

УДК 507.73/74.054

**ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ Г. АЛМАТЫ ПО НАКОПЛЕНИЮ
МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ**

Канд. биол. наук
Доктор хим. наук
Доктор хим. наук

Н.К. Шуленбаева
С.В. Чекалин
О.Е. Лебедева
А.Г. Сармурзина

На основе данных фитохемоиндикационного метода осуществлено картирование накоплений металлов на территории г. Алматы с использованием в качестве тест-объекта сосны обыкновенной. На территории города выделяются четыре зоны повышенного накопления металлов. Это - северная и западная зоны промышленного загрязнения, восточная зона аэродинамической тени предгорий и южная зона аэродинамической тени воздушных потоков Малого Алматинского ущелья. Такой способ обобщения результатов исследования оказывается весьма информативным в плане понимания закономерностей формирования повышенного загрязнения металлами территории города.

Город Алматы расположен у подножья северного склона Заилийского Алатау на высоте 600-1600 м над уровнем моря в долинах рек Большая и Малая Алматинки. Основное влияние на микроклиматические особенности территории оказывают гряды гор Заилийского Алатау, расположенные у восточной и южной границ города. В середине 80-х годов по состоянию окружающей среды Алматы попал в десятку самых загрязненных городов бывшего СССР. Загрязнение атмосферы привело к серьезным нарушениям здоровья алматинцев, особенно проживающих в районах острого загрязнения. На этом фоне был проведен анализ зависимости показателей здоровья алматинцев от уровня загрязнения металлами экологических сред мест их проживания [2].

Изменение экологической обстановки Алматы связано с резким увеличением числа автомобилей. Пропорционально росту числа автотранспорта возросло вызываемое им загрязнение атмосферы города. Другим процессом, определявшим изменение экологической ситуации в Ал-

маты, является свертывание производственной деятельности. В 1990 году в Алматы работало 560 промышленных предприятий, включая завод тяжелого машиностроения, электромеханический, радиозлектротехнический и др. Сокращение объемов производства, полное прекращение работы заводов обусловили снижение выбросов вредных веществ в атмосферу города. Эти причины определили количественные и качественные преобразования экологической ситуации на территории города.

Числовые характеристики загрязнения атмосферы Алматы основываются на расчетных показателях контролирующих служб и являются заниженными. Прямой мониторинг загрязнения города показывает, что фактические выбросы в атмосферу по многим компонентам в 2 и более раз больше расчетных [7].

Негативность ситуации усугубляется ее практической бесконтрольностью. В 1986 г. загрязнение городской среды контролировалось 15 стационарными постами Казгидромета. Тогда это количество оценивалось как недостаточное для дифференцированного контроля состояния воздушной среды городских территорий. В 1996 году в Алматы действовало лишь 5 постов наблюдений, причем лишь один из них контролировал содержание свинца в воздухе. Заводы закрыли свои ведомственные посты по наблюдению за загрязнением атмосферы промзоны.

Атмосфера города Алматы насыщена твердыми загрязняющими веществами, включая металлы. Суточное поступление химических веществ на земную поверхность из атмосферы составляет 10 - 20 кг на 1 км² [5]. В этих осадениях преобладают (75%) водорастворимые соли меди, цинка, молибдена. Многие металлы находятся в атмосфере в водонерастворимой форме (свинец, бериллий, ванадий, серебро, ртуть). В составе пыли водонерастворимые соли составляют 10 - 30 % (сульфаты и карбонаты кальция, магния). Результаты анализа снежного покрова показывают, что до 45% пыли, 25% сажи и 50% металлов выносятся из города воздушными потоками.

Растительность, как компонент городской экосистемы, сильно подвержена воздействием антропогенных факторов. Наиболее чувствительными являются хвойные породы, они и стали объектом исследования данной работы. Проведенный анализ территориальной расположенности участков с повышенным содержанием металлов в хвое сосны обыкновенной показывает наличие двух принципиально отличных картин их распределения по городу. Для меди и лития характерны "слитые", обобщенные

пятна повышенного загрязнения. У всех остальных металлов повышенное загрязнение распространено по городским территориями несколькими изолированными участками [6].

