

О СОСТОЯНИИ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГАЙСКОГО ЭКОРАЙОНА

Статья посвящена изучению состояния природно-технических систем, образованных в районе Гайского промышленного узла. Определены составляющие загрязняющих веществ и природа их образования. Рекомендованы направления мониторинга экологического состояния территории и пути снижения влияния отходов производства на окружающую среду.

Особенность Гайского экорайона вызвана расположением в его пределах медно-колчеданного месторождения, т. е. природной геохимической аномалии. Коренные породы экорайона характеризуются повышенным содержанием цинка и кобальта в продуктах выветривания диабазов, свинца – в продуктах выветривания гранитов, молибдена – в кварцевых порфириях. В целом почвообразующие породы Гайского экорайона характеризуются повышенным содержанием валовых форм меди, цинка, свинца, кобальта относительно Кларка (табл. 1)

Среднее содержание ТМ в почвообразующих породах Гайского экорайона превышает общепринятый кларк по цинку в 1,6 раз, по свинцу в 4,6 раз, по меди в 2,5 раз, по никелю в 2 раза и по кобальту в 2,5 раз. Полученные нами показатели концентраций отличаются значительным варьированием. С учётом коэффициента варьирования превышение концентрации элементов над кларком возрастает в 2-3 раза. Это дало нам основание выделить Гайский массив в особый экорайон с повышенным содержанием валовых форм элементов. Содержание подвижных форм металлов в среднем не превышает средних показателей по Оренбургскому Зауралью. Геохимические особенности почвообразующих пород «наследуются» почвами экорайона. Наряду с природным фактором на экологическое состояние изучаемой территории действует антропогенный фактор.

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в почвообразующих породах

Хозяйство Гайского экорайона	Zn	Си	Pb	Ni	Cr
Валовое содержание: в почвообразующих породах Гайского экорайона	80	50	46	81	137
Кларк (по Виноградову)	50	20	10	40	200
Содержание подвижных форм: в породах Гайского экорайона	1,4	1,4	5,0	2,4	3,5
Фон, Зауралье	1,34	1,76	3,82	2,3	3,2

Промышленное производство г. Гая, в первую очередь Горно-обогатительный комбинат (ГОК), является источником загрязнения биосферы цинком, медью, кобальтом, хромом, никелем, свинцом. В связи с этим возникает необходимость изучения взаимодействия природных антропогенных загрязнителей (на наземные и водные экосистемы) и техногенных систем в данном регионе.

С этой целью на территории Гайского экорайона заложена сеть почвенных разрезов с описанием профиля, отбором образцов по всему профилю и определением концентрации валовых и подвижных форм тяжелых металлов. Принцип расположения разрезов – элементарно-геохимический ландшафтный с учётом ветрового режима.

Для определения степени загрязнения почв ТМ были использованы следующие показатели:

1. Элювиально-аккумулятивный коэффициент (ЭАК) – отношение сред-неколичественного содержания элементов в породе к этой же величине в поверхностном горизонте. ЭАК в нативных почвах не превышает 0,8-1,2 ед.

2. КК – коэффициент концентрации. Он равен частному от деления концентрации химического элемента в почве на концентрацию его в почвах фона, который характеризует и выявляет локальное загрязнение почв ТМ.

3. Показатель суммарного загрязнения (ПСЗ):

$$ПСЗ = \sum_{i=1}^n КК_i - (n - 1),$$

где $\sum КК_i$ – сумма коэффициента концентрации; n – число элементов

Значение ПСЗ до 16 принято как допустимая степень загрязнения, от 16 до 32 -умеренно опасная или средняя степень загрязнения, выше 32 сильная и опасная степень загрязнения.

Изучено экологическое состояние сельскохозяйственных угодий, расположенных в зоне воздействия выбросов ГОК (в радиусе 5 км от промышленной площадки ГОК в направлении

преобладающих ветров). Исследование проводилось в системе атмосферные выбросы – почва – поливная вода – растение.

