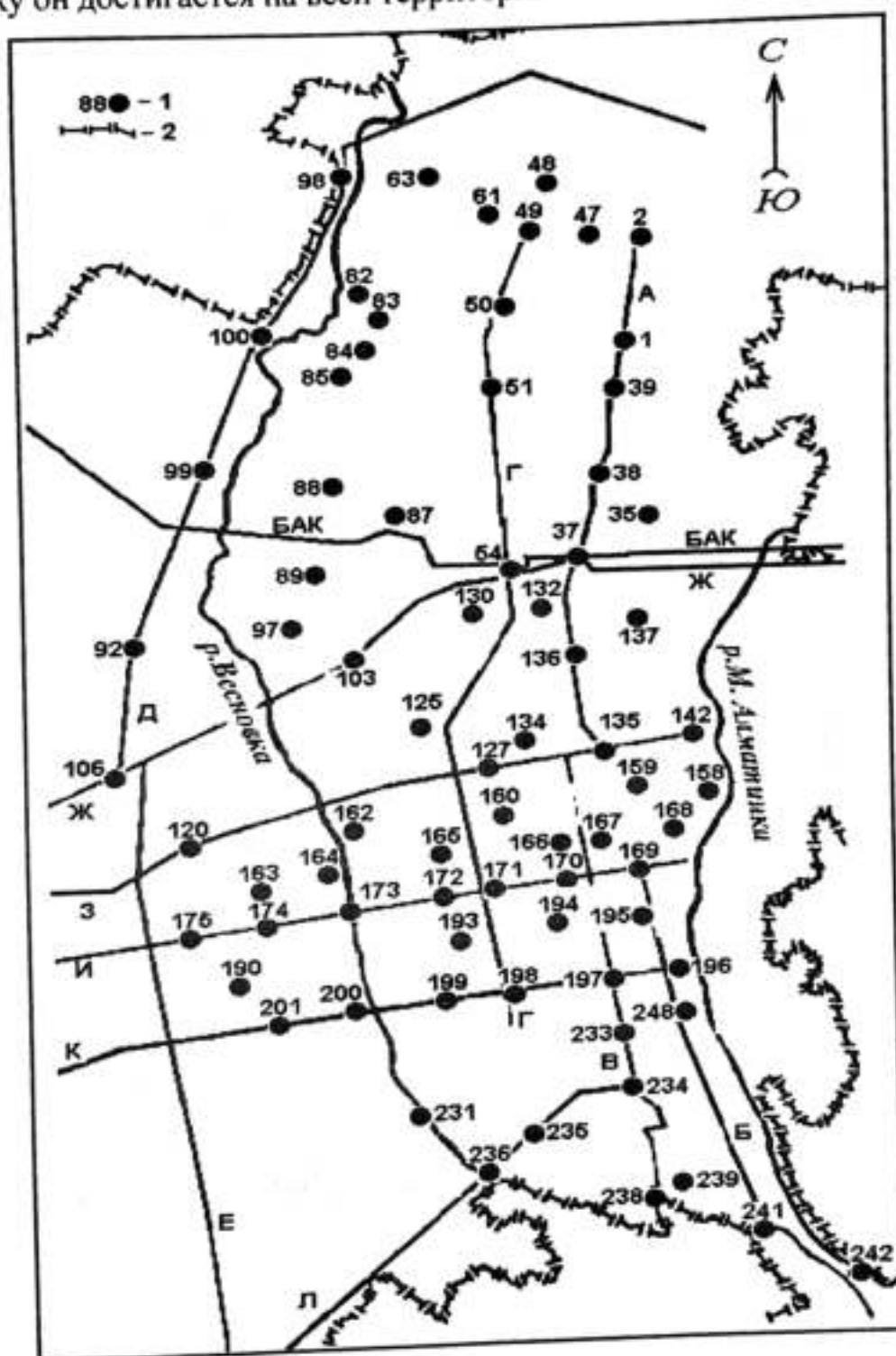


Рис. 1. Схема расположения модельных площадок на территории г. Алматы. 1 – модельные площадки, 2 – граница города, А – пр. Суymbая, Б – пр. Достык, В – ул. Фурманова, Г – пр. Сейфуллина, Д – Северное кольцо, Е – ул. Розыбакиева, Ж – пр. Рыскулова, З – пр. Раимбека, И – ул. Тале-би, К – пр. Абая, Л – пр. аль-Фараби.