Теоретический и практический интерес представляет ответ на вопрос о том, являются ли участки повышенного накопления металлов строго специфичными для каждого химического элемента или подчиняются общей закономерности территориального распределения. Этот вопрос в первую очередь относится к металлам с изолированными участками повышенного накопления в хвое сосны, так как именно для них потенциально возможны наиболее сложные комбинации совместимости очагов загрязнения.

Была проанализирована картина взаиморасположения участков с максимальным накоплением растениями приоритетных для Алматы металлов-загрязнителей (см. рис. 1). Оказалось, что хотя по площади и своему расположению эти участки металлоспецифичны, общая картина их расположения на территории Алматы подчиняется общим закономерностям. Выделяются 4 зоны повышенного накопления растениями приоритетных металлов-загрязнителей. Это северная и западная зона промышленного загрязнения, восточная зона аэродинамической тени предгорий, южная зона аэродинамической тени воздушных потоков Малого Алматинского ущелья.

Обобщая микроклиматическое районирование территории города можно заключить, что для всей территории города в дневные часы наиболее характерны ветры северного и северо-восточного направления. Являясь элементом горно-долинной циркуляции эти ветры переносят воздушные массы с северных границ города к южным и далее в горные долины [3]. В ночное время ветровые режимы различны в зависимости от локализации территорий. На южных территориях преобладают южные и юго-западные ветры. На более северных территориях ночью преобладают западные и юго-западные ветры. Однако их интенсивность различна. В понижениях рельефа они значительно слабее. Такова общая схематическая картина ветрового режима города. Следует также отметить, что для Алматы очень характерны штилевые ситуации, вероятность которых нарастает с уменьшением абсолютной высоты местности [1].

Нами была проверена подчиненность описанным закономерностям территориального распределения, принадлежность к выявленным зонам загрязнения очагов повышенного и пониженного накопления металлов.

