

УДК 55+628.4

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА САМОСЫРОВСКОМ ПОЛИГОНЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

*Р.Х. Сунгатуллин, М.И. Хазиев, А.Е. Шанин*

### Аннотация

Опробование депонирующих сред (почвы, донные отложения, подземные и поверхностные воды) позволило получить предварительную характеристику геоэкологического состояния Самосыровского полигона твердых бытовых отходов. Объективная экологическая оценка состояния окружающей среды требует представительного ряда наблюдений по отдельным средам, а также применения системного анализа и компьютерного моделирования. Даны рекомендации по расширению мониторинговой сети.

**Ключевые слова:** геоэкология, полигон, твердые бытовые отходы, депонирующая среда, моделирование, мониторинг.

---

### Введение

Ежегодно в мире образуется 140 млн. м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов (ТБО). Из них только 3% ТБО перерабатываются промышленными методами; остальной объем отходов вывозится на полигоны и свалки, либо сжигается [1]. При этом полигоны и свалки ТБО являются источником значительной техногенной нагрузки как в целом на геологическое пространство, так и на его отдельные компоненты (педо-, лито-, гидро- и биосферы). Особенно серьезную экологическую проблему представляют ТБО урбанизированных территорий. Например, сложная ситуация в области использования, обезвреживания, захоронения и утилизации ТБО характерна для столицы Республики Татарстан (РТ) – г. Казани. Ежегодно на территории Приказанского района РТ образуются сотни несанкционированных объектов складирования ТБО. Проведенные здесь исследования зафиксировали значительные превышения концентраций элементов-загрязнителей в почвах, подземных и поверхностных водах. Объекты складирования ТБО и прилегающие к ним площади обладают довольно ограниченными возможностями регенерирования природного потенциала. Именно поэтому важной составляющей геологических работ на современном этапе является экологическое направление. Работы по изучению влияния наиболее опасных источников загрязнения на объекты геологического пространства являются необходимыми видами геоэкологических исследований.

Основным способом утилизации ТБО достаточно продолжительное время будет оставаться создание полигонов для их складирования, что обуславливает обеспечение экологической безопасности данных техногенных объектов. Поэтому одним из приоритетных направлений природоохранной деятельности в

Приказанском районе РТ, как и для большинства территорий крупных городских агломераций Российской Федерации, является создание полигонов ТБО, отвечающих современным санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям [1–3]. Полигон по захоронению отходов – это специализированное предприятие по централизованному сбросу, транспортировке, хранению, изменению характеристик и организованному захоронению неиспользуемых отходов [4]. Самым крупным из полигонов Приказанского района РТ является Самосыровский полигон для складирования и утилизации ТБО г. Казани. Несомненна актуальность организации в пределах техногенных объектов, подобных Самосыровскому полигону ТБО, систематических мониторинговых исследований как отдельных природных и техногенно-преобразованных сред, так и окружающего пространства в целом. Организация режимных наблюдений за отдельными компонентами окружающего пространства и своевременный контроль их состояния в зоне воздействия полигона ТБО позволят предпринять комплексные мероприятия, направленные на стабилизацию экологической ситуации вокруг подобных техногенных объектов. Поэтому между ЗАО «Казанский экологический комплекс» и геологическим предприятием «Татарстангеология» заключен договор для выполнения на Самосыровском полигоне режимных наблюдений за состоянием почв, донных отложений, подземных и поверхностных вод. Основными задачами геоэкологических исследований являются: 1) проведение режимных наблюдений в отдельных средах геологического пространства; 2) выявление основных загрязняющих компонентов; 3) комплексная оценка состояния геологического пространства в зоне влияния полигона.

### Объект исследований

Самосыровский полигон ТБО находится в 3.0 км к юго-востоку от с. Самосырово и имеет форму многоугольника с диагоналями 500×500 м (рис. 1). Район полигона расположен на водоразделе рек Нокса и Киндерка, которые являются левыми притоками р. Казанка. В бассейне р. Нокса расположены: села Гильдеево, Богородское, Куюки, Салмачи, Константиновка, Самосырово, восточная окраина г. Казани; кладбища г. Казани; очистные сооружения; свалки твердых бытовых и промышленных отходов; скотомогильники; летние лагеря крупного рогатого скота; склады минеральных удобрений; садово-огородные участки. На состояние окружающей среды большое влияние оказывает автомагистраль Казань – Набережные Челны, расположенная в 400 м от полигона. Таким образом, бассейн р. Нокса является наиболее техногенно-нагруженным участком Приказанского района РТ.

Самосыровский полигон ТБО введен в эксплуатацию в декабре 2000 г. Вместимость Самосыровского полигона ТБО составляет 3020 тыс. м<sup>3</sup>, а расчетный срок его эксплуатации – 20 лет. Фильтрат, образующийся в теле полигона в результате просачивания атмосферных осадков и вод техногенного происхождения, стекает по водоотводным каналам в восточном, южном и юго-западном направлениях от полигона, а также в овраг Акуловку и далее в ручей Крутовка – приток р. Нокса. Питание поверхностных вод ручья Крутовка формируется за счет разгрузки подземных вод в виде нисходящих родников. Кроме того, по отводному каналу в ручей Крутовка производится сброс фильтрата.

