

УДК 502. 45.
МРНТИ 87.31.02

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2021.1-39>

**Л.М. Павличенко¹, А.К. Имангалиева², А.Н. Касылкасова³,
Ш.А. Абдрешов⁴, Л.Н. Бимагамбетова⁵**

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

² КазАТК им. М. Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ УЩЕЛЬЯ АЮСАЙ

Аннотация. В условиях нарастающих темпов экономического развития страны и усиления использования природных ресурсов актуальным становится вопрос дальнейшего совершенствования системы территориальной охраны природы, в первую очередь особо охраняемых территорий. В статье приводятся результаты исследований экологического состояния ущелья Аюсай, являющегося частью Иле-Алатауского Национального Природного Парка, на период до изменения режима природопользования в связи со сдачей его в аренду и началом строительства Визит-центра, т.е. фактически результаты фоновых исследований влияния имеющихся ранее накопителей смешанных бытовых отходов отдыхающих.

Результаты опробования почв, растительности, поверхностных вод и воздуха показали низкие содержания загрязняющих компонентов во всех пробах. Однако сравнительный анализ результатов с учетом места отбора проб позволил выявить тенденцию роста их концентраций при уменьшении высотных отметок, т.е. загрязнение увеличивается по направлению движения к городу. Уменьшение концентраций, характерных для автотранспорта, в направлении загрязнения подземного потока в сторону дренирующего потока поверхностных вод свидетельствует о главной роли автотрасс в процессах загрязнения.

Ключевые слова: ущелье Аюсай, накопители твердых бытовых отходов, загрязняющие вещества, экологическое состояние.

Введение

Ущелье Аюсай является частью территории Иле-Алатауского национального парка, это левое ответвление от Большого Алматинского ущелья (БАУ), длиной около 6-7 км, начинающееся немного восточнее вершины Большого Алматинского пика [1].

До 2020 г. включительно ущелье являлось местом отдыха и неорганизованного туризма. Экологическое состояние территории поддерживалось сотрудниками парка, которым в выходные дни помогали волонтеры, собирающие в выходные дни разбросанные по всей территории пакеты с мусором.

Наши работы выполнялись в соответствии с договором между Туранга Групп и Научно-исследовательским Институтом Прикладной экологии КазНУ им. аль-Фараби, заключенным в конце июля 2020 г. Основной целью работ по проекту является разработка технологии сбора и утилизации отходов, остающихся после отдыха туристов, и оценка их влияния на экологическую ситуацию ущелья Аюсай.

Исходные материалы и методы исследования. В качестве исходного материала был использован отчет по мониторингу участка строительства Визит -

центра Аюсай, а также литературные источники и результаты маршрутных исследований территории. Эти исследования являлись и основным методом получения исходных данных, поскольку сопровождалась отбором проб почв, растительности и поверхностных вод, а также замерами концентраций основных загрязняющих компонентов воздуха. Отбор проб проводился в соответствии с действующими методиками, а качество воздуха определялось сертифицированным прибором ГАНК4.

Визуальное обследование территории с замером концентраций основных загрязняющих компонентов воздуха проводились 18 октября и 19 декабря. На фото ниже (рис. 1) представлены фото используемых до декабря 2020 г. накопителей твердых бытовых отходов (ТБО).

Как видно из левого фото, накопитель полностью заполнен, т.к. снимок сделан в воскресенье, когда теплая ясная погода привлекла большое количество отдыхающих. Кроме того, судя по расположенным недалеко домам местных жителей, обслуживающих большое число местных кафе, отходы поступают и от них (на фото как раз и видно одного из них).

Этот участок, по словам представителя заказчика – ТОО «Туранга Групп», пользуется популярностью у иностранных туристов, желающих подышать свежим воздухом и отдохнуть без особых физических нагрузок. Опробование воздуха на пыль и прочие загрязняющие компоненты действительно подчеркнуло прекрасное качество воздуха – переносной универсальный анализатор воздуха ГАНК 4, используемый нами на маршруте, ни разу не подал звукового сигнала о превышении ПДК, поскольку концентрации загрязняющих веществ не превышали четверти их значений. Следующим объектом исследования было место расположения накопителя отходов №2 (правое фото на рис. 1).