По результатам химических анализов возможно осуществление картирования накопления загрязнителей хвоей сосны обыкновенной, для определения наиболее экологически напряженной территории города.

Результаты химических анализов хвои сосны обыкновенной по модельным площадкам города Алматы охватывают профиль всей территории города. С помощью использовавшегося аналитического метода в хвое обнаружено 23 металла. Составлено 23 карты, из них 15 - представляют приоритетные и фоновые металлы. Наиболее типичный из них свинец, как общепризнанный металл-загрязнитель для Алматы, приведен на рис 2.

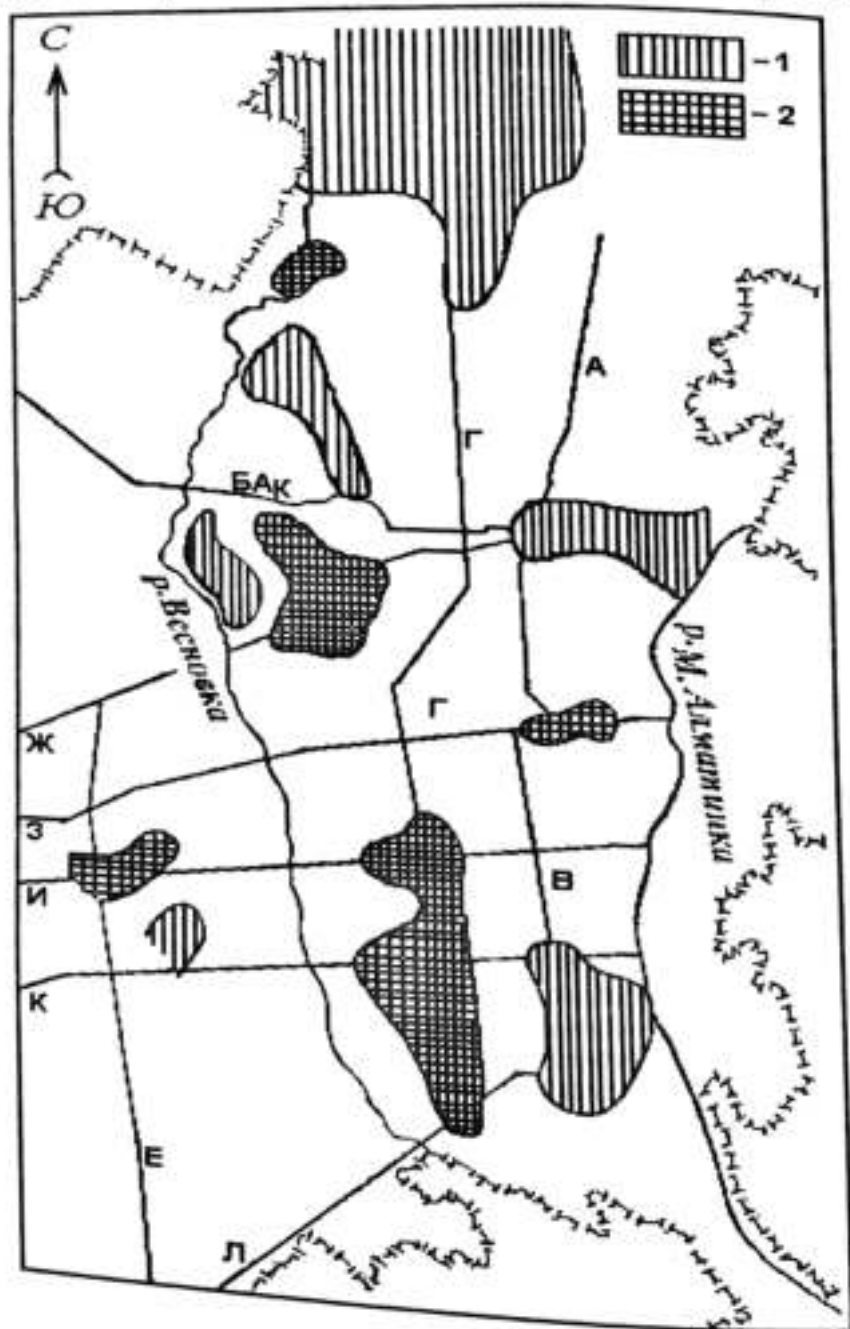


Рис. 2. Карта-схема накопления свинца в хвое сосны на территории г. Алматы.
 1 - минимальное накопление, 2 - избыточное накопление, А - пр. Суюнбая,
 В - ул. Фурманова, Г - пр. Сейфуллина, Е - ул. Розыбакиева, Ж - пр. Рыскулова,
 З - пр. Раимбека, И - ул. Толе-би, Л - пр. аль-Фараби.

Анализ территориальной расположенности участков загрязнения показывает стигматическую картину по пр. Сейфуллина и по ул. Толе-би. Обширное пятно русла реки Весновки, мы связываем с аэродинамической тенью. А по основным магистралям автотранспорта накопление металлов в сосне обыкновенной осуществляется из воздуха и почвы.

Понимание закономерностей распределения избыточного загрязнения территории города металлами позволяет перейти к уровню оценки экологической ситуации на городских территориях - к их районированию по загрязнению металлами. Существенное влияние на экологическую ситуацию территории Алматы может оказывать избыточное накопление приоритетных и фоновых металлов. Поэтому установленные по приоритетным металлам зоны расширены до охвата всех площадей ареалов избыточного накопления фоновых металлов-загрязнителей.

