

ХАЧАНОВ Х.В., МИРЗОЯН В.С., МИНАСЯН Г.А. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В ЗОНАХ ВОЗМОЖНОЙ РАЗРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

(Мехманинский рудный район, Северный Арцах)

Исследования позволили оценить характер и степень загрязненности почв в ряде объектов Мехманинского рудного района тяжелыми и токсичными металлами, выделенными Международным Агентством по охране окружающей среды как приоритетные. К категории сильно загрязненных (по суммарному показателю загрязнения) относятся почвы Дрмбонского участка, остальные изученные участки (в том числе Мехманинский) относятся к категории слабо загрязненных. Выявлены основные элементы-загрязнители почв Дрмбонского и Мехманинского участков. Для оценки влияния техногенеза на биосферу в целом предлагается комплекс исследований.

Важнейшей проблемой современности является охрана и защита окружающей среды от техногенного воздействия. Создание горнорудной и металлургической промышленности в НКР позволяет предполагать увеличение техногенного поступления металлов в биосферу и его превышение над природными потоками миграции. В связи с этим проблема оценки экологической ситуации (мониторинг) Мехманинского рудного района (МРР), где производился значительный объем геолого-разведочных работ с проходкой многочисленных подземных и наземных горных выработок и бурением скважин, и где в ближайшей перспективе должны быть сосредоточены основные горнодобывающие предприятия, является весьма актуальной.

Необходимо отметить, что мониторинг, как правило, проводится на разных стадиях антропогенных изменений в окружающей среде, что позволяет исключить или, по крайней мере, свести к минимуму нежелательные последствия этих изменений (1).

Основным источником тяжелых металлов являются рудничные и дренажные воды, а также горные породы, складываемые в отвалы. На поверхности они под воздействием грунтовых вод разрушаются, нарушаются химические связи в минералах, освобождаются комплексы, которые приобретают в приповерхностных условиях подвижность и поступают в водоносные горизонты, почву, растительность и далее в человеческий организм.

Исследования проводились на двух объектах МРР — в районах Дрмбонского золото-медноколчеганного и Мехманинского полиметаллического месторождений. Для оценки экологической ситуации наиболее информативными явились данные о микроэлементном составе почвенного горизонта A_0 (верхний гумусовый горизонт почвенного слоя), где выявлены обширные ореолы повышенных содержаний тяжелых металлов (токсичных элементов), в некоторых случаях превышающих предел допустимых концентраций (ПДК).

Диапазон относительно содержания элементов в почвах весьма широк (рис.1), а величина коэффициента вариации обычно около 50%. В то же время известно, что основой

почвенной массы являются минеральные вещества, поэтому уровни концентрации микроэлементов в ней определяются содержанием их в почвообразующих породах. В связи с этим при оценках техногенного загрязнения нами наряду с кларками почв применялся местный или региональный фон. Тем более, что точное определение кларка почв весьма затруднено из-за многообразия самих почв и влияния многочисленных факторов на содержание в них микроэлементов (2).

Общая оценка степени опасности загрязнения почв оценивалась по значению суммарного показателя загрязнения ($Z_{пз}$):

$$Z_{пз} = \sum KK - n,$$

где KK — кларк концентрации аномальных элементов ($KK > 1$),

n — количество аномальных элементов.

В зависимости от значения $Z_{пз}$ почв они (по опыту ИМГРЭ), (4)) подразделяются на:

	$Z_{пз}$
минимально загрязненные	<8
слабо	8-16
средне	16-32
сильно	32-64
очень сильно	64-128
максимально	>128

Для очагов загрязнения методом факторного анализа выявлялись ассоциации микроэлементов, идентифицирующие почвообразующие и техногенные составляющие геохимического поля. Отдельно по этим ассоциациям, а также по группам элементов I — (V, Co, Pb), II — (Ni, Cu, Ag) и III — (Ti, Mn, Zn, Zr, Mo) классов токсичности рассчитывался $Z_{пз}$.