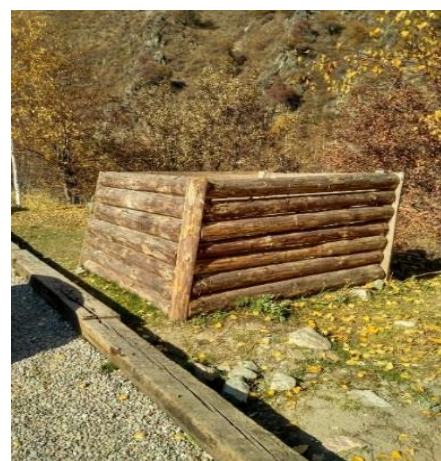


Рис. 1 – Фото накопителя мусора №1 и №2 от 18.10.2020

Исполнение накопителя из дерева с большими щелями способствует проветриванию отходов для уменьшения запахов от возможного гниения, но в то же время обеспечивает практически беспрепятственную фильтрацию как жидких фракций отходов, а также промывки их в случае выпадения жидких осадков или

таяния снега. Заполнение накопителя №2 менее чем наполовину подтверждает вывод о причинах переполнения накопителя №1 местными жителями и работниками многочисленных кафе, поскольку вывоз мусора происходит одновременно из обоих накопителей.

На качество воздуха возле второго накопителя большое влияние могут оказать автомобили, стоянка которых расположена в непосредственной близости от накопителя отходов. В точке между накопителем и стоянкой замерялось содержание загрязняющих веществ в воздухе (табл. 1):

Таблица 1 – Содержание загрязняющих веществ в воздухе возле накопителя отходов №2 и автостоянкой

Ингредиент	Концентрация, мг/м ³	ПДК _{сс} , мг/м ³	Кратность к ПДК _{сс}
Пыль	0,00387	0,15	0,0258
NO	0,04	0,06	0,6667
CO	17,87	5,5	5,9567

Были проведены замеры содержаний загрязняющих веществ в воздухе на расстоянии 500 м от накопителя отходов №2 и автостоянки (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание загрязняющих веществ в воздухе на расстоянии 500 м от накопителя отходов №2 и автостоянкой

Ингредиент	Концентрация, мг/м ³	ПДК _{сс} (для H ₂ S – ПДК _{мр}), мг/м ³	Кратность к ПДК _{сс} (ПДК _{мр})
NO	0,00038	0,06	0,0063
CO	6,03	3	2,01
H ₂ S	0,998	0,008	124,75

Результаты замеров в первой точке показывают практически полное отсутствие пыли, а по оксиду азота – менее 2/3 долей ПДК_{сс}. Однако настораживает отмечаемое превышение нормативов среднесуточных содержаний по CO более чем в три раза. Первоначально этот факт был интерпретирован как исключительное влияние автотранспорта. Однако при подъеме в горы по маршруту к водопадам, где расстояние от автостоянки превысило 500 м, содержание CO по-прежнему превышало ПДК_{сс}, хотя и уменьшилось по сравнению с первой точкой.

Второй выезд состоялся 02.11.2020 для отбора проб почв, растительности и поверхностных вод. Это был понедельник, поэтому количество отдыхающих уменьшилось до минимума. Оба накопителя оказались заполненными менее чем на треть объема. При обследовании первого накопителя к нам подошли два местных жителя. Оба выразили удовлетворение, что возобновились научные исследования территории и отметили, что сбор отходов выполняется качественно, а вывоз регулярно производится раз в три дня [1].

Пробы отбирались гипсометрически ниже накопителей в соответствии с направлением движения подземных вод с гор к реке. Отбирались по 2 пробы почв и растительности – в непосредственной близости от накопителя и на удалении 15

м от них. Пробы поверхностных вод отбирались в зоне возможной разгрузки загрязненных подземных вод (2 пробы). Была также отобрана еще 3-я проба в зоне ниже водопадов для определения влияния антропогенной нагрузки – поток людей к ним был непрерывным. Полученные результаты показали низкие содержания загрязняющих компонентов: во всех пробах воды, почв и растительности они значительно ниже ПДК, т.е. влияние накопителей отходов практически не отмечается. При этом отмечается тенденция роста их концентраций при уменьшении высотных отметок, т.е. загрязнение увеличивается по направлению движения к городу. Уменьшение концентраций, характерных для автотранспорта, в направлении подземного потока в сторону дренирующего потока поверхностных вод свидетельствует о главной роли автотрасс в процессах загрязнения.