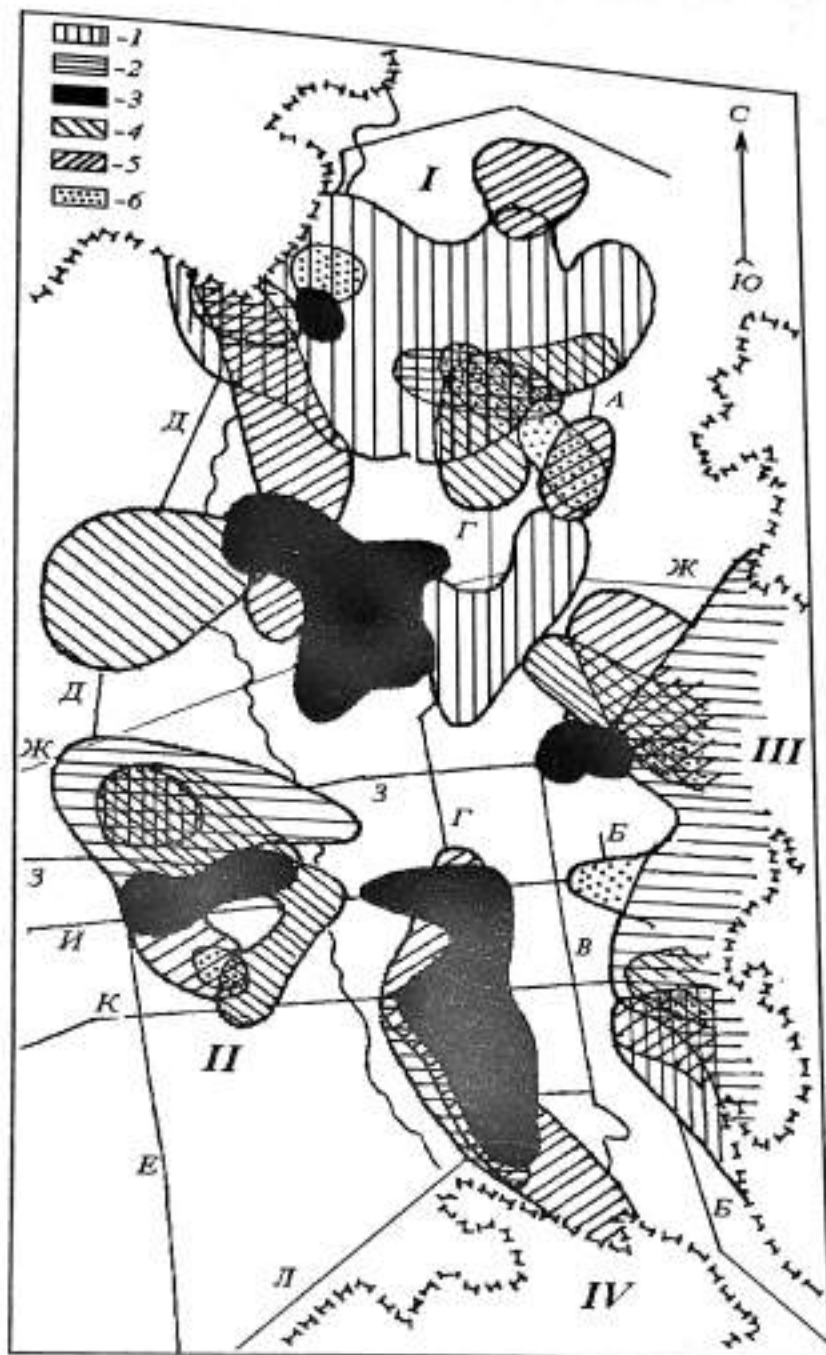


Рис. 1. Участки с максимальным накоплением в хвое сосны обыкновенной приоритетных для Алматы металлов-загрязнителей и зонирование территории города по загрязнению металлами.

1 – стронций; 2 – ванадий; 3 – свинец; 4 – хром; 5 – молибден; 6 – алюминий. Зоны загрязнения: I – северная зона промышленного загрязнения; II – западная зона промышленного загрязнения; III – восточная зона аэродинамической тени предгорий; IV – южная зона аэродинамической тени воздушных потоков Малого Алматинского ущелья. 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. Толе-би, К – пр. Абая, Л – пр. аль-Фараби.

Картина повышенного загрязнения городских территорий фоновыми металлами-загрязнителями полностью соответствует установленной для приоритетных металлов-загрязнителей (рис. 2).