Краткая геологическая характеристика МРР (по (5-7)). МРР (междуречье Тартар-Хачан) находится на сопряжении Агдамского и Карабахского антиклинориев Виранлийского (Сомхето)-Карабахской периферической зоны и продолжении осевого шва Тоурагачайского синклинория Севано-Ахеринского геосинклинального рва. Центральная часть района представляет собой локальное горст-поднятия с блоковым строением. Ядро структуры на СВ разбито Гюлатагской, а на ЮЗ- Мехманинской зонами разрывных нарушений. Осевая полоса Агдамского антиклинория прослеживается через р.Хачен в сторону Агдама, а на СЗ, простираясь по восточной части МРР, тянется по левому берегу р.Тартар, доходит до склонов г.Мров, где затухает, опираясь на Мровское поднятие.

В геологическом строении региона принимают участие средне- и верхнеюрские риодациитовые порфиры, андезиты, андезито-дациты и их пирокластиты, меловые известняки и известковистые песчаники, аргиллиты с прослоями туфов и мергелей. Широко распространены жильные породы и самостоятельные малые интрузии средне-кислого и среднего составов, тесно связанные во времени и в пространстве с Мехмана-Джанятагским гранитоидным интрузивом. Они образуют жилородовые и удлиненно-штокообразные магматические и субвулканические тела различной ориентировки и с различными углами падения контактовых поверхностей.

МРР характеризуется широким развитием месторождений и проявлений металлических полезных ископаемых, в первую очередь полиметаллов, меди, золота, серебра. Наиболее

значительными являются Дрмбонское золото-медноколчеданное, Мехманинское полиметаллическое, Цахкашенское медно-(молибден) – порфировое месторождения, Гюлатагское, Амбаринджурское, Хатынбейлинское, Ванкское, Казанчинское медные с золотом, Кусапатское, Хаченское медно-(молибден)-порфировые проявления и др.

Распределение химических элементов в почвах. Геохимическая съемка почв изученных участков МРР показала, что они в целом обогащены основными рудными компонентами (табл.1).

В почвах Дрмбонского участка (рис.2) выявлены высокие аномалии Cu, Ag, Zn, в меньшей степени Mo, Pb (по КК_п), Co (по КК_п), Ti (по КК_ф). Суммарный показатель загрязнения ($Z_{пз} = 56,3$ – по КК_п и $43,3$ – по КК_ф) относит почвы Дрмбонского участка к категории сильно загрязненных. В то же время $Z_{пз}$, рассчитанные по классам токсичности, показывают, что основными загрязнителями являются элементы II – Cu и Ag ($Z_{пз} = 42,5$ – по КК_п и $24,1$ – по КК_ф) и III классов – Zn и Mo по КК_п ($Z_{пз} = 11,6$), Zn, Mo, Ti, Mn, Zr по КК_ф ($Z_{гp} = 19,0$).

Факторным анализом в почвах Дрмбонского участка выявлена одна ассоциация элементов, имеющих высокую положительную корреляцию – Cu, Ag, Mo, Zn, Pb, $Z_{пз}$, рассчитанный по этим элементам, также относит почвы этого участка к категории сильно загрязненных ($55,1$ по КК_п и $38,3$ – по КК_ф).

Элементами, средние содержания которых превышают принятые в СССР ПДК, являются Cu (в 190 раз!) Zn (в 21,7 раз). В то же время необходимо отметить, что эти ПДК зачастую нереальны – так, например, для Cu, Zn, Ni они существенно ниже их кларков почв.

Таблица 1
Уровни содержаний элементов в почвах МРР (мг/кг)

Класс токсичности	Элементы	Кларк почв (8,9)	Участок "Дрмбон"				Участок "Мехмана"				ПДК
			МФ	X	КК _п	КК _ф	МФ	X	КК _п	КК _ф	
I	V	100	-	-	-	-	83	72	0,7	0,9	150
	Co	10	18	22	2,2	1,2	15	15	1,5	1,0	30
	Pb	10	23	20	2,0	0,9	8,8	34	3,4	3,9	20
II	Ni	40	-	-	-	-	23	26	0,65	1,1	3,0
	Cu	20	28	570	28,5	20,4	30	15	0,75	0,5	3,0
	Ag	0,1	0,28	1,6	16,0	5,7	0,2	0,84	8,4	4,2	н.д.
III	Ti	4600	710	3400	0,7	4,8	856	860	0,2	1,0	н.д.
	Mn	850	600	790	0,9	1,3	490	940	1,1	1,9	1500
	Zn	50	39	500	10,0	12,8	34	30	0,6	0,9	23
	Zr	300	19	32	0,11	1,7	22	81	0,3	3,7	н.д.
	Mo	2	2,1	7,2	3,6	3,4	2,3	4	2,0	1,7	н.д.
$Z_{пз}$					56,3	43,3			11,4	10,5	