В то же время сравнительный анализ количественных показателей загрязняющих веществ в почве и растительности показал более высокие их значения в зоне накопителя отходов №2. Его стенки имеют большие щели, способствующие промыванию отходов осадками, поэтому этот накопитель не отвечает целям защиты окружающей среды. 19.12.2020 было проведено повторное опробование воздуха для проверки гипотезы о дыхании палеовулкана (табл. 3). Однако концентрации H_2S оказались меньше по сравнению с замерами от 18.10.2020, но превышали максимально разовую почти в 25 раз.

Таблица 3 – Содержание загрязняющих веществ в воздухе по точкам опробования в зоне накопителя отходов №2 и автостоянки

№№	Координаты точек замеров	Концентрации ингредиентов, мг/м ³		
		CO	H_2S	SO_2
1	43°05'18'' СШ 76°57'55'' ВД	5,5	0,2	1,2
2	43°05'40'' СШ 76°57'14'' ВД	2,0	0,1	0,2
3	43°12'39'' СШ 76°57'32'' ВД	2,73	0,01	1,26
4	43°05'37'' СШ 76°56'38'' ВД	2,66	0,01	1,24
5	43°06'07'' СШ 76°56'40'' ВД Автостоянка	2,43	0,15	1,29

Результаты исследования и их обсуждение.

В разделе приводятся результаты химических анализов проб почв, растительности и поверхностных вод, определенных в сертифицированной лаборатории утвержденными методиками. Экологическое состояние атмосферного воздуха характеризуется прямыми замерами концентраций во время маршрутов с помощью ГАНК 4. Рассчитан суммарный не канцерогенный риск при вдыхании измеряемых концентраций загрязняющих веществ.

Сравнение таблиц 1 и 2 показывает, что в концентрацию CO вклад более чем на треть дает какой-то посторонний источник, поскольку рассеяние NO более чем в 100 раз наглядно демонстрирует отсутствие влияния и накопителя отходов,

и автотранспорта. Для проверки возможности интерпретации повышенных концентраций влиянием автотранспорта были проведены замеры загрязняющих компонентов воздуха на границе города – на пересечении проспекте аль-Фараби и ул. Навои. Здесь концентрации NO оказались равными $0,0350 \text{ мг/м}^3$, а CO – $4,31 \text{ мг/м}^3$. По H_2S отмечалось практическое отсутствие. Таким образом, даже интенсивный поток автомобилей по CO в 4 раза меньше, чем в точке возле накопителя отходов №2 и автостоянки и в полтора раза меньше, чем в точке через 500 м от стоянки. Поскольку превышение ПДК_{мр} оказалось намного больше 10-кратного его значения, считающегося чрезвычайно высоким, возникает необходимость расчета риска для здоровья человека, возникающего за время пребывания на маршруте или на площадке для отдыха. Для характеристики неканцерогенного риска используют сравнение полученной дозы/концентрации с референтной (безопасной дозой/ концентрацией) и расчет коэффициента опасности (HQ). Коэффициент опасности (HQ) – отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (референтному уровню воздействия). Расчет коэффициента опасности проводится по следующей формуле:

$$HQ = AC (AD) / RfC (RfD).$$

Здесь HQ – коэффициент опасности; AC – средняя концентрация, мг/м^3 ; AD – средняя доза (мг/кг-день); RfC – референтная (безопасная) концентрация, мг/м^3 ; RfD – референтная (безопасная) доза (мг/кг-день).

При характеристике риска используют также индекс опасности (HI) – сумму коэффициентов опасности для веществ с однородным механизмом действия или сумму коэффициентов опасности для разных путей поступления химического вещества. В практике проведения исследований по оценке риска принята классификация уровней риска, представленная в таблице 4.