При осуществлении районирования (см. табл.) были также учтены ареалы повышенного загрязнения литием и медью, имеющие не очаговый, а слитой характер. Территории с избыточным накоплением лития располагаются в северной части города, что связывается нами с высокой растворимостью и подвижностью соединений этого элемента, с его перераспределением поверхностными и грунтовыми водами.

Таблица

Повышенное содержание металлов по участкам районирования территорий города Алматы

№ района	Избыточно накопленные металлы		Не классифицированные
	приоритетные	фоновые	
Северная зона промышленного загрязнения			
1	-	Ni	-
2	Li	Ni	-
3	-	Ni	-
4	Sr	Ni, Be	-
5	Li, Sr	Ni	-
6	Sr, Mo	-	La
7	Sr	-	La, Bi
8	Li, Sr, Ca	-	La
9	Li, Sr, Ca, V, Cr, Al	Fe, Ni, Ti, Ba	La
10	Sr, Cr, Mo, Al	Ni, Ba	

№ района	Избыточно накопленные металлы		Не класси- фици- рованные
	приоритетные	фоновые	
		Ba	Bi
11	Li	-	Bi
12	Li, Sr	Cu, Ni, Be	-
13	Li, Sr	-	-
14	Li	Ni, Ti	-
15	Sr, Ca	-	-
16	Sr	Sn	La
17	Li, Sr, Al	Fe, Ni, Sn	La, Bi
18	Li, Sr, V, Pb, Mo	Fe, Ni	-
19	Sr, Mo	Mn	La
20	Mo	Fe, Ni, Ti	Bi
21	Pb, Cr, Mo	-	-
22	Cr	-	La
23	Li, Cr	-	La, Bi
24	Li, Pb, Cr	Ni	La
25	Pb	-	-
Западная зона промышленного загрязнения			
26	Sr, Ca, V	Fe, Ni, Be, Ti, Sn	-
27	Pb, Cr	Fe, Ni, Sn, Be	-
28	Pb, Cr	Ni	-
29	Mo, Al, Ca	Ti, Be	-
30	Cr	Cu, Fe, Ti	-
Восточная зона аэродинамической тени			
31	V	Sn	-
32	Cr	-	-
33	Li, Cr, Mo	Fe, Ni, Ti, Sn, Cu	Bi
34	Pb, Cr, V	Cu, Fe, Ti	Bi
35	Cr, V, Mo, Al	Fe, Ti, Sn, Cu	Bi
36	V, Al	-	-
37	Sr, V, Cr, Mo, Al	Cu, Fe, Ni, Ti, Be, Ba	Bi
Южная зона аэродинамической тени			
38	Pb, Mo	-	-