ПРИМЕЧАНИЕ. МФ — местный или региональный фон; $\bar{X}$ — среднее содержание (подчеркнуты $\bar{X} > \text{ПДК}$); кларки концентраций, ранжированные по: $\text{КК}_п$ — кларку почв, $\text{КК}_ф$ — местному фону (жирным выделены $\text{КК} > 1$); ПДК — предел допустимых концентраций по [10,11]; н.д. — нет данных.

Что касается почв Мехманинского участка, то здесь (рис.2) выявлены высокие аномалии Ag, Pb, в меньшей степени Mo и Zr (по $\text{КК}_ф$). Суммарный показатель загрязнения (табл.1) — $Z_{\text{пз}} = 11,4$ (по $\text{КК}_п$) и 10,5 (по $\text{КК}_ф$) позволяет отнести почвы Мехманинского участка к категории слабо загрязненных. $Z_{\text{пз}}$, рассчитанный по классам токсичности, показывает, что загрязнителями являются элементы всех трех классов: I — Co и Pb ($Z_{\text{пз}} = 2,9$ — по $\text{КК}_п$); II — Ag и Ni ($Z_{\text{пз}} = 3,3$ — по $\text{КК}_ф$); III — Mn, Zr и Mo ($Z_{\text{пз}} = 4,3$ — по $\text{КК}_ф$).

$Z_{\text{пз}}$, рассчитанный по ассоциации элементов, выявленных факторным анализом (Pb, Zn, Cu, Ag, Mo), также относит почвы этого участка к категории слабо загрязненных (10,8 — по $\text{КК}_п$) и даже к минимально загрязненным (6,8 — по $\text{КК}_ф$). В то же время необходимо отметить, что спектр элементов в почвах Мехманинского участка, средние содержания которых превышают ПДК, гораздо шире, чем Дрмбонского: Ni (в 8,7 раз), Cu (в 5 раз), Pb (в 1,7 раз) и Zn (в 1,3 раз).

Аналогичные исследования были проведены и на ряде других объектов МРР, в частности в районе Гюлатагского (окрестности с.Джаниятаг, на правом берегу р.Гюлатаг), Амбаринджурского (в 2,5 км к западу от с.Гюлатаг) и Ванкинского (окрестности с.Ванк) проявлений. Почвы этих участков относятся к категории минимально загрязненных.

Значительное накопление элементов в почве могут вызвать физиологические и морфологические изменения растений. Характер этих изменений в зависимости от обогащенности почв тем или иным элементом представлен в таблице 2.

Как было отмечено выше, определенное влияние на химический состав почв оказывают грунтовые воды, т.к. тяжелые металлы поступают из антропогенных источников загрязнений, в частности, отвалов, через водные системы. Увеличение тяжелых металлов приводит к снижению продуктивностей водных экосистем [1] и, наряду с токсичной растительностью, к потенциальной опасности для человека. Характер влияния повышенных концентраций химических элементов на здоровье человека приведены в таблицах 3,4.

Хотя состояние почв в МРР на сегодняшний день в целом не внушает опасения (за исключением Дрмбонского участка), однако развитие горнорудной промышленности и сельского хозяйства обязывает обратить особое внимание на охрану окружающей среды. Очевидно, что ее загрязнение несет реальную опасность для здоровья человека.