Таблица 4 – Классификация уровней риска

Уровень риска	HQ	Уровень риска	HQ
Чрезвычайно высокий	>10	Низкий	0,1-1,0
Высокий	5-10	Минимальный	менее 0,1
Средний	1-5		

Таким образом, рассчитанные в таблице 3 превышения замеренных концентраций по отношению ПДКСС для NO и CO , а для H_2S по отношению к максимально разовой (ПДКМР) концентрации (среднесуточная концентрация для сероводорода равна 0), представляют собой коэффициенты опасности (HQ), которые используются для оценки не канцерогенного риска. В таком случае суммарный не канцерогенный риск составляет 125,8527. Другими словами, суммарный риск загрязнения воздуха этими тремя веществами попадает в зону чрезвычайно высокого риска. При этом NO в случае индивидуальной оценки обеспечивает минимальный риск, CO – средний, а H_2S – чрезвычайно высокий. Результаты проверочных замеров этих ингредиентов 19.12.2020 заметно ниже (табл. 5), чем 18.10.2020.

Таблица 5 – Расчет превышений ПДК для концентраций загрязняющих веществ по результатам замеров 19.12.2020

№ точки	Ингредиент	ПДК _{сс} (для H_2S – ПДК _{мр}), мг/м ³	Концентрация, мг/м ³	Концентрация в долях ПДК
1	CO	5,5	5,5	1
	H ₂ S	0,008	0,2	25
	SO ₂	0,05	1,2	24
2	CO	5,5	2	0,36
	H ₂ S	0,008	0,1	12,5
	SO ₂	0,05	0,2	4
3	CO	5,5	2,73	0,5
	H ₂ S	0,008	0,01	1,25
	SO ₂	0,05	1,26	25,2
4	CO	5,5	2,66	0,48
	H ₂ S	0,008	0,01	1,25
	SO ₂	0,05	1,24	24,8
5	CO	5,5	2,43	0,44
	H ₂ S	0,008	0,15	18,75
	SO ₂	0,05	1,29	25,8

Заметнее всего снизилась концентрация H_2S – если осенью она превышала значение ПДК более чем в 124 раза, то теперь максимальное превышение составило лишь в 25 раз. Однако введение дополнительного ингредиента, характерного для вулканических эманаций – SO_2 показывает наличие этого процесса и в зимний период.

Поверхностные воды. Было отобрано 3 пробы: проба №1 (в реке по уклону ниже накопителя отходов 1); проба №2 (в реке по уклону ниже накопителя отходов 2); проба №3 (в ручье ниже водопада в зоне площадки маршрута к трем водопадам). Результаты химического состава проб воды приведены в таблице 6.

Как видно из таблицы, только по нитратам отмечается нарушение общей закономерности постепенного увеличения концентраций всех ингредиентов по направлению течения реки.

Таблица 6 – Химический состав проб поверхностных вод в ущелье Аюсай

№п/п	Определяемый показатель	ПДК, мг/дм ³	Результаты, мг/дм ³		
			Точка №1	Точка №2	Точка №3
1	Гидрокарбонаты	-	134	128	109
2	Карбонаты	-	<20	<20	<20
3	Нитраты	45	2,455	2,975	2,551
4	Нитриты	3,0	<0,2	<0,2	<0,2
5	Сульфаты	500	14,54	11,71	7,807
6	Хлориды	350	2,041	1,162	0,619
7	Фтор	1,5	0,788	0,548	0,111
8	Кальций	-	60,3	57,6	46,8
9	Магний	100	7,25	7,19	3,91
10	Натрий	200	16,8	11,2	5,18
11	Калий	-	5,84	4,54	4,16
12	Железо общее	0,3 (1)	<0,05	<0,05	<0,05

И хотя даже максимальная их концентрация далека от ПДК (45 мг/дм³), такое распределение значений требует объяснения. Видимо, все-таки сооружение накопителя отходов из горбыля не может считаться экологически обоснованным, поскольку создают идеальные условия для промывания отходов во время осадков.

Растительность. В процессе маршрута 02.11.2020 г. отбирались пробы растительности: точка № 1 – 3 м по уклону ниже накопителя отходов 1; точка № 2 – 15 м по уклону ниже накопителя отходов 1; точка № 3 – 3 м по уклону ниже накопителя отходов 2; точка № 4 – 15 м по уклону ниже накопителя отходов 2. Результаты представлены в таблице 7.

Таблица 1.7 – Химический состав проб растительности в ущелье Аюсай в зонах накопителей отходов

№п/п	Определяемый показатель	Результаты, мг/кг			
		Точка №1	Точка №2	Точка №3	Точка №4
1	Фосфор	6,71	5,92	5,33	4,82
2	Свинец	0,962	1,12	1,26	0,945
3	Цинк	21,9	17,7	16,7	18,5
4	Железо	121,4	113,5	97,6	104,8

Почвы. В процессе маршрута 02.11.2020 г. отбирались пробы почв в том же порядке, что и пробы растительности.