В гидрогеологическом отношении территория Самосыровского полигона относится к площадям IV – V категории защищенности первого от поверхности выдержанного водоносного горизонта [5]. По степени защищенности подземные воды относительно защищены от воздействия техногенного загрязнения. Это связано с тем, что водовмещающие биармийские (среднепермские) отложения трещиноваты и недостаточно защищают водоносные горизонты от загрязнения с поверхности.

### Методика исследований

Ежегодное изучение влияния Самосыровского полигона ТБО на компоненты геологического пространства включает два основных этапа: полевой и лабораторно-камеральный. Первый из них направлен на сбор фактического материала для создания карт и моделей, отражающих состояние компонентов геологического пространства. Полевой этап включает режимные наблюдения за состоянием подземных вод и геохимические исследования донных отложений, почв и поверхностных вод. Режимные наблюдения состоят из прокачек 2-х скважин (рис. 1) и отбора проб воды из них. Отбор проб производится 2 раза в год: в осенне-зимнюю межень и в весенне-летний паводок. Геохимические исследования включают следующие виды работ: а) геохимическое изучение почв; б) литогеохимическое исследование донных отложений водотоков; в) гидрохимическое изучение поверхностных вод.

Геохимическое изучение почв позволяет выделить ореолы техногенного загрязнения. При этом химические элементы техногенного происхождения в наибольшей степени концентрируются в верхнем гумусовом горизонте. Поэтому глубина опробования почв составляет 20–25 см. Отбор каждой почвенной пробы осуществляется из копушей глубиной 0.2–0.5 м по углам «конверта» 5×5 м [6]. Средний вес объединенной пробы составляет 0.4 кг. Опробование проводится вокруг полигона с шагом 250 м, при этом густота сети почвенного опробования составляет 0.25×0.25 км<sup>2</sup> (рис. 1).

Литогеохимическое изучение донных отложений водотоков направлено на выявление техногенных потоков рассеяния химических элементов. Для территории РТ основным концентратором загрязняющих веществ является илистая фракция донных отложений водотоков размерностью менее 0.1 мм – донный наил. Илистая фракция отбирается с глубины не более 0.01–0.03 м из ближнего к Самосыровскому полигону поверхностного водотока – ручья Крутовка (рис. 1). Порядок отбора проб следующий: одна проба отбирается выше по водотоку от полигона для изучения состава донных отложений вне зоны влияния полигона; остальные пробы отбираются непосредственно напротив полигона и ниже по течению от него. Вес первоначальной пробы составляет 0.3–0.4 кг, а шаг опробования донных отложений – 250 м (рис. 1). Литогеохимические пробы высушиваются, просеиваются через сито диаметром 1 мм и квартуются.

Гидрохимическое изучение поверхностных вод проводится для выявления подвижных форм элементов-загрязнителей в ближнем к Самосыровскому полигону поверхностном водотоке – ручье Крутовка. Проба общим объемом 5 л отбирается в полиэтиленовые и стеклянные сосуды. Для качественной интерпре-

тации результатов анализов точки гидрохимического опробования совмещаются с пунктами литогеохимического опробования донных отложений (рис. 1).

Лабораторно-камеральный этап включает следующие виды работ: создание электронной базы данных по средам; лабораторные исследования; обработка результатов анализов; создание моделей. Лабораторные исследования сводятся к анализу проб вод, почв и донных отложений химическим, атомно-абсорбционным, спектральным и радиационным методами. Все анализы выполняются по стандартным методикам в лаборатории ФГУП ЦНИИГеолнеруд Министерства природных ресурсов Российской Федерации (г. Казань). Камеральная обработка материалов состоит в выполнении следующих работ: статистические расчеты (выявление элементов-загрязнителей, определение фоновых и аномальных содержаний элементов, интерпретация результатов компьютерной обработки), построение карт и моделей; системный анализ результатов разных проб; рекомендация проведения природоохранных мероприятий. Статистическая обработка, построение карт и моделей осуществляются по оригинальной методике [7–9] с использованием компьютерных программ MapInfo, Statistika, Surfer, Excel.

### Результаты исследований

Ниже приводится краткая характеристика поведения химических элементов в отдельных средах в пределах Самосыровского полигона ТБО и прилегающей к нему территории.

*Подземные воды.* Поток подземных вод на Самосыровском полигоне ТБО направлен в сторону ручья Крутовка. Наблюдательная сеть за состоянием подземной гидросферы включает 2 скважины, одна из которых (№ 5э) расположена по потоку подземных вод ниже полигона, а другая (№ 2) – выше по потоку подземных вод к северо-западу от полигона (рис. 1). По данным химических анализов вод четко фиксируются сезонные изменения в качестве подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта (рис. 2). Так, в зимний период общая жесткость вод изменяется от 25.78 до 48.6 мг-экв./л, превышая предельно-допустимые концентрации (ПДК) в 3.6–6.9 раз, сухого остатка – от 1570 до 2767 мг/л (1.57–2.77 ПДК), хлоридов – от 716 до 1389 мг/л (4.5–7.9 ПДК). В летний период показатели качества подземных вод не превышают ПДК: общая жесткость составляет от 3.1 до 6.7 мг-экв./л, сухой остаток – 216–570 мг/л, содержания хлоридов – 24–77 мг/л, сульфатов – 11–32 мг/л. Необходимо учесть, что в зимний период питание первого от поверхности водоносного горизонта за счет атмосферных осадков прекращается, и в этот период времени горизонт питается только за счет теплового очага. Последний образуется под Самосыровским полигоном и старой свалкой, не позволяя породам верхней части зоны аэрации промерзнуть, что приводит к резкому повышению концентраций всех загрязняющих компонентов. В весенне-летний период, когда водоносный горизонт, наряду с техногенным питанием, получает дополнительные естественное (атмосферное и снеговое) питание, происходит уменьшение концентрации химических компонентов в подземных вод.