В результате исследований получены данные о содержании ТМ в почвах пашни и естественных кормовых угодий. Рассчитаны степени загрязнения почв валовыми и подвижными формами металлов, разработаны величины местного фона ТМ в почвах. Применение параметра суммарного загрязнения почв ТМ позволило разработать шкалу оценки степени загрязнений.

Выявлены закономерности в распределении валовых форм ТМ по почвенному профилю. В целинных почвах элементы аккумулируются в верхнем

тонком (0-5 см) слое. В слое 20-30 см запас ТМ снижается. ЭАК в этих почвах варьируется в пределах 1,5-2,7, что свидетельствует об аэро-

генном загрязнении. Для меди этот коэффициент составляет 1,5-2,5, цинка 1,3-1,9, свинца 1-3, никеля 1,6-2, кобальта 1-1,5, хрома 1,-1,7, молибдена 1-2. Для почв пашни величина ЭАК всегда ниже, что вызвано гемогенизацией почвы при вспашке. В депрессиях водотока валовые формы по профилю распределяются равномерно.

В пахотных угодьях подвижные формы ТМ аккумулируются в слое 0-26 см и колеблется от 5-8 мг/кг. Процентное соотношение ТМ в почвах всех разрезов постоянно и составляет нисходящий ряд $\text{Cr} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Ni}$. Отмеченная выше тенденция аккумуляции валовых форм в дернине целинных почв сохраняется и для подвижных форм. В слое 0-5 см целинных почв ЭАК варьирует в пределах 1-6. В пахотных же угодьях в слое 0-5 см значение ЭАК не превышает единицы. Аккумулируется в основном медь,