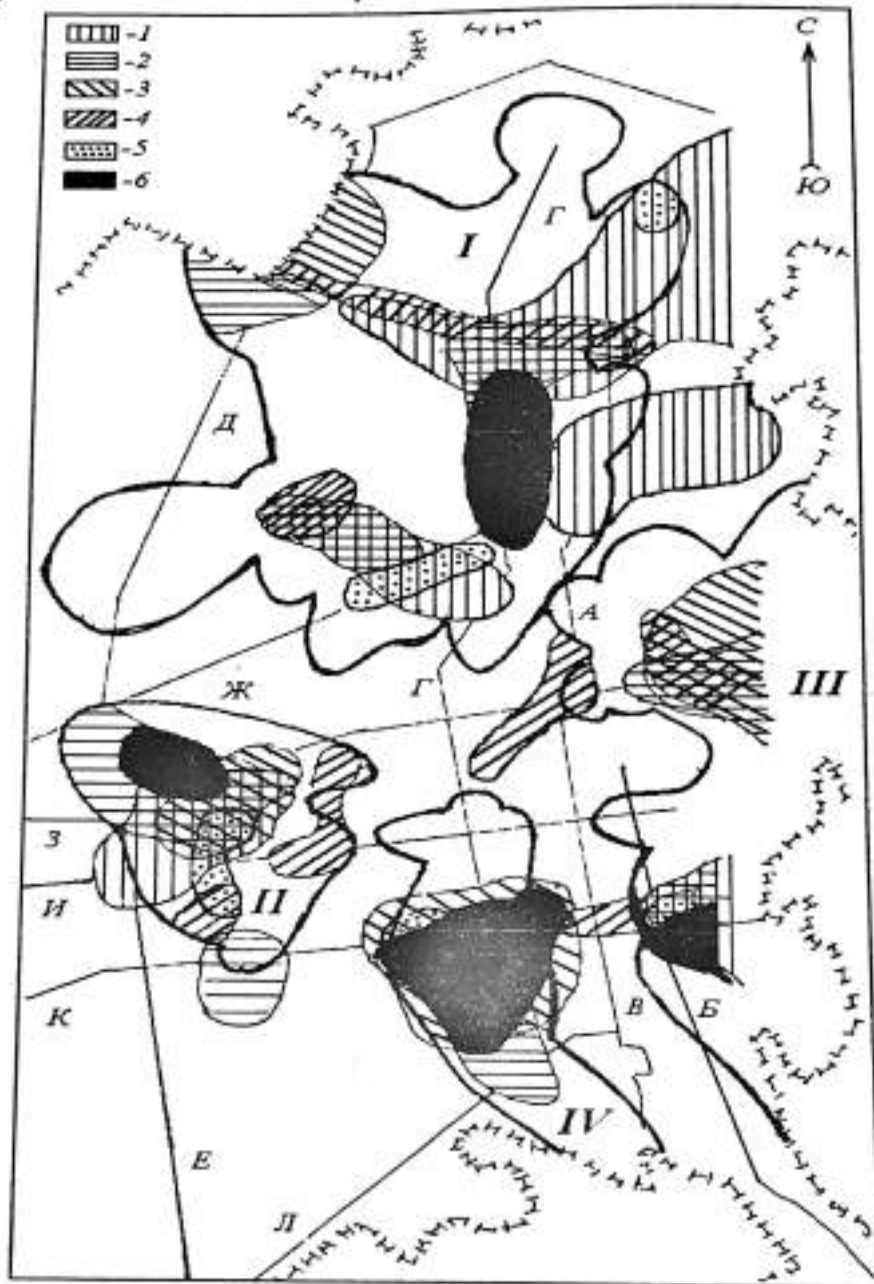


Рис. 2. Участки с максимальным накоплением в хвое сосны обыкновенной фоновых для Алматы металлов-загрязнителей и их соотношения с зонами загрязнения (I - IV) установленным по приоритетным металлам-загрязнителям.

1 - никель, 2 - железо, 3 - олово, 4 - титан, 5 - бериллий, 6 - барий.

Все выявленные участки повышенного накопления фоновых металлов-загрязнителей территориально связаны с описанными зонами загрязнения территории города. Полностью подтверждаются выявленные структуры очагов загрязнения для промышленных зон и восточной зоны аэродинамической тени предгорий. На фоновых металлах-загрязнителях четко прорисовываются аэродинамические тени проспектов Раимбека и Абая, а уча-

сток повышенного загрязнения ул. Толе-би не выявляется.

Согласуется с осуществленным зонированием территорий и картина повышенного накопления металлов-загрязнителей (рис. 3).