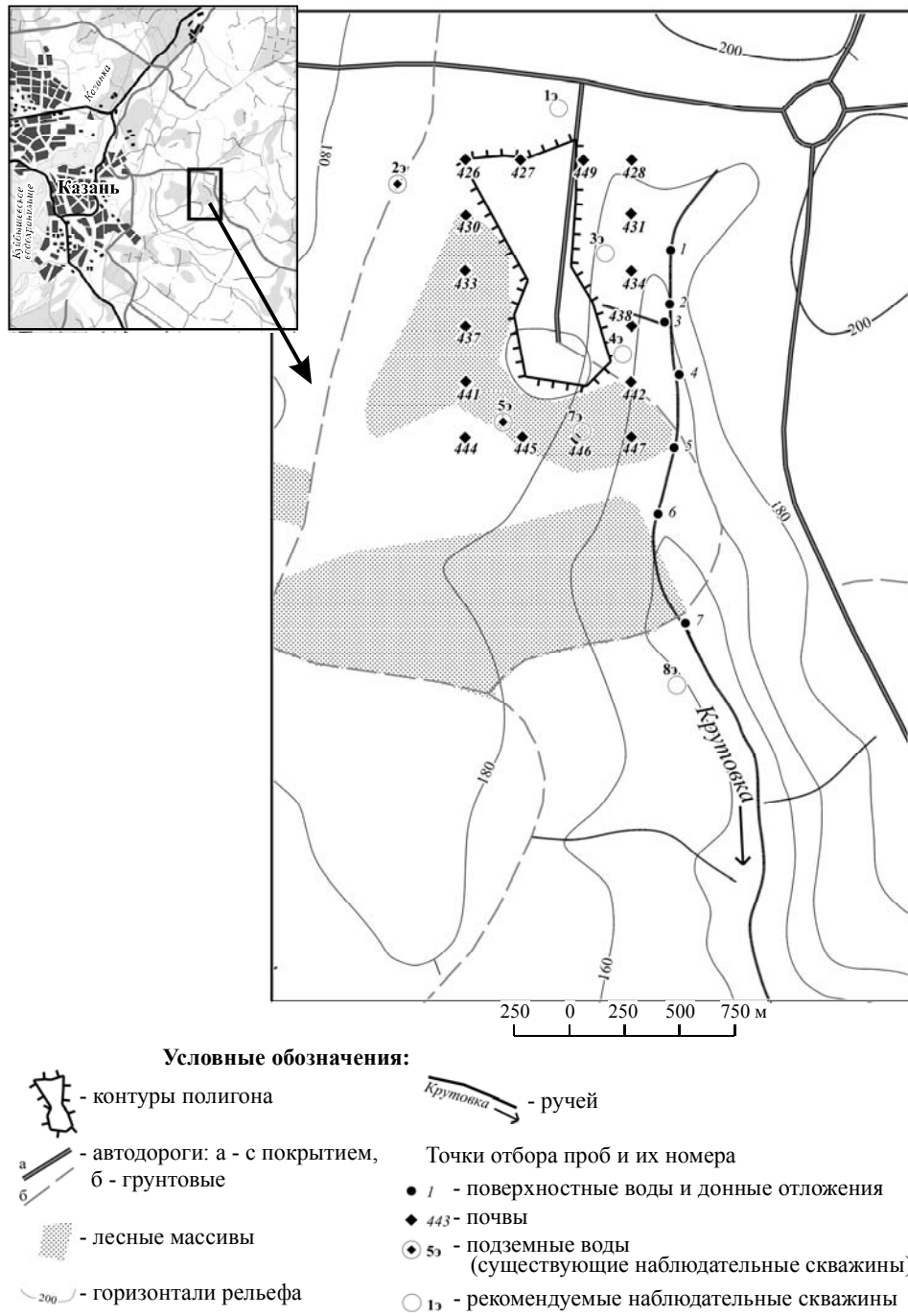


Рис. 1. Пункты опробования на Самосыровском полигоне ТБО и прилегающей территории