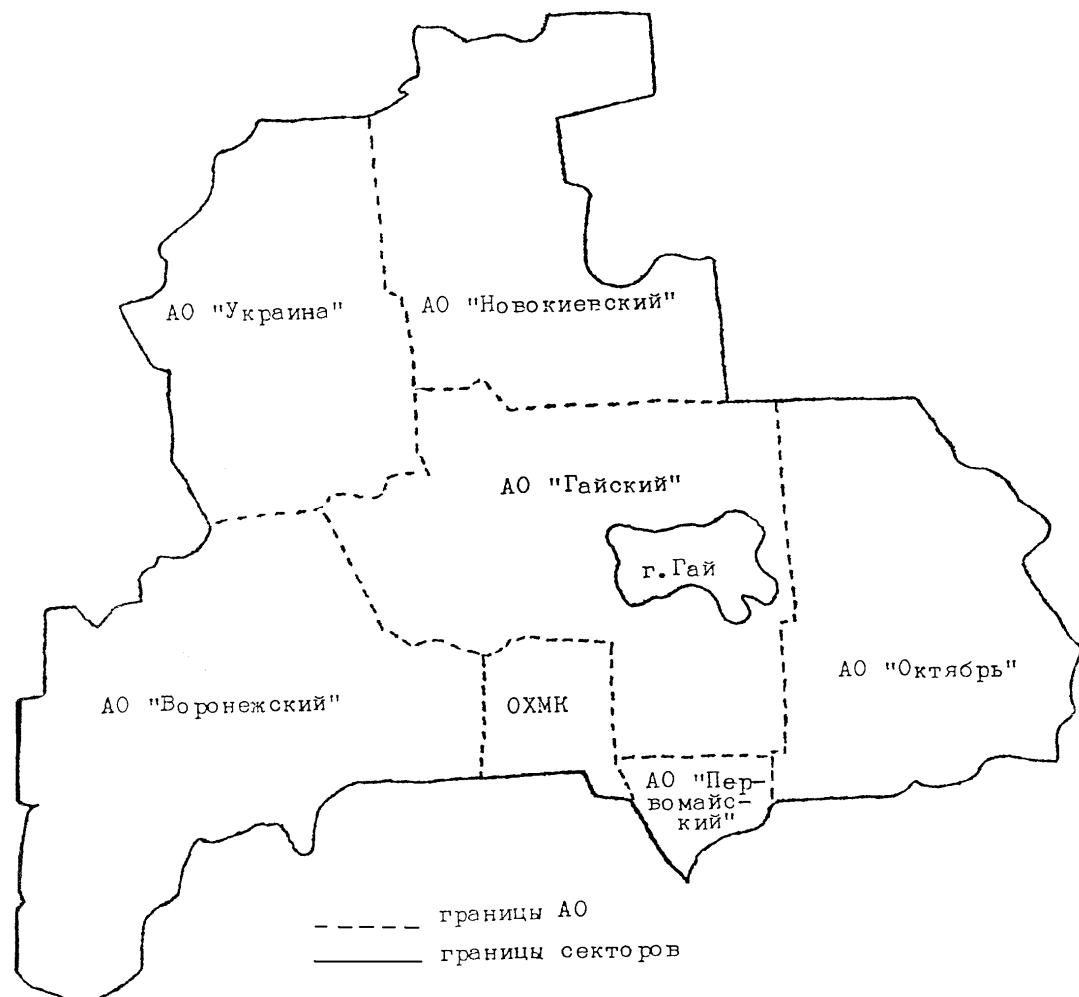


Рисунок 1. Схема Гайского экорайона

цинк, реже свинец, хром, никель. Нами рассчитана величина регионального (районного) фона, за которую принята средняя концентрация металлов в пахотных почвах Гайского административного района.

В сравнении с фоном в целинных почвах в слое до 40 см концентрация свинца выше в 1,4-1,7 раза. В пахотных почвах фон превышают концентрации меди, свинца, хрома в 1,2-2,8 раза – все же величина показателя суммарного загрязнение не высока.

В северной части экорайона он не превышает 7, а в южной части не превышает 16, т. е. степень загрязнения оценивается как «допустимая». Это вызвало необходимость дифференцировать уровень суммарного загрязнения до 16 на интервалы: 0, 1-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-16 (табл. 2).

Состояние почвенного покрова Гайского экорайона и некоторых сопряженных территорий сведено в карту-схему, где контуры наибольшего загрязнения почв ТМ относительно фона Гайского района показаны штриховкой. Контуры наибольшего загрязнения тяготеют к местам горных разработок и населенным пунктам.

Исследованиями в долине реки Елшанки установлено, что в радиусе 5 км от Гайского промузла в направлении преобладающих ветров процессы загрязнения протекают наиболее активно. Это обусловлено рядом причин:

1. Расположением в зоне влияния газопылевых выбросов из прилегающей промышленной зоны. Источники выбросов: открытые горные разработки, отвалы пустых пород, обогатительная фабрика, др. предприятия города.

2. Наличие садово-дачных участков. Они орошаются водами находящимися под техно-

Таблица 2. Шкала уровней загрязнения почв

Хозяйства Гайского экорайона	Уровни загрязнения почв					
	0	1-2	2-4	4-6	6-8	16
АО «Новокиевское»	90	9	нет	1	нет	нет
АО «Воронежское»	86	8	3	3	нет	нет
АО «Украина»	68	15	12	5	нет	нет
АО «Гай»	61	12	13	11	нет	3
АО «Первомайское»	нет	48	38	13	нет	нет

генным воздействием. Это вызывает усложнение геохимической обстановки и определяет необходимость санитарного мониторинга в системе почва - поливная вода – растение.

Факторы, определяющие накопление ТМ в почвах

А) Поступление с пылью, атмосферными осадками.

С целью изучения влияния предприятий на окружающую среду посредством атмосферы изучался снежный покров. Данные о составе, снежного покрова на дачных массивах подразделяются на 3 группы:

- 1) состав и количество минеральной пыли, накопленной в снежном покрове;

- 2) состав и содержание водорастворимых солей металлов;

- 3) физико-химические параметры талых вод (рН).

Спектральным анализом в минеральной пыли снега определено 24 элемента, многие из которых имеют техногенную природу, в частности, медь, цинк, никель, хром, свинец и кобальт. Встречаемость этих металлов в снеговой воде 100%.

Снеговая вода при pH 6,0-6,7 и минерализации 0,03-0,05 г/л относится к сульфатному типу, сульфатно-натриевому подтипу. Можно полагать, что под воздействием антропогенной деятельности произошла метаморфизация осадков по сульфатному типу (окисление SO_4^{2-} , H_2S пром. выбросов). Имеющиеся данные позволяют сделать вывод о том, что большая часть металлов содержится в снеге в нерастворимом состоянии: меди до 97%, цинка до 96%, свинца и никеля до 87%, кобальта до 82% от общего содержания.