Физиологические и морфологические изменения растений, обусловленные токсичностью металлов

Элемент	Характер изменений	Источник информации
Со	Белые омертвевшие пятна на листьях; образование наростов на ветвях и коре деревьев	[12,13]
Си	Омертвевшие пятна на кончиках нижних листьев; багровые стебли, хлорозные листья с зелеными прожилками; задержка в росте корней; у некоторых видов ползучие бесплодные формы	[12,14]
Мп	Хлорозные листья, пораженные стебли и черешки; скрученные и сухие участки по краям листьев, деформация пластинки листа	[12,14]
Мо,Ni	Задержка в росте, желто-оранжевая окраска; белые омертвевшие пятна на листьях; безлепестные бесплодные формы	[14]
Ni	Обесцвечивание пластинки листа у лапчатки двувильчатой <i>Potentilla</i> , уродливые ее формы; изменение окраски листьев до красной и буровато-черной у спиреи <i>Spiraea</i> . Угнетение в росте, задержка развития, неполноценные семена	[12]
Zn	Хлорозные листья с зелеными прожилками; белые карликовые формы, омертвевшие пятна на кончиках листьев; задержка в росте корня	[12]
Pb, Cu, Zn	Сильное опущение побегов полыни <i>Artemisia</i> ; обильное цветение и плодоношение у эфедры <i>Ephedra procera</i>	[12]

Для оценки влияния техногенеза на биосферу в целом целесообразно провести (в идеале) комплекс исследований в системе:



Таблица 3.

Возможное влияние загрязнения окружающей среды химическими элементами, превышающими кларк и/или ПДК в почвах Дрмбонского и Мехманинского участков, на состояние здоровья населения [4]

Элементы	Характерные заболевания при превышении ПДК
Pb	Увеличение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, общей заболеваемости взрослых и детей, изменения в легких детей
Mn	Увеличение частоты хронических пневмоний у детей, острых бронхитов пневмоний у взрослых
Zn	Изменение морфологического состава крови, злокачественные образования, лучевые болезни
Cu	Увеличение смертности от рака органов дыхания
Mo, V	Увеличение числа нарушений беременности, родов, заболеваемости детей, эндемическая подагра
Pb, Cu	Увеличение числа нарушений течения беременности, родов, менструального цикла, мертворождаемости, преждевременных родов, врожденных уродств

Необходимо отметить, что процессы антропогенного рассеяния и концентрации химических элементов во многом аналогичны хорошо изученным процессом гипергенного рассеяния месторождений полезных ископаемых [15], поэтому начальным и наиболее эффективным методом изучения этого процесса является составление геохимических карт НКР, а в перспективе — геохимического атласа НКР.

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по $Z_{пз}$ [16]

$Z_{пз}$	Показатель здоровья населения	Характер опасности
<16	Отклонений нет	Не опасно
16-32	Увеличение общей заболеваемости числа детей и детей с хроническими заболеваниями	Опасно
32-128	Нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы	Опасно
>128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушения репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, мертворожденности, гипотрофии новорожденных)	Высокоопасно

Важным является разработка вторичных источников ценных металлов, в частности, отходов. Кроме положительного экологического эффекта эта утилизация равносильна открытию и разработке новых промышленных месторождений [17].

Работа выполнена в рамках темы 00-453, финансируемой из гос.бюджета Республики Армения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 288с.
2. Брукс Р.Р. Биологические методы поисков полезных ископаемых. М.: Недра, 1986. 311с.
3. Andrews-Jones D.A. The application of geochemical techniques to mineral exploration. Colo. School Mines, Mineral Indust. Bull., 11,N6, 1968.
4. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории химическими элементами. —М.: Изд.ИМГРЭ,1982. 112с.
5. Геология СССР. Том XLVII. Азербайджанская ССР. Геологическое описание. М.: Недра, 1972. 520с.
6. Геология СССР. Том XLVII Азербайджанская ССР. Полезные ископаемые. М.: Недра,1976. 407с.
7. Хачанов Ч.В. Минералого-геохимические особенности и первичные ореолы Дрбонского золото-медноколчеданного месторождения: Автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. геолог.-мин. наук Ер.: ИГН НАН РА, 1993 30с.
8. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983, 272с.
9. Краткий справочник по геохимии.М.:Недра, 1972. 184с.
10. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп. Ленинград: Химия 1988, 512с.
11. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп. Ленинград, Химия, 1989.592 с.
12. Беус А.А. Грабовская Л.И. Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 197. 248с.
13. Захаров Е.П. Захарова Г.М. О геохимической экологии и теретологии растений произрастающих на кобальтовых и кобальт-медных место-рождений центральной Тувы. — В кн.: Биологическая роль микро-элементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. Биогеохимич. лаб. АН СССР, 1974, N13, с.57-117
14. Хокс Х.Е. Уэбб Дж.С Геохимические методы поиска минеральных месторождений. М.: Мир, 1964,487 с.
15. Григорян С.В. Саэт Ю.Е. Геохимические методы при решении некоторых экологических задач - Сов. геология 1980, N11, с.94-108
16. Смирнов Р.С. Ревич Б.А. Москаленко Н.И. Геохимические показатели состояния окружающей среды при сопоставлении комплексных схем охраны природы городов — Тезисы док. II всесоюзного совещания по геохимии ландшафтов. Новоросийск: Изд-во Ростов. ун-та, 1986,с. 154-156-154.
17. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. М.:Недра,1990. 248с.