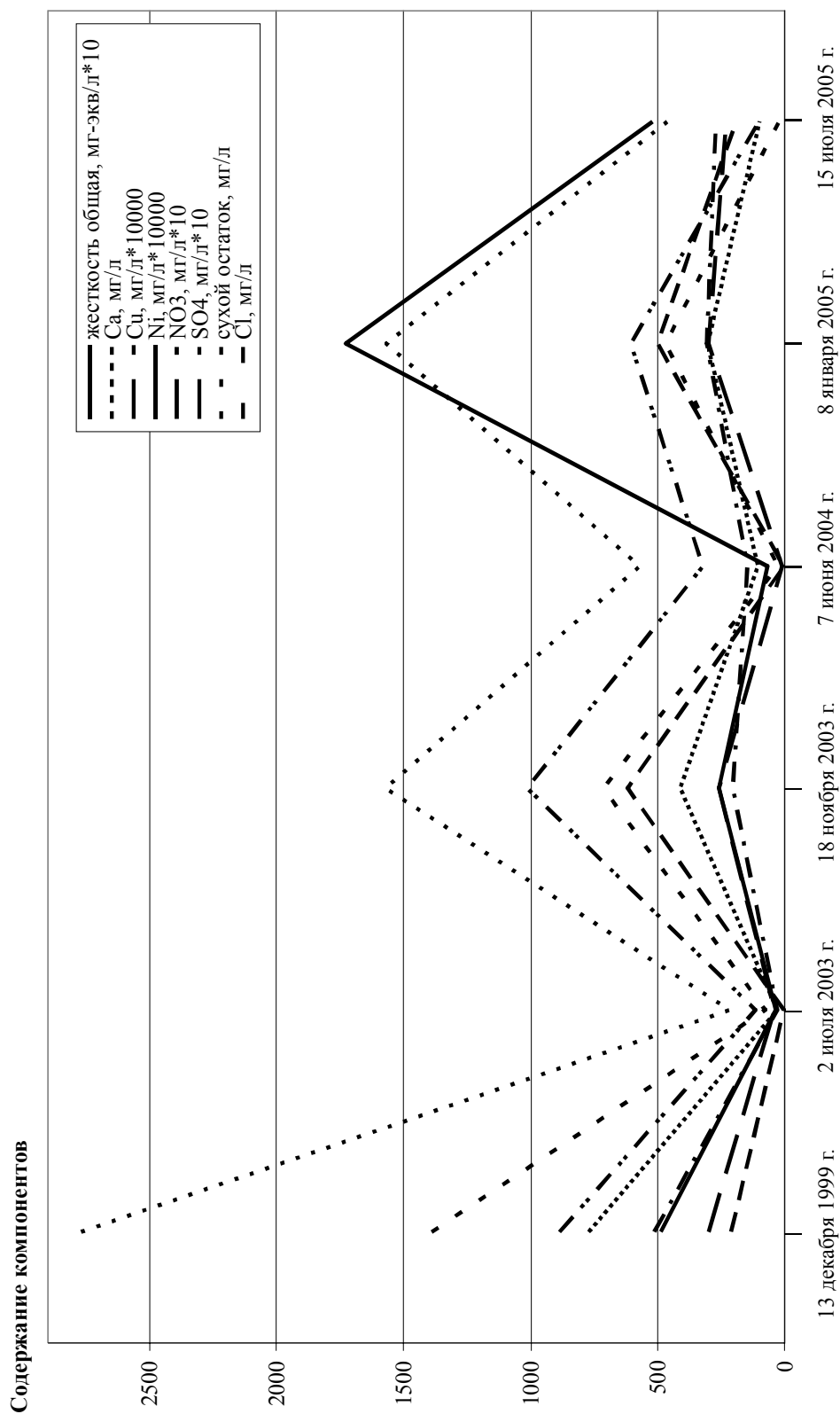


Рис. 2. Динамика изменения качества подземных вод (скважина 5э)