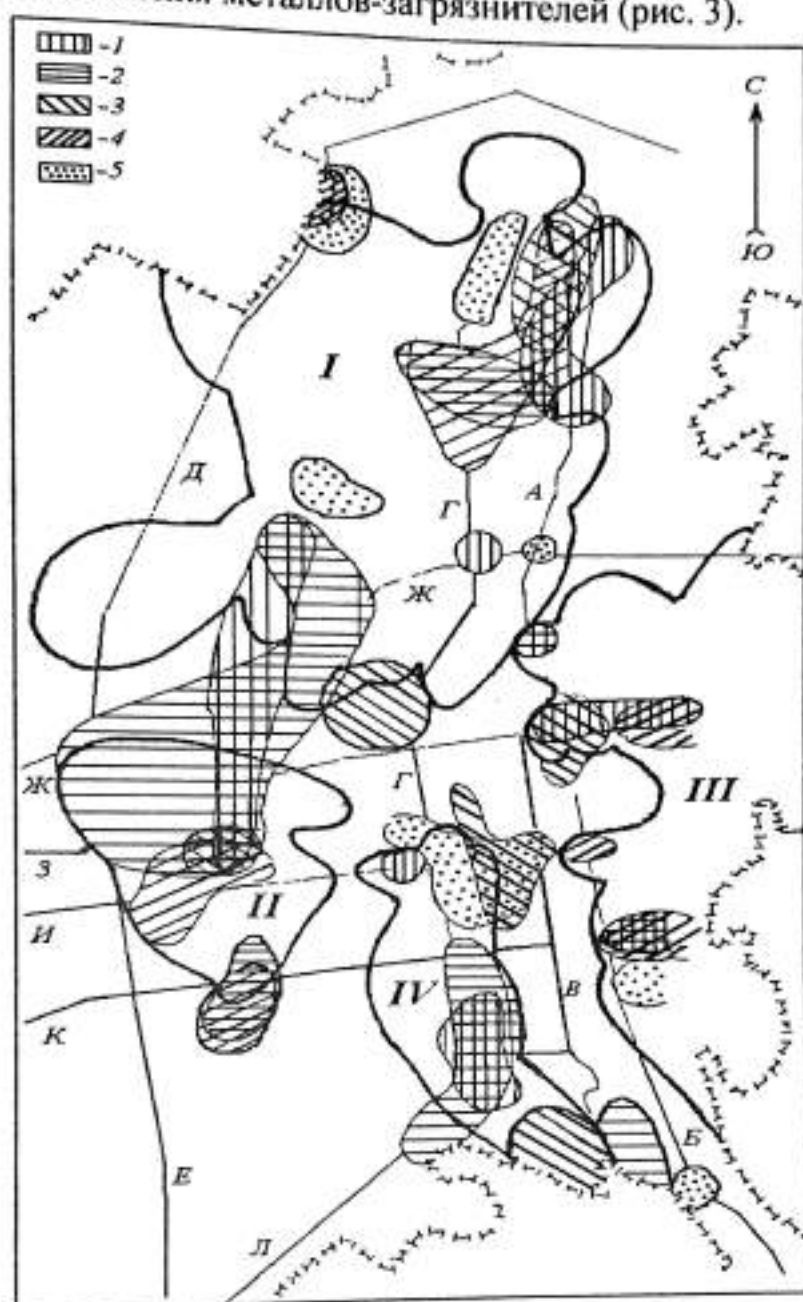


Рис. 3. Участки с максимальным накоплением в хвое сосны обыкновенной минорных для Алматы металлов-загрязнителей и их соотношения с зонами загрязнения (I - IV) установленным по приоритетным металлам-загрязнителям

1 - цинк, 2 - натрий, 3 - серебро, 4 - кобальт, 5 - марганец.

Очаги повышенного накопления этих металлов в основном вписываются в конфигурации установленных зон. При низком содержании металлов в хвое наблюдаются связи между зонами со сходной причинностью загрязнения. Северная и Западная зоны промышленного загрязнения имеют близкие ареалы загрязнения натрия и цинка от асфальтового завода и завода "Поршень". Восточная зона

аэродинамической тени предгорий и южная зона аэродинамической тени воздушных потоков Малого Алматинского ущелья взаимоувязываются ареалами загрязнения серебра и марганца вдоль улицы Толе-би. Такие связи зон не противоречат предложенной логике их формирования, а лишь дополняют представления, сформированные при анализе участков повышенного загрязнения приоритетными и фоновыми металлами-загрязнителями. На территории, загрязнение которой металлами непосредственно связано со стационарными промышленными источниками выбросов, участки повышенного загрязнения могут формироваться между двумя источниками выбросов, если здесь имеются воздушные потоки двойственного направления: от одного источника на другой, или наоборот. Причиной такой циркуляции воздуха является горно-долинные ветра. На границе ослабления горно-долинной циркуляции (ул. Толе-би) воздушные потоки по магистралям, следующим с востока на запад, могут приобретать доминирующее значение в формировании зон повышенного загрязнения. Здесь происходит расширение в западном направлении участков торможения воздушных потоков и соответствующих им территорий с выпадением пылевых и твердых мелкодисперсных частиц.

Осуществленное зонирование территорий города Алматы по повышенному накоплению металлов в растениях, его анализ позволяют сформировать несколько теоретически и практически важных положений:

- повышенное загрязнение участков территорий Алматы металлами определяется либо наличием здесь промышленных предприятий как стационарных источников выбросов, либо наличием аэродинамических теней, в которых происходит торможение воздушных потоков, осаждение мелкодисперсных твердых частиц.

- повышенным загрязнением металлами характеризуются территории, примыкающие как к ныне действующим предприятиям-источникам выбросов (городская свалка, ТЭЦ-1, асфальтовый завод и др.), так и к ранее действовавшим, а в настоящее время остановленным производствам (АЗТМ, завод "Поршень" и др.). В случае продолжения деятельности предприятий в настоящее время повышенное накопление металлов в растениях обуславливается их поступлением и из почвы, и из воздушной среды. На территориях, примыкающим к ранее действовавшим, а ныне остановленным производствам, повышенное накопление металлов в растениях определяется их поступлением из почв, ранее загрязненных выбросами предприятий.