№ района	Избыточно накопленные металлы		Не классифицированные
	приоритетные	фоновые	
39	Pb, Mo, V		
40	Mo	Cu, Fe, Ba, Sn, Be	Bi
		-	-
	Зона медного загрязнения		
41	-	Cu	-
42	-	Cu, Ni	-
43	Ca	Cu	-
44	-	Cu	-

Участки, загрязненные литием, основной своей площадью входят в состав 1-ой и 3-ей зон загрязнения, установленных по приоритетным и фоновым металлам. Поэтому учет литиевого загрязнения не потребовал установление дополнительных зон. Избыточное загрязнение медью выявлено на южной территории города. Такие территории своими фрагментами входят в состав всех ранее установленных зон загрязнения. Вместе с тем имеются участки медного загрязнения, лежащие вне пределов зон ранее осуществленного районирования. Это обусловило необходимость выделения дополнительной пятой зоны медного загрязнения, к которой были отнесены такие участки. Слитой характер ареала избыточного медного загрязнения, его расположенность на центральных и южных территориях города предположительно могут быть объяснены естественным повышенным содержанием этого элемента в почво - грунтах описанных территорий.

Следующим этапом районирования было подразделение установленных зон на участки. За участок районирования был принят фрагмент территории, имеющий идентичный состав избыточно накапливаемых приоритетных и фоновых металлов. Если зона районирования отражает общую причинность избыточного накопления металлов, то участок районирования - качественную общность состава избыточно накапливаемых металлов.

Районирование городской территории, осуществленное на основании описанных выше принципов, приведено на рис. 3. Всего выделено 44 района с избыточным накоплением приоритетных и фоновых металлов - 25 из них входят в состав Северной зоны промышленного загрязнения. "В кольце" территории этой зоны находятся участок без избыточного накоп-

ления металлов (территории) и район ипподрома на запад от ул. Жансугурова севернее Большого Алматинского канала). В составе западной зоны промышленного загрязнения выделено 5 районов, а восточной зоны аэродинамической тени - 3: зоны медного загрязнения - 4.