№п/п	Определяемый показатель	Результаты, мг/кг			
		Точка №1	Точка №2	Точка №3	Точка №4
1	Водородный показатель	8,53	7,54	5,98	7,02
2	Нитраты	22,8	16,8	39,08	19,3
3	Свинец	4,62	5,37	5,87	4,54

В почвах определялись только загрязняющие вещества и водородный показатель. Как видно из таблицы, результаты определения последнего подтверждают наличие загрязнений возле второго накопителя отходов – здесь щелочная среда сменилась на кислую в точках рядом с накопителями. Загрязнение почв, как и растительности, выше возле накопителя отходов №2.

По поводу экосостояния маршрута к водопадам была отмечена необходимость «окультуривания» тропы. В настоящее время на второй половине подъема к водопадам она очень узкая и крутая, поэтому для большого количества отдыхающих скорость подъема оказывается явно недостаточной, чтобы подниматься с той же скоростью, с какой поднимаются молодые спортивные люди. При обгоне кому-то из них приходится отходить к самому краю тропы, в результате чего эти края деформируются и обсыпаются, что еще более сужает саму тропу. Хотелось бы видеть какие-то решения по ее благоустройству и мероприятия по повышению уровня обеспечения безопасности отдыхающим, в частности какую-то имитацию перил на лестницах.

В обеспечении санитарного состояния объекта исследования хотелось бы отметить роль волонтеров и работников ТОО «Туранга Групп» по обеспечению санитарного состояния территории. Результаты анализов отобранных проб показали низкий уровень воздействия накопителей отходов на окружающую среду,

однако почти двукратное превышение нитратов возле накопителя №2 по сравнению с накопителем отходов №1 показало необходимость его замены.

Выводы

Полученные результаты показали низкие содержания загрязняющих компонентов: во всех пробах воды, почв и растительности они ниже ПДК, т.е. влияние накопителей отходов практически не отмечается. Однако сравнительный анализ проб с учетом их расположения позволил выявить тенденцию роста их концентраций при уменьшении высотных отметок, т.е. загрязнение увеличивается по направлению движения к городу. Уменьшение концентраций, характерных для автотранспорта, в направлении загрязнения подземного потока в сторону дренающего потока поверхностных вод свидетельствует о главной роли автотрасс в процессах загрязнения. Сравнительный анализ количественных показателей загрязняющих веществ в почве и растительности показал более высокие их значения в зоне накопителя отходов №2. Его стенки имеют большие щели, способствующие промыванию отходов осадками, поэтому этот накопитель не отвечает целям защиты окружающей среды.

Подтвердилась гипотеза об эманациях палеовулкана. Проведенный расчет показателей коэффициента опасности (HQ), которые используются для оценки неканцерогенного риска. В таком случае суммарный неканцерогенный риск составляет 125,8527. Другими словами, суммарный риск загрязнения воздуха этими тремя веществами попадает в зону чрезвычайно высокого риска. При этом NO в случае индивидуальной оценки обеспечивает минимальный риск, CO – средний, а H_2S – чрезвычайно высокий.

Выявленная необходимость улучшения состояния тропы к водопадам демонстрирует недостатки неорганизованного туризма. Хочется надеяться, что новый режим природопользования ущелья Аюсай станет режимом грамотного не только с экономической, но и с экологической точки зрения.

Литература:

1. *Экологический мониторинг Проекта «Туристский комплекс. 1й этап. Визит-центр Аюсай, состоящий из отдельно стоящих модулей» на территории государственного Иле-Алатауского Национального Природного Парка (г. Алматы, Бостандыкский район, мкр. Кокшоки, участок 1А) //– Казэкология 2020/*
2. *Пищевые (органические) отходы: что это, правила утилизации, класс опасности – <https://cleanbin.ru/waste/food-waste>*
3. *Пищевые отходы – https://ru.wikipedia.org/wiki/Пищевые_отходы*
4. *Утилизация пищевых отходов по СанПИН: правила и способы – <https://xlom.ru/recycling-and-disposal/utimizaciya-pishhevyx-otxodov>*
5. *Terms of Environment: Glossary, Abbreviations and Acronyms (Glossary F) (англ.). //United States Environmental Protection Agency. 20 июля 2011.*