мг/кг

1000

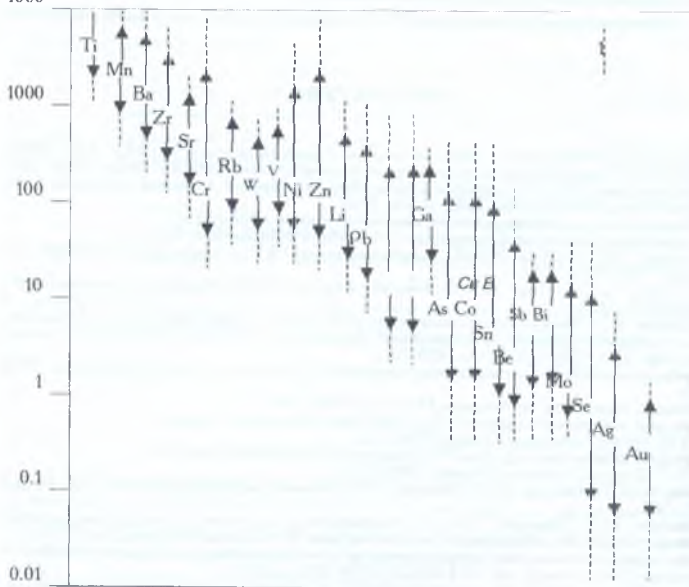
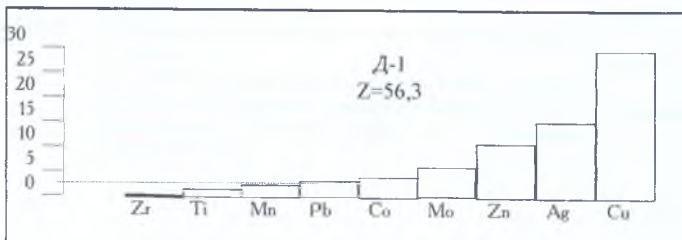


Рис. 1. Относительные содержания элементов в почвах, по [3]
1 — предельные значения