По показателям элювиально-аллювиального коэффициента можно заключить, что основной приход ТМ на поверхность почв изучаемой территории определен пылью, принесимой ветрами и атмосферными осадками. Так, в поверхностных слоях почвы содержание ТМ в 1,7 раз больше, чем в нижележащих. Особенно интенсивно накапливаются на поверхности почв медь, кобальт, менее – хром, никель.

Исследованиями установлено, что в снежном покрове содержится от 40 до 66 мг твердых частиц (пыли) на 1 л. В зависимости от удаленности от источника загрязнения и «розы ветров» объем пыли изменяется. Учитывая, что

зимние осадки составляют 27% от годовых, расчитана масса пыли, выпадающая на поверхность 1 га. Она составила величину от 600 до 800 кг/га в год.

Б) Поступление с поливными водами.

Полив осуществляется водами р. Елшанки. Её водный баланс складывается: из естественного стока, воды из Уральского водозабора, а также из талых ливневых вод территории города и промплощадки ГОКа. Последние существенно осложняют макро- и микроэлементный состав вод.

Минерализация воды изменялась от 420 до 1714 мг/л в зависимости от пункта отбора. Несмотря на значительные изменения в общей минерализации вод (в 1,5-1,7 раза) соотношение ионов остается неизменным. Концентрация ионов варьирует в пределах одного порядка.

Отмечается тенденция снижения минерализации в осенний период и повышение в летние времена. Нарушение этой тенденции вызывает сброс технологических сточных вод.

Влияние качества вод на содержание металлов в почве удобно проследить на почвенном покрове поймы р. Елшанки. Наиболее высокая концентрация тяжелых металлов наблюдается в лугово-болотных и истово-черноземных почвах, примыкающих к урезу воды речки Елшанки. Так, в лугово-болотных почвах ежегодно затапляемых паводковыми водами и покрываемых наносами мелкозема, смытого с участков промышленной зоны, содержание меди в 80 раз выше фонового, цинка в 20 раз, ПСЗ равен 77. Меньшая концентрация металлов наблюдается в лугово-черноземных, периодически затапливаемых почвах, пониженных форм рельефа. В лугово-черноземных почвах повышенных элементов рельефа, не испытывающих поверхностного затопления паводковыми водами, содержание ТМ в целом, приближается к фоновому, ПСЗ здесь равен 12, т. е. по содержанию ТМ почвы образуют нисходящий ряд: лугово-болотные (очень высокое содержание) – лугово-черноземные (высокое содержание) пониженных форм рельефа – лугово-черноземные (фоновое) почвы повышенных форм рельефа. Выявленная закономерность справедлива и для насыпных «антропогенных почв» садовых и огородных участков. Хотя содержание меди и цинка здесь на порядок ниже, чем в неокультуренных почвах.

На основе полевых обследований и имеющегося материала был выполнен анализ эколо-

гической обстановки на территории Гайского ГОКа.

Анализ химического состава сточных и природных вод прилегающих к ГГОК (табл. 1) показал, что концентрации определяемых ингредиентов ниже предельно-допустимых величин для вод используемых для хозяйственных целей и орошения. Содержание элементов в открытых водоисточниках, расположенных ниже источника загрязнения значительно выше, чем в пунктах, находящихся сверху по течению реки. Особо следует отметить увеличение концентрации меди, цинка, железа, кальция, магния, сульфатов. В конечном счёте минерализация в реках Ялангас и сухая Губерля поднялась почти в 2 раза.

Контроль за подземными водами осуществлялся с помощью сети режимных скважин на площадке и в поселке Камейкино (Камейкинский участок), а также на площадке расположения подземного (шахты) и поверхностного (карьеры) рудников и прилегающих к ним территории (Калиновский участок). За поверхностными водами контроль проводится на реках Урал, Колпачка, Елшанка, сухая Губерля, а за природными – на Ялангасе. Сточные воды контролируются в пруде кислых вод, осветлённых вод, хвостохранилище, в прудах накопителях у отвалов карьеров 1-3.

