

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГУГП Приморская поисково-съёмочная экспедиция
МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ФИРМА “ЭКОЦЕНТР”

Экз. №__

АВТОРЫ:
БУРАГО А.И.
ШЛЫКОВ С.А.

**ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ПРОГНОЗНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ И
СХЕМАТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ КАРТАМ
МАСШТАБА 1:1 000 000 ПРИМОРСКОГО И ЮЖНОЙ ЧАСТИ
ХАБАРОВСКОГО КРАЁВ
Территория суши листа L-53 (Ханка) с клапанами L-52 (Пограничный), K-52
Владивосток), K-53 (Находка)**

г. Владивосток,
2006

О Г Л А В Л Е Н И Е

	ВВЕДЕНИЕ	3
1.	Состояние геохимической изученности	3
2.	Геолого-географические особенности территории	5
3.	Лабораторно-аналитические работы	5
4.	Компьютерная обработка	9
5.	Оценка региональных геохимических фонов	9
6.	Прогнозно-геохимическая карта (оценка территории на рудные полезные ископаемые)	12
6.1.	Общие сведения	12
6.2.	Результаты прогнозно-геохимической оценки	15
	Гродековская МЗ	16
	Ханкайская МЗ	16
	Амурская МЗ	18
	Бикинская МЗ	19
	Малиновская МЗ	20
	Центральная МЗ	20
	Восточная МЗ	25
	Прибрежная МЗ	35
6.3.	Выводы и рекомендации	38
7.	Схематическая Эколого-геохимическая карта Приморского и южной части Хабаровского краёв масштаба 1:1000000	40
7.1	Общие сведения	40
7.2	Методическая основа исследований	40
7.3	Эколого-геохимическое районирование изученной территории	41
7.4	Эколого-геохимическое состояние изученной территории	42
	Уссурийская эколого-геохимическая зона	42
	Сихотэ-Алинская эколого-геохимическая зона	46
	Южно-Приморская эколого-геохимическая зона	49
	Акватории Амурского и Уссурийского заливов	52
	Центральная эколого-геохимическая зона	54
	Основные выводы и рекомендации	55
	Литература (ссылки)	56

Список таблиц

№№ таблиц	Название	Стр.
1	Чувствительность методов анализа проб коренных пород, донных отложений, почв (в п . 10 ⁻³ %)	7
2	Характеристики геохимического фона компонентов ПГС, использованные значения ПДК и ОДК почв (гор. А) (содержание в %)	10
3	Соотношения геохимических фонов компонентов ПГС, и кларков по Беусу и Виноградову	11
4	Список исходных геохимических данных, использованных при составлении прогнозно-геохимической карты масштаба 1:1000000	12
5	Распределение выделенных рудных районов и узлов в более крупных геохимических структурах (МЗ и РР)	15
6	Относительная крупность прогнозных ресурсов химических элементов (ряды), перспективность АГО (рудных районов и узлов) Восточной МЗ	31
7	Относительная крупность прогнозных ресурсов химических элементов (ряды), перспективность АГО (рудных районов, узлов) Прибрежной МЗ	37
8	Прогнозные ресурсы основных полезных компонентов в высоко перспективных рудных (геохимических) районах и узлах	38

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая записка представляет собой описание авторских вариантов прогнозно-геохимической, и схематической эколого-геохимической карт масштаба 1:1000000 Приморского и южной оконечности Хабаровского краёв площадью 180000 км² (лист L-53 с клапанами L-52, K-52, K-53). Площадь исследований включает в себя территорию суши, ограниченную с севера рамкой указанного листа (широта 48°), с востока и юга – береговой линией Японского моря, с запада – государственной границей с Китайской народной республикой.

Карты составлены Многопрофильной инновационной фирмой «Экоцентр» по заказу ФГУГП «Приморская поисково-съёмочная экспедиция» и рассматриваются как составляющая часть комплекта карт опережающих геохимических основ масштаба 1:1000000.