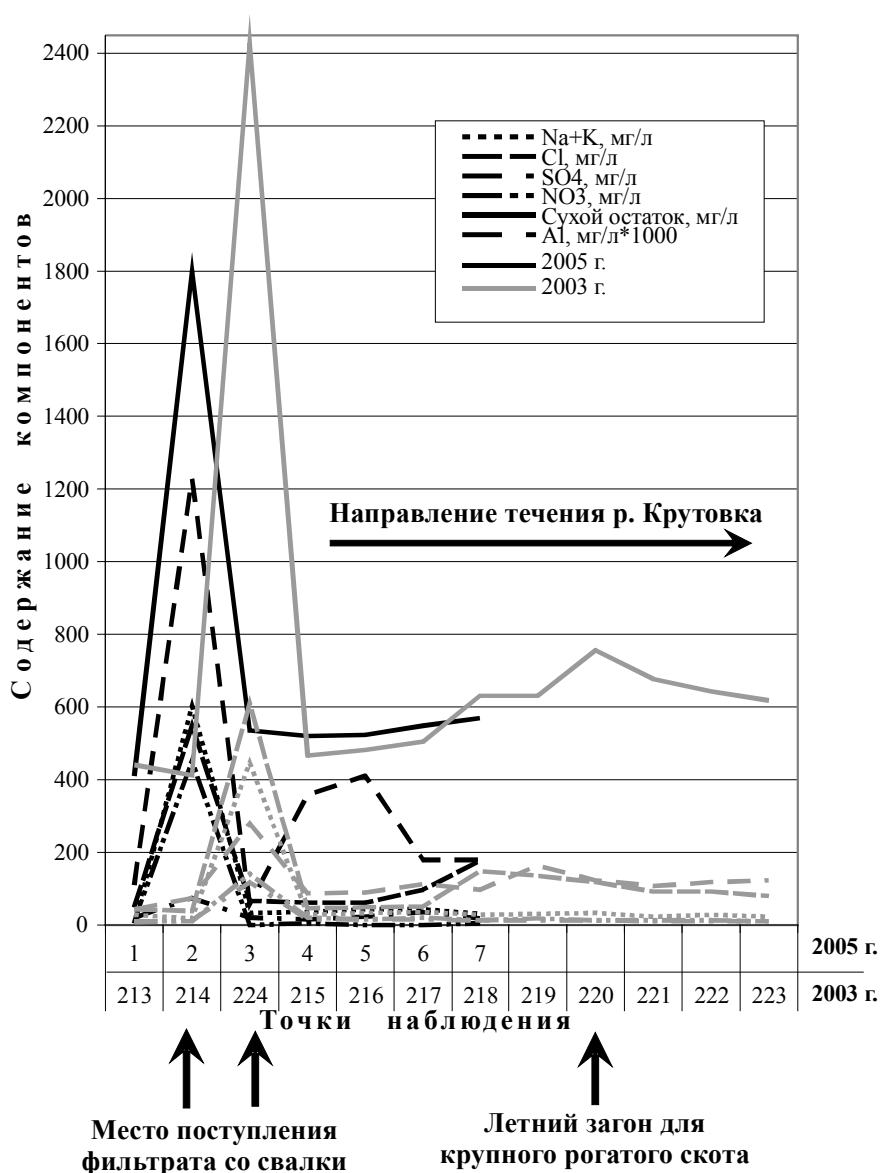


Рис. 3. Изменения химического состава поверхностных вод (ручей Крутовка)

*Поверхностные воды.* Впервые территория, прилегающая к Самосыровскому полигону, была обследована в 1990 г. Пробы из ручья Крутовка показали присутствие в поверхностных водах элементов с концентрациями, превышающими ПДК и представляющими большую опасность для окружающей среды: Al (0.5 мг/л), Be (0.1–0.2 мг/л), Mn (0.12–0.57 мг/л), Hg (0.015 мг/л), Pb (0.03 мг/л). Аналогичные результаты были получены при обследовании ручья Крутовка в 1996 г. В третий раз гидрохимическое опробование поверхностных вод ручья Крутовка проведено в летний период 2003 г. При этом точки гидрохимического опробования были совмещены с точками литогеохимического опробования донных отложений.

Табл. 1

Средние содержания компонентов в поверхностных водах

Компонент	Средние содержания компонентов, мг/л		
	Самосыровский полигон, опробование 2005 г. (7 проб)	Самосыровский полигон, опробование 2003 г. (13 проб)	Полигоны Приказанского района РТ, опробование 2003 г. (84 пробы)
Натрий + калий	113.79	59.7	73.8
Аммоний-ион	8.82	6.2	5.71
Кальций	109.2	95	89
Магний	15.14	18.1	20.1
Железо общее	0.40	0.51	0.81
Хлориды	151.94	116	36.4
Сульфаты	29.92	20	106
Нитраты	67.55	23.3	6.6
Нитриты	2.88	0.005	0.003
Гидрокарбонаты	268.8	313	367
Минерализация	794.79	651	722
Общая жесткость	6.69	6.24	6.09
Окисляемость	21.84	11.3	11.9
pH	7.84	7.11	7.14
Двуокись кремния	19.85	10.7	9.3
Алюминий	0.36	0.116	0.116
Марганец	0.93	0.566	0.332
Медь	0.0077	0.021	0.042
Фтор	0.14	0.141	0.230
Цинк	0.0063	0.004	0.009

Результаты четвертого опробования в 2005 г. еще раз подтвердили выявленную закономерность изменения химического состава поверхностных вод ручья Крутовка (рис. 3). Так, в верхнем течении ручья Крутовка (точка наблюдения 1) вне зоны влияния полигона поверхностные воды имеют гидрокарбонатный кальциевый состав с содержанием сухого остатка 0.4 г/л. Ниже по течению в месте поступления в ручей Крутовка фильтрата с полигона (точка наблюдения 2) изменяется тип поверхностных вод на гидрокарбонатно-хлоридный натриевый с содержанием сухого остатка до 1.8 г/л (рис. 3). Кроме того, здесь фиксируются аномальные содержания марганца (2.15 г/л) и нитратов (451 г/л). Окисляемость вод данного участка водотока достигает 66 мгО/л, что свидетельствует о значительном поступлении в поверхностные воды органических веществ с полигона. Ниже по течению ручья происходит восстановление природного состава вод (рис. 3).