- аэродинамическое формирование участков повышенного загрязнения металлами определяется взаимодействием естественных и антропогенных факторов. В качестве естественных факторов выступают доминирующие воздушные потоки, определяемые горно-долинной и предгорной циркуляцией воздуха. Антропогенными факторами являются планировка застройки, организация магистральных каналов для воздушных потоков, которые играют принципиальную роль в формировании очагов повышенного загрязнения в зонах аэродинамических теней.

Горно - долинная циркуляция воздуха [4], традиционно признаваемая фактором стабилизации экологической ситуации на территории Алматы, неоднозначна в своих экологических следствиях. Пространственные коридоры, по которым происходят основные переносы воздушных масс горно-долинной циркуляцией (ул. Фурманова, русло реки Весновка) действительно являются менее загрязненными в результате такого проветривания. Вместе с тем территории, расположенные между такими "коридорами", особенно на "развилках" потоков горно-долинной циркуляции воздуха, характеризуются избыточным загрязнением из-за формирования здесь аэродинамических теней.

Зоны аэродинамических теней, не содержащие существенных стационарных источников выбросов, аккумулируют металлы-загрязнители, выбрасываемые в атмосферу на самых различных участках города и перемещаемые воздушными токами. Если зоны промышленного загрязнения отражают и характеризуют интенсивность локальной техногенной нагрузки на окружающую среду, то зоны аэродинамических теней воздушных потоков характеризуют обобщенный уровень техногенной нагрузки на городские территории, включая диффузионное автотранспортное загрязнение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметжанов Х.А., Гельмгольц Н.Ф. Особенности климатических условий г. Алма-Аты и их роль в загрязнении воздушного бассейна города //Труды КазНИГМИ. – 1970. - Вып. 36. - С. 127 - 135.
2. Выявление приоритетных экологических проблем города Алматы. Материалы для обсуждения - Алматы: Центр НПДОС, 1997, - 40с.
3. Гельмгольц Н.Ф. Горно- долинная циркуляция северных склонов Тянь - Шаня. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. - 330 с.
4. Линник Н.Н. Микроклиматическое районирование ветрового режима г. Алма-Аты в целях дифференцированного расчета полей загрязнения от промышленных предприятий // Состояние внешней среды города

Алма - Аты и здоровье человека // Сб. научных тр. - Алма - Ата: Наука, 1988. - С. 18 - 19.

5. Титова Т.П., Джамалбеков Е.У. Природа и источники загрязнения почв Алма-Аты тяжелыми металлами // Состояние внешней среды города Алма - Аты и здоровье человека // Сб. научн. тр. - Алма - Ата: Наука, 1988. - С.14 - 15.
6. Чекалин С.В., Шуленбаева Н.К. Биоиндикация состояния окружающей среды территории Алматы с использованием древесных растений в качестве тест-объекта // Международная конференция молодых ученых "Сахаровские чтения 2001 года: экологические проблемы 21 века": Тезисы докл. - Минск, Республика Беларусь, 2001 21-22 мая.
7. Экологическая статистика. Статистический сборник / Под ред. А.А. Смаилова. - Алматы, Агенство РК по статистике, 2001. - 104 с.

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

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АЙМАҒЫН ӨСІМДІКТЕГІ ЖИНАЛҒАН МЕТАЛДАР-ДЫҢ МӨЛШЕРІ БОЙЫНША ЗОНАЛАРҒА БӨЛУ

Н.Қ. Шуленбаева

Биол. ғылымд. канд. С.В. Чекалин

Хим. ғылымд. докторы О.Е. Лебедева

Хим. ғылымд. докторы А.Г. Сармурзина

Фитохемоиндикация әдісінің зерттеулері нәтижесінде Алматы қаласының аймағын приоритетік, фондық және минорлық металдармен ластануы зерттеу объектісі ретінде кәдімгі қарағайды пайдала картаға түсірілді. Қала аймағында төрт металдармен ластану аумағы анықталды. Олар – солтүстік және батыс өндіріс ластану аумағы, шығыс аэродинамикалық таулы көлеңкелеу әсері және оңтүстік аэродинамикалық Кіші Алматы сайының ауаны көлеңкелеу әсері. Осылай зерттеу нәтижелерін қорытындылау әдісі қала аумағының металдарың артық мөлшерімен ластану заңдылықтарын толық түсіндіруде көп ақпарат береді.