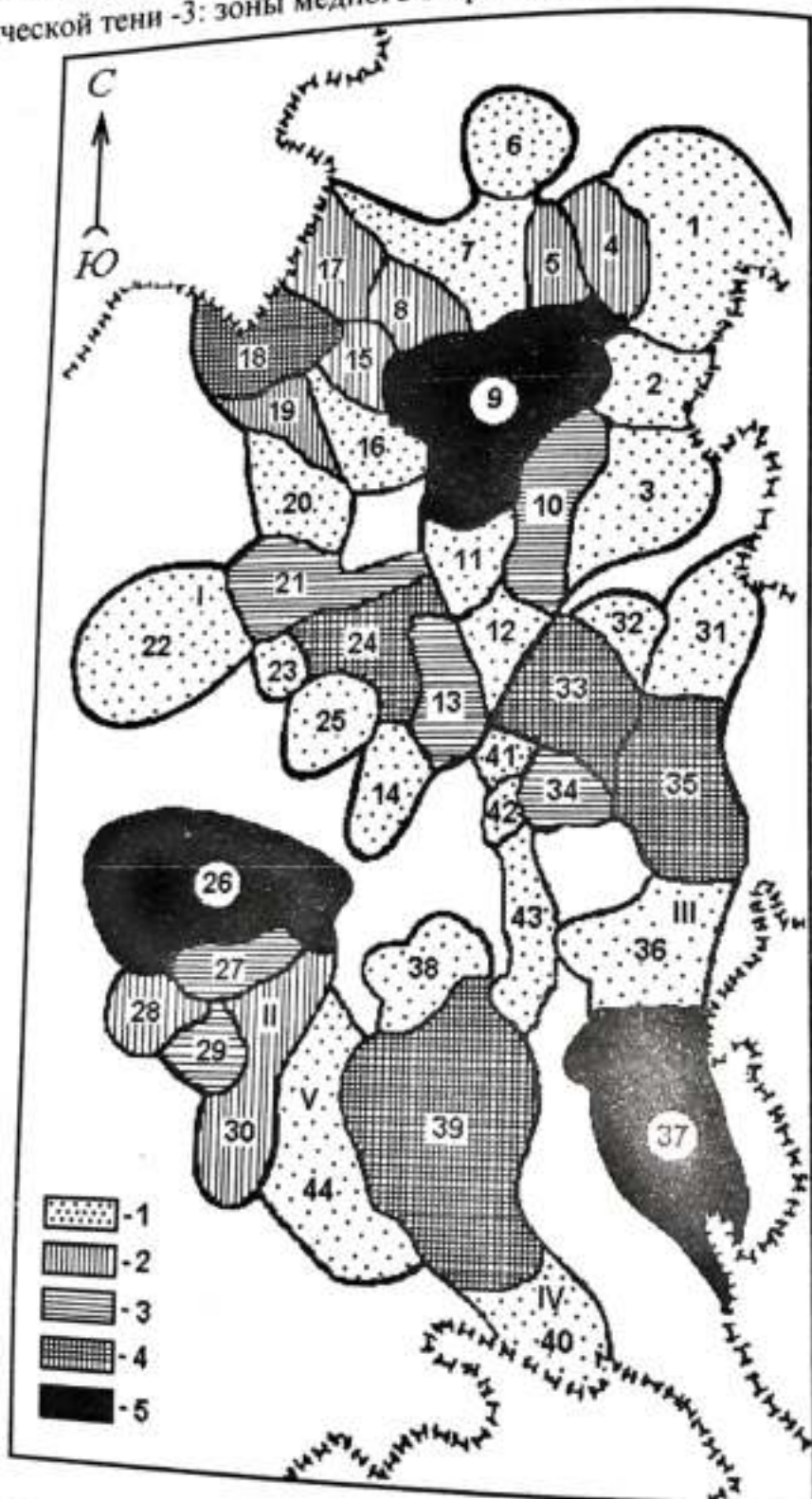


Рис. 3. Оценка степени напряженности экологической ситуации по загрязнению металлами территории г. Алматы. 1 – накопление 1 – 2; 2 – накопление 3 – 4; 3 – накопление 5 – 6; 4 – накопление 7 – 8; 5 – накопление 9 и более металлов загрязнителей.

Формальным подходом к оценке степени напряженности экологической ситуации по загрязнению территории Алматы металлами может быть классификация участков районирования по числу избыточно накапливаемых приоритетных и фоновых металлов. Такой способ обобщения результатов исследования оказывается весьма информативным в плане понимания закономерностей формирования избыточного загрязнения металлами территории города. В основных очагах загрязнения (участки локализации промышленных производств - стационарных источников выбросов, участки взаимоналожения полей загрязнения таких источников выбросов, зоны аэродинамических теней горных ущелий) избыточно накапливаются 7 и более приоритетных и фоновых металлов-загрязнителей. Картина менее острого загрязнения формируется территориальным взаиморасположением таких очагов и доминирующими потоками воздушных масс. В Северной зоне промышленного загрязнения наиболее обостренной является ситуация на 9 участке, связанная с деятельностью нескольких механических производств. Чуть менее острая ситуация складывается в районе городской свалки (участок 18) и в зоне взаимоналожения полей загрязнения ТЭЦ-1 и асфальтового завода (участок 24). От каждого очага острого загрязнения "отходят" участки, на которых избыточно накапливаются 3-6 приоритетных и фоновых металлов-загрязнителей. Вне таких участков, по периферии зоны загрязнения число избыточно накопленных и фоновых металлов-загрязнителей не превышает двух.

В западной зоне промышленного загрязнения очаг избыточного накопления металлов - токсикантов (участок 26) приурочен к ранее действовавшему вдоль проспекта Раимбека стационарных источников загрязнения (заводы "Поршень" и "Электрооборудования"). В направлении на юг от этого число избыточно накапливаемых приоритетных и фоновых металлов снижается до 6 (участок 29), а далее и до 45 (участок 30).