Необходимо отметить, что гидрогеохимические опробования поверхностных вод ручья Крутовка производились в засушливые летние периоды 1990, 1996, 2003 и 2005 гг., когда естественный поверхностный сток отсутствует, а химический состав поверхностных вод (табл. 1) практически соответствует составу подземных вод, питающих данный ручей. Поэтому резкое изменение химического состава поверхностной воды ручья Крутовка происходит только за счет техно-



Табл. 2

Средние содержания химических элементов в почвах

Элемент	Средние содержания элементов, г/т		
	Самосыровский полигон, опробование 2005 г. (16 проб)	Самосыровский полигон, опробование 2003 г. (22 пробы)	Полигоны Приказанского района РТ, опробование 2003 г. (165 проб)
B	43.1	34.9	39.7
Ba	444	466	777
Be	1.56	0.85	1.10
Co	13.3	12.5	14.1
Cr	96	39.3	51.9
Cu	32	52	77.4
Mn	794	829	838
Mo	1.69	0.44	0.66
Ni	53	20.4	19.2
P	844	674	651
Pb	31.1	12.8	12.2
Sn	2.38	0.84	1.21
Sr	171	415	523
Ti	3969	4627	4543
V	74	43.9	67
Zn	76	58	72
Zr	569	400	431
Ga	12.4	14.8	14.9
Ge	1.42	1.31	1.34
Sc	12.6	11.7	12.5
La	40.3	13.5	14.0
Nb	13.2	15.8	19.8
Y	34.7	16.7	13.4
Yb	3.38	1.68	1.42
Li	28.8	29.8	28.9

генных источников загрязнения, к которым относятся фильтрат полигона, стоки летнего загона для крупного рогатого скота (рис. 3). При удалении от очагов загрязнения вниз по потоку происходит резкое снижение концентраций загрязняющих веществ. Таким образом, анализ результатов опробования поверхностных вод ручья Крутовка свидетельствует о том, что основным и постоянно действующим очагом загрязнения является Самосыровский полигон ТБО.

*Почвы.* Наиболее распространены серые лесные и дерново-подзолистые почвы. Относительно среднего содержания для полигонов Приказанского района РТ в почвах Самосыровского полигона накапливаются Cr, Ni, P, Pb, большинство редкоземельных элементов, а в рассеянном состоянии находятся Cu, Ba, Sr (табл. 2).

*Донные отложения.* Территория, прилегающая к Самосыровскому полигону ТБО, характеризуется накоплением Cr, Mo, Ni, Pb (табл. 3), остальные элементы находятся в рассеянном состоянии.

Табл. 3

Средние содержания химических элементов в донных отложениях

Элемент	Средние содержания элементов, г/т		
	Самосыровский полигон, опробование 2005 г. (7 проб)	Самосыровский полигон, опробование 2003 г. (11 проб)	Полигоны Приказанского района РТ, опробование 2003 г. (82 пробы)
B	39.3	25.7	31.5
Ba	336	338	416
Be	1.26	0.77	0.80
Co	17.1	8.4	12.6
Cr	120	27.4	37.5
Cu	57	49	88.7
Mn	714	373	589
Mo	2.07	0.27	0.70
Ni	96	15.1	20.2
P	814	365	563
Pb	33.6	17.5	20.5
Sn	2.36	0.49	1.05
Sr	164	386	436
Ti	3357	3413	3550
V	87	25.5	66
Zn	90	35	69
Zr	436	239	303
Ga	10.4	16.3	19.7
Ge	1.71	1.09	1.79
Sc	10.9	18.7	23.2
La	37.9	21.4	31.9
Nb	10.6	16.1	19.5
Y	29.3	13.6	17.3
Yb	2.93	1.25	1.63
Li	23.6	15.1	22.4

Совместный анализ поведения химических элементов в изученных средах Самосыровского полигона ТБО показал следующее. Подземные и поверхностные воды здесь характеризуются очень значительными (до 2–3 порядков) концентрациями некоторых химических компонентов по сравнению с их фоновыми содержаниями в аналогичных средах Приказанского района РТ. Например, для подземных вод Самосыровского полигона характерны значительные концентрации хлоридов, железа, нитритов, цинка, а для поверхностных вод – алюминия и нитритов. Выявленный набор компонентов связан как с геологическими особенностями территории Самосыровского полигона, так с составом отходов, складированных на данном объекте. В подземных водах Самосыровского полигона концентрируются алюминий, медь, цинк, в поверхностных водах значительно повышены содержания натрия, калия, аммония, хлоридов, сульфатов, нитратов, нитритов. Почвы и донные отложения обладают общими тенденциями поведения химических элементов. Так, существенное накопление в данных средах установлено для Cr, Mo, Ni, Pb, Sn, Y, Yb. Сами же донные отложения

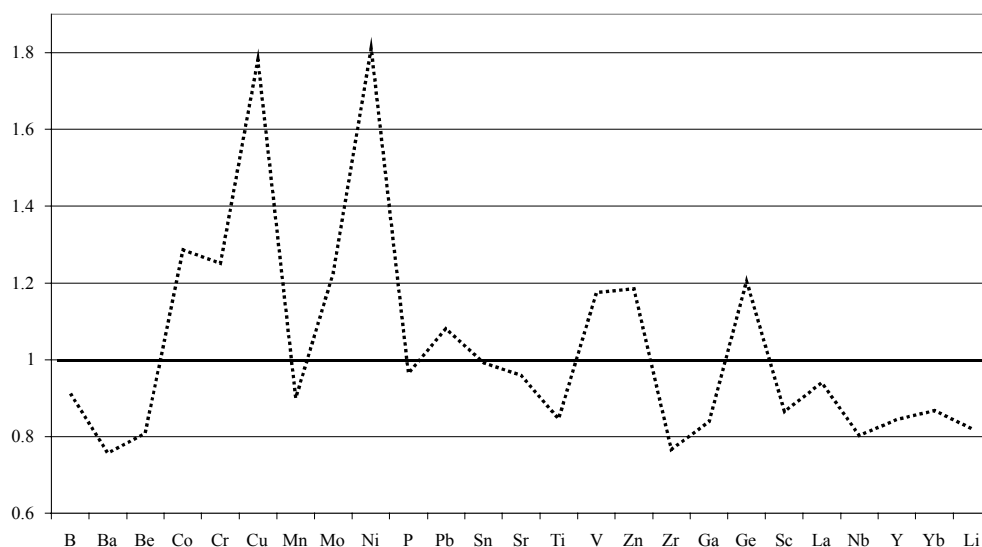


Рис. 4. Коэффициент концентрации химических элементов в донных отложениях. За единицу принято содержание химических элементов в почвах