Прогнозно-геохимическая карта составлена по результатам опробования коренных пород. В качестве исходных данных использованы результаты многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1000000 (МГХК-1000), а также другие ретроспективные лабораторно-аналитические данные, полученные в разные годы при проведении поисковых и экологических работ. Общее количество использованных данных по коренным породам составляет 4550 проб, в том числе отобранных: при проведении МГХК-1000 – 3073 пробы, при площадных поисках и эколого-геохимических исследованиях масштабов от 1:25000 до 1:500000 – 524 пробы; Славянской партией ППСЭ – 776 проб; другими геологическими организациями геологической службы Приморья – 177 проб по 48 рудным объектам (таб. 4).

Для составления эколого-геохимической карты использованы данные по спектральному анализу проб почв (горизонт А₁) и донных осадков водотоков, которые были получены по результатам МГХК-1000 и специализированных эколого-геохимических исследований масштабов 1:25000 – 1:500000, проведенных в южных районах Приморского края (Владивостокский промышленный район, бассейны Амурского и Уссурийского заливов, территории Хасанского района и Ханкайской зоны). Количество использованных данных по почвам составляет 2294 проб, по донным осадкам водотоков – 1195 проб.

Основным методом получения аналитической информации послужил приближенно-количественный спектральный анализ (ПКСА), всех проб на 30-40 химических элементов.

Регламентирующими документами при составлении карт являлись: "Временные требования к проведению и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаб 1:1000000-1:200000-1:50000" (Москва, ИМГРЭ, 1992г.), "Унифицированные легенды к комплектам карт масштаба 1:1000000 по полигонам" (Москва, ИМГРЭ, 1995г.), "Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаб 1:1000000" (Москва, ИМГРЭ, 1999г.).

1. СОСТОЯНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ

Приморский край среди регионов Дальнего Востока и Восточной Сибири выделяется сравнительно высокой изученностью геологическими и геохимическими методами.

Региональные геохимические работы масштаба 1:1000000 были проведены в Приморье Многопрофильной инновационной фирмой «Экоцентр» совместно с Институтом минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) в период с 1991 по 2000 гг. и известны как многоцелевое геохимическое картирование масштаба 1:1000000 (МГХК-1000). Этим методом была изучена вся территория Приморского края, а также расположенная в пределах листа L-53 южная оконечность Хабаровского края площадью около 20 км². В результате по сети, приблизительно соответствующей 10х10 км, были опробованы коренные породы, почвы (горизонт А₁), донные осадки водотоков, грунты (по южной половине Приморского края, южнее широты г. Лесозаводска). Полученные при МГХК-1000 материалы послужили основой для составления в 1995 году первых вариантов прогнозно-геохимической и эколого-геохимической карт южной половины территории Приморского края и листов L-53, 52 (в 2001 году). Ретроспективные геохимические данные при составлении этих карт не использовались. Полный комплект составленных при МГХК-1000 карт и объяснительные записки к ним находятся в ИМГРЭ. Кроме того, в соответствии с Территориальной программой проведения геологоразведочных работ в Приморском крае в 1999 г. на около 65% площади листа L-53-XXXI в его южной части силами ООО МИФ «Экоцентр» выполнены геоэкологические исследования с отбором проб почв, донных осадков водотоков и коренных пород с плотностью, отвечающей масштабу 1:200000-500000. Работы проведены в соответствии с методикой многоцелевого геохимического картирования, результаты приближенно-количественных и количественных спектральных аналитических исследований проб использованы при настоящих работах для составления прогнозно-геохимической и эколого-геохимической карт.

Геологическими съемками масштаба 1:200000 изучено 100%, а 1:50000 и крупнее - около 70% территории края. Съёмки сопровождались площадными геохимическими поисками по потокам рассеяния, реже по вторичным литохимическим ореолам. Практически все эти работы, проведенные в 50-е и 60-е годы, не отвечают современным требованиям как по методике отбора проб, так и качеству аналитических исследований. Дубликаты проб не сохранились.

За период с 1950 г. по 1993 г. площадными специализированными поисками по