В восточной зоне аэродинамической тени выявляются два очага острого загрязнения металлами - северный и южный. Северный очаг загрязнения включает участки 33 и 35. Он территориально граничит с Северной зоной промышленного загрязнения, прослеживаются переходные участки (10 и 13) от очагов загрязнения промышленной зоны и этому "аэродинамическому" очагу. Вероятно, существенное значение для формирования избыточного загрязнения на участках 33 и 35 имеет горно-долинная циркуляция воздуха Широкой щели, которая "подсасывает" загрязненный

воздух из промышленной зоны. Вместе с тем в формировании этого очага загрязнения также участвуют процессы перемещения воздушных масс вдоль проспекта Раимбека. Аэродинамическая тень этого воздушного потока начинается с участка 34 и переходит на участки 33 и 35.

Южный очаг острого загрязнения восточной зоны аэродинамической тени (участок 37) формируется интерференцией воздушных потоков вдоль проспекта Абая и вдоль проспекта Достык. Южная оконечность этого очага загрязнения обуславливается аэродинамической тенью предгорий, тормозящих воздушные потоки горно-долинной циркуляции воздуха Малого Алматинского ущелья. Не смотря на отсутствие на территории 37 участка существенных стационарных источников загрязнения, здесь избыточно накапливается максимальное число (11) приоритетных и фоновых металлов. В восточной зоне аэродинамической тени основной очаг загрязнения локализуется на 39 участке, который составляет собственно "тело аэродинамической тени" воздушных потоков Малого Алматинского ущелья вдоль русел Малой Алматинки и Весновки. Участки 38 и 40 являются соответственно "головным" и "хвостовыми" для этой аэродинамической тени. На территории 38 участка преобладают аэродинамические процессы, связанные с интерференцией воздушных токов вдоль проспекта Сейфуллина и вдоль улицы Толе-би. На территории 40-го участка при направлении воздушного тока с долин в горы здесь возможно проявление наибольшего торможения воздушных масс, их застой, что ограничивает поступление сюда металлов-загрязнителей.

Проведенная оценка остроты экологической ситуации по загрязнению территорий металлами по числу избыточно накапливаемых приоритетных и фоновых металлов-загрязнителей подтвердили логику зонирования территорий города по факторам формирования очагов загрязнения, позволила углубить представления о причинно-следственных связях формирования таких очагов.

В условиях Алматы избыточное накопление любого из металлов само по себе не влечет существенного ухудшения экологической ситуации на данной территории, дезорганизации жизнедеятельности биологических объектов. Биологически негативная ситуация складывается тогда, когда на данном территориальном участке происходит одновременное избыточное накопление 4 и более приоритетных и фоновых металлов-загрязнителей, причем статистически однозначная экологически негативная ситуация

определяется избыточным накоплением на данном участке 9 и более таких загрязнителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Унифицированные методы мониторинга фонового загрязнения природной среды / Под ред. Ф.Я. Ровинского. М. Гидрометеоздат, 1986. - С. 35 - 46.

Казахский государственный институт
научно-технической информации МОН РК
Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК
Казахский государственный национальный университет им. аль-Фараби

КӘДІМГІ ҚАРАҒАЙДЫ ЗЕРТТЕУ ОБЪЕКТІСІ РЕТІНДЕ ПАЙДАЛЕНЫП АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ МЕТАЛЛДАРМЕН ЛАСТАНУЫН АУДАНДАРҒА БӨЛУ ӘДІСТЕМЕСІ

	Н.Қ. Шүленбаева
Биол. ғылымд. канд.	С.В. Чекалин
Хим. ғылымд. докторы	О.Е. Лебедева

Алматы қаласы аумағы металл ластаушылардың таралуын жинақтау мен бағалау принциптері бойынша экологиялық аудандарға бөлу фитохемоиндикациялық зерттеулер нәтижесінде жасалынды. Экологиялық аудандарға бөлу химиялық талдау нәтижелерін картаға түсіру арқылы іске асырылды. Металл ластаушылар саны I-ден II-ге дейін негізгі және фондық металдар кездесетін II алаң белгілі болды. Металл ластаушылар саны II немесе одан көп болған жағдайда өсімдіктің физиологиялық жағдайы нашарлаганы байқалды. Негізгі ластаушы ошақтары өндіріс орындары мен аэродинамикалық көлеңке салдарынан болатыны белгілі болды.