относительно почвенного покрова являются концентраторами кобальта, хрома, меди, никеля, ванадия, цинка, германия (рис. 4). В почвенном покрове значительно повышены содержания бора, бария, бериллия, титана, циркония, галлия, скандия, ниобия, лития.

По разработанной одним из авторов методике геоэкологической оценки геологического пространства [8] и с применением компьютерного моделирования дана предварительная характеристика состояния основных компонентов природной среды около Самосыровского полигона ТБО (рис. 5). Подтверждено отрицательное влияние полигона на почвенный покров, донные отложения, поверхностные и подземные воды. Особенно интенсивное влияние на изученные нами среды проявляется в северном и восточном направлениях от полигона, что отчетливо фиксируется моделями экологического состояния территории по данным наблюдений 2003 и 2005 гг. (рис. 5). Таким образом, Самосыровский полигон представляется нам как основной и постоянно действующий очаг загрязнения природной среды. Другие источники загрязнения в данном районе незначительно влияют на состояние природных сред.

### Рекомендации

Учитывая экологический постулат «всё связано со всем», природные среды и происходящие в них процессы тесно взаимосвязаны. Например, загрязнение подземных вод в значительной степени обусловлено изменениями в других природных средах: атмосфере, отложениях водотоков, почвах, поверхностных водах. Однако наблюдения за состоянием подземных вод в зоне влияния Самосыровского полигона ТБО проводятся только по двум скважинам. Поэтому сложно достоверно оценить масштаб и интенсивность загрязнения подземных вод. Это требует создания наблюдательной сети из 5–6 скважин для осуществления эффективного контроля над состоянием подземной гидросферы (рис. 1).