Reference:

1. *Environmental monitoring of the Project «Tourist Complex. 1st stage. Ayusai visit center, consisting of free-standing modules» on the territory of the state Ile-Alatau National Natural Park (Almaty city, Bostandyk district, Kokshoky microdistrict, section 1A) // - Kazekology 2020 /*
2. *Food (organic) waste: what is it, disposal rules, hazard class <https://cleanbin.ru/waste/food-waste>*

3. *Food waste* - https://ru.wikipedia.org/wiki/Food_waste
4. *Disposal of food waste according to SanPIN: rules and methods* – <https://xlom.ru/recycling-and-disposal/utilizaciya-pishhevyyx-otxodov>
5. *Terms of Environment: Glossary, Abbreviations and Acronyms (Glossary F)* (англ.). //United States Environmental Protection Agency. 20 July 2011.

Л.М. Павличенко¹, А.К. Имангалиева², А.Н. Черкасова³,
Ш.А. Абдрешов⁴, Л.Н. Бимагамбетова⁵

^{1,3} әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

^{2,4,5} М. Тынышпаев атындағы ҚазАТК, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

АЮСАЙ ШАТҚАЛЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Аңдатпа. Елдің экономикалық даму қарқынының өсуі және табиғи ресурстарды пайдаланудың күшеюі жағдайында аумақтарды, ең алдымен ерекше қорғалатын аумақтарды аумақтық қорғау жүйесін одан әрі жетілдіру мәселесі өзекті болып отыр. Мақалада Іле-Алатау ұлттық табиғи паркінің бөлігі болып табылатын Аюсай шатқалының экологиялық жай-күйін оның жалға берілуіне және Визит-орталығы құрылысының басталуына байланысты табиғат пайдалану режимі өзгергенге дейінгі кезеңге, яғни зерттеу нәтижелері келтіріледі. Топырақты, өсімдіктерді, жер үсті сулары мен ауаны сынамалау нәтижелері барлық сынамаларда ластаушы компоненттердің төмен құрамын көрсетті. Алайда, сынамалар алынған жерді ескере отырып, нәтижелерді салыстырмалы талдау биіктік белгілерінің төмендеуі кезінде олардың концентрациясының өсу тенденциясын анықтауға мүмкіндік берді, яғни ластану қалаға қарай қозғалыс бағытында артады. Автокөлікке тән концентрациялардың жер асты ағынының ластану бағытында жер үсті суларының дренаждық ағынына қарай азаюы автотрассалардың ластану процестеріндегі басты рөлін көрсетеді.

Түйін сөздер: Аюсай шатқалы, қатты тұрмыстық қалдықтарды жинағыштар, ластаушы заттар, экологиялық жағдайы.

L.M. Pavlichenko¹, A.K. Imangalieva², A.N. Cherkasova³,
Sh.A. Abdreshov⁴, L.N. Bimagambetova⁵

^{1,3} al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

^{2,4,5} KazATK named after M. Tynyspayev, Almaty, Republic of Kazakhstan

ECOLOGICAL STATUS OF THE AYUSAI GORGE

Annotation. In the context of the increasing pace of economic development of the country and the increased use of natural resources, the issue of further improving the system of territorial protection of nature, primarily specially protected areas, is becoming urgent. The article presents the results of studies of the ecological state of the gorge Ayusay, which is part of the Ile-Alatau National Park for the period prior to the change of the modes of nature in connection with the rental and the beginning of the construction of a visitor center, i.e. in fact, the results of background studies of the influence of previously existing accumulators of mixed household waste of vacationers. The results of testing of soil, vegetation, surface water and air showed low concentrations of polluting components in all samples. However, a comparative analysis of the results, taking into account the location of the sampling, revealed a tendency to increase their concentrations with a decrease in altitude, i.e., pollution increases in the direction of movement towards the city. The decrease in concentrations characteristic of motor transport in the direction of contamination of the underground stream in the direction of the draining flow of surface water indicates the main role of highways in the pollution processes.

Keywords: Ayusai Gorge, solid waste storage, pollutants, environmental condition.