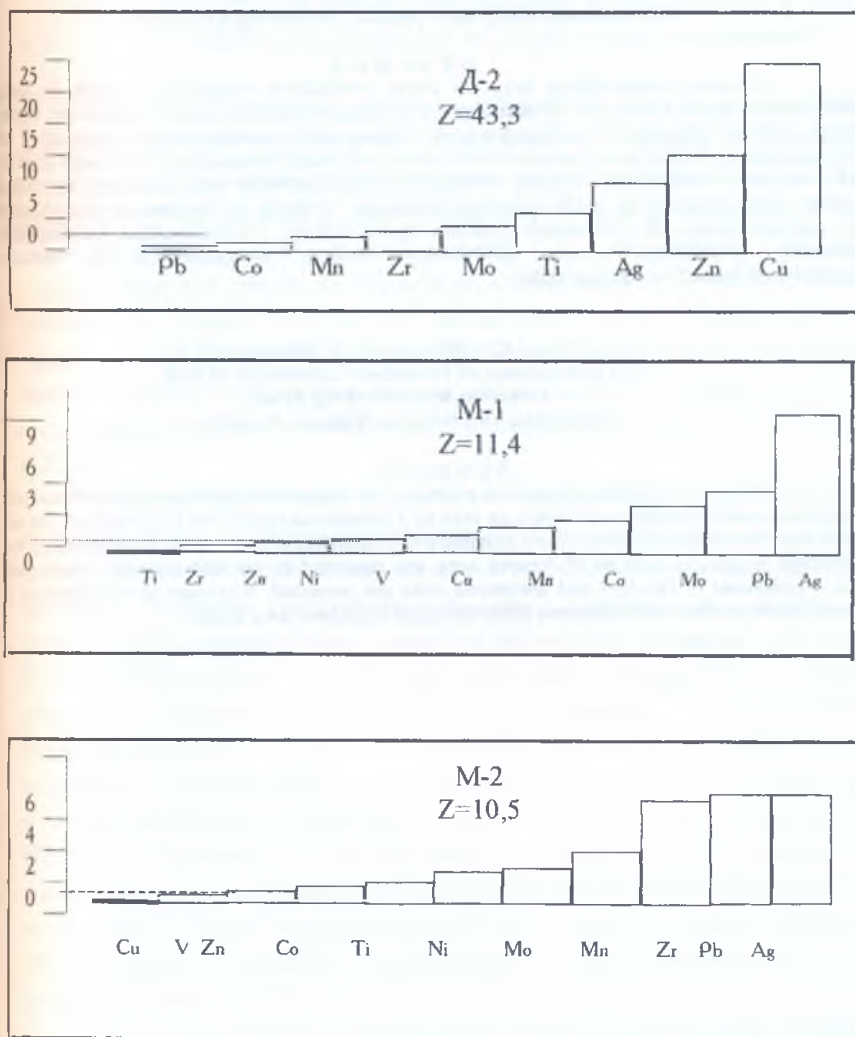


Рис. 2. Гистограммы распределения элементов в почвах Дрмбонского (Д) и Мехманинского (М) участков в единицах кларка почв (Д-1 и М-1) и местного фона (Д-2 и М-2)

Пунктирными линиями показаны $KK=1$

Խաչանով Զ.Վ., Միրզոյան Վ.Ս., Մինասյան Գ.Ա.
**Արդյունաբերական հանքավայրերի հնարավոր շահագործման գոտիներում
հողերի էկոլոգիական վիճակի գնահատումը
(Մեհմանայի հանքային շրջան, Հյուսիսային Արցախ)**

Ա մ փ ո փ ու մ

Հետազոտությունները թույլ են տվել Մեհմանայի հանքային շրջանի մի շարք օբյեկտների հողերի ծանր և տոքսիկ մետաղներով աղտոտվածության բնույթն և աստիճանը, որոնք համաձայն շրջակա միջավայրի պահպանության Միջազգային գործակալության համարվում են առավել առաջնային: Իրենց խիստ աղտոտվածության գումարային ցուցանիշի հատկապես աչքի են ընկնում Դրմբոնի տեղամասի հողերի: Մնացած ուսումնասիրվող տեղամասերը այդ թվում Մեհմանայի, բնութագրվում են ցածր աղտոտվածությամբ: Դրմբոնի և Մեհմանայի տեղամասերի համար բացահայտվել են հիմնական էլեմենտ-աղտոտիչները: Ընդհանրապես տեղնոգենեսի ազդեցությունը կենսաոլորտի վրա գնահատելու համար առաջարկվում են համալիր երկրաքիմիական ուսումնասիրություններ:

Khachanov Kh., Mirzoyan V.S., Minasyan G.A.
**The Estimation of Ecological Condition of Soil
in Possible Mine Working Zones
(Mehmana Ore Region, Northern Artsakh)**

S u m m a r y

The investigations allowed to estimate the character and degree of pollution with heavy and toxic kinds of metal, established as prior by International Agency on Environment. The soil of Drmbon area is considered to be a most polluted one (according to its total indices of pollution); the other explored areas, as well as Mehmana area are regarded to be little polluted. Some main elements – pollutants of Drmbon and Mehmana soils are revealed. A complex of investigations is presented to estimate the technogenesis influence upon biosphere as a whole.