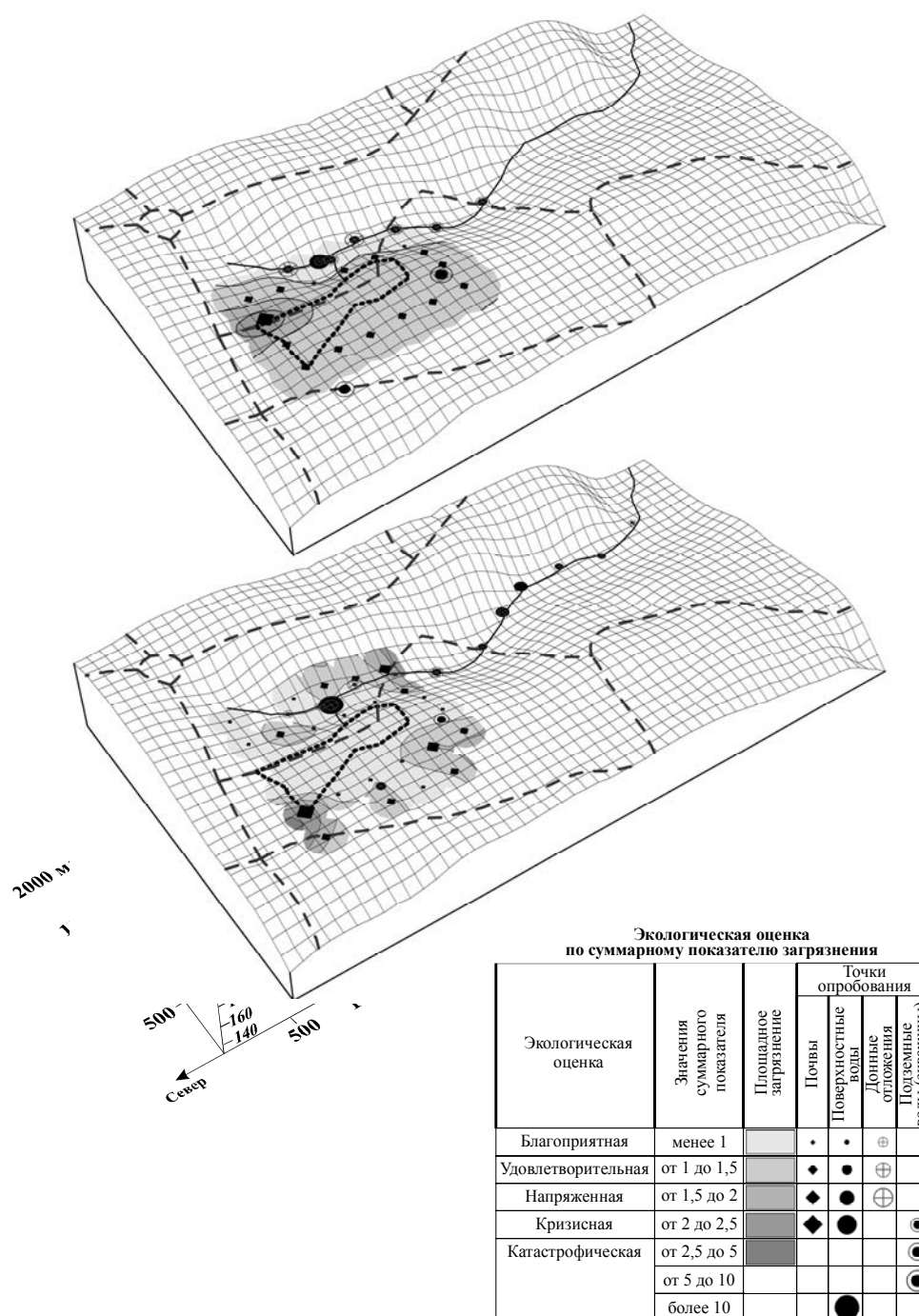


Рис. 5. Сравнение моделей экологического состояния территории, прилегающей к Самосыровскому полигону ТБО

Кроме того, необходимо включение в режимную сеть двух родников, расположенных в зоне разгрузки подземных вод в долине ручья Крутовка. В целом для геологических сред рекомендуется расширение или создание мониторинговой сети, а также проведение регулярных исследований депонирующих сред (подземные и поверхностные воды, почвенный и снеговой покровы, донные отложения, растительность, атмосферный воздух). Отсутствие к настоящему времени представительных рядов наблюдений по данным средам не позволяет пока проводить объективный анализ их состояния.

Для получения комплексной информации и оценки экологического состояния окружающего пространства необходимо максимально совместить мониторинговую сеть депонирующих сред. Создание совмещенной наблюдательной сети и проведение регулярных наблюдений позволит выявить взаимосвязи и долю отдельных природных и техногенных процессов в интегральной экологической информации.

Мониторинг всех депонирующих сред как процесс обнаружения, наблюдения и контроля над изменениями состояния окружающего пространства должен основываться на системном анализе. Применение последнего позволит, на наш взгляд, построить постоянно действующую компьютерную модель территории, прилегающей к Самосыровскому полигону ТБО, с получением в будущем объективной комплексной характеристики экологического состояния окружающей среды.

### Заключение

По данным опробования почв, донных отложений, подземных и поверхностных вод получена предварительная характеристика геоэкологического состояния территории Самосыровского полигона ТБО.

Установлены химические элементы-загрязнители, накопление которых связано с влиянием полигона.

Подтверждена зависимость экологического состояния среды от множества факторов, всесторонний учет которых сегодня представляется сложной научной проблемой. Решение данной проблемы требует наличия представительного ряда наблюдений по отдельным средам, а также применения системного анализа и компьютерного моделирования.

Даны рекомендации по совмещению и расширению мониторинговой сети депонирующих сред.

### Summary

*R.Kh. Soungatoullin, M.I. Khaziev, A.E. Schanin. Geoecological Study at Samosyrovo Solid Wastes Polygon.*

Geoecological state of Samosyrovo solid wastes polygon has been characterized by testing of depositing environments including soils, bed silts, groundwater and surface waters. An objective ecological estimation of the environment state requires the observations of individual environments and application of system analysis with computer simulation technique. Guidance for monitoring net enlargement has been given.

**Key words:** geoecology, polygon, solid wastes, depositing environment, modeling, monitoring.

### Литература

1. *Галицкая И.В.* Экологические проблемы обращения и утилизации бытовых и промышленных отходов // *Геоэкология*. – 2005. – № 2. – С. 144–147.
2. *Временные методические рекомендации* по комплексному экологическому обследованию полигонов твердых отходов. – М.: ВНИИМЦ «Экология», 1990. – 4 с.
3. *Гигиенические требования* к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. Санитарные правила 21.7.1038-01. – М., 2001 – 16 с.
4. *Снакин В.В.* Природные ресурсы и окружающая среда. Словарь-справочник. – М.: НИИ-Природа, РЭФИА, 2001. – 568 с.
5. *Гольдберг В.М.* Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1980. – 86 с.
6. *Требования* к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1 : 50000 и 1 : 25000. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. – 127 с.
7. *Сунгатуллин Р.Х.* Комплексный анализ геологической среды (на примере Нижнекамской площади). – Казань: Мастер-Лайн, 2001. – 140 с.
8. *Сунгатуллин Р.Х.* Моделирование состояния геологической среды при интенсивном антропогенезе // *Геоэкология*. – 2005. – № 5. – С. 390–394.
9. *Сунгатуллин Р.Х.* Интегральная геология. – Казань: ООО «Образцовая типография», 2006. – 142 с.

Поступила в редакцию  
20.09.06

---

**Сунгатуллин Рафаэль Харисович** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых Казанского государственного университета.

E-mail: [geol@kzn.ru](mailto:geol@kzn.ru)

**Хазиев Марсель Ильгизович** – начальник геологического отдела ООО «Татарстангеология».

E-mail: [tatgeo@telebit.ru](mailto:tatgeo@telebit.ru)

**Шанин Артур Ефимович** – технический директор ЗАО «Казанский экологический комплекс».