Как показали результаты изучения режима на территории предприятий ГОКа и прилегающих землях в глинах и суглинисто-глинистых отложениях сформировался единый техногенно-природный горизонт грунтовых вод, которые постепенно приблизились к дневной поверхности и залегают на глубинах 0,5-8м. В районе отвалов также образовался техногенный горизонт с участием грунтовых вод, дренируемый карьерами в полосе шириной до 1 км.

Режим уровня подчинён климатическим факторам. Колебания уровня грунтовых вод составляют от 0,3-0,6 до 1,5-2 м/год, а в ряде случаев до 3,5 м/год.

Наблюдательная сеть, в основном, решает внутрипроизводственные задачи, скважин и постов наблюдения за поверхностными водами, исключая промплощадку, достаточно для ведения ведомственного мониторинга за водной средой. Вместе с тем сеть распределена неравномерно, т. к. скважины разбуривались для составления карты гидроизогипс и других целей (Камейкинский участок) и не могут решать задачи режима;

Таблица 3. Химический состав сточных и природных вод, прилегающих к территории ОАО «Гайский ГОК»

Место отбора проб	pH	Медь	Цинк	Железо	Кальций	Магний	Жесткость	Кобальт	Хлориды	Сульфаты	Сухой остаток	Ксанто-генат	Нефте-продукты	Взвешенные в-ва
Р. Сухая Губерля выше впадения р. Ташкут	6,9	0,0093	0,06	0,37	166	55,2	12,9	0	402,71	167,89	1474	0	0	31
Ручей Ялангас выше сброса	7,75	0	0,01	0,063	352	112,8	27	0	100,68	1096,2	2544	-	0,25	24
Среднее за месяц: сброс с осветленного пруда обогатительной фабрики	7,76	0,044	0,054	0,7	607	25,8	32,5	0,00042	220,233	2100,03	4350,5	0,0025	0,188	31,95
Ручей Ялангас ниже сброса	7,4	0,0046	0,06	0,16	520	110,4	35,2	0	281,90	1911,0	3678	0	0,25	32,5
Р. Ташкут	7,45	0	0,03	0,37	514	49,2	29,8	0	674,54	1608,14	4104	0	0	55,5
Р. Сухая Губерля ниже впадения р. Ташкут	7,75	0,023	0,043	0,63	332	72	22,6	0	251,70	1022,17	2264	0	0	67
Предельно-допустимые концентрации	5,5 7,5	2	20	20	500	300	21,3	4	350	400	2500	-	100	3000

Методика наблюдений не разработана, вследствие чего результаты не дают полной картины режима уровня и химического состава подземных вод. Двухразовые наблюдения в год не позволяют установить природу колебаний уровня и источники питания подземных вод.

Следует перераспределить сеть таким образом, чтобы скважины были расположены по потоку грунтовых вод от потенциальных источников загрязнения. Несколько наблюдательных скважин следует разместить на участке обогатительной фабрики, а для определения фоновых показателей выше посёлка Камейкино.

Результаты наблюдений и химических определений не анализируется, вследствие часть результатов не поддаётся объяснению.

Невозможно проконтролировать результаты химических анализов природных вод ни по сухому остатку, ни по сумме анионов и катионов мг/экв., поэтому часть результатов являются сомнительными.

В связи с этим следует разграничить состав определённых компонентов в природных и сточных водах. Из сточных вод следует контролировать сброс из осветительного пруда.

Рекомендации по снижению влияния отходов на состояние окружающей среды

Безопасность и безаварийная эксплуатация гидротехнических сооружений должна быть обеспечена следующими мероприятиями:

- своевременная перекачка воды из прудов-накопителей в пруд кислых вод;
- ограничение водосборной площадки и обустройство нагорных каналов;
- учитывая геологическое строение пруда-накопителя №1, защитить его южный борт экраном-наброской из неогеновых глин;
- устройством систем наблюдательных скважин для контроля за фильтрационным режимом прудов-накопителей и степенью загрязненности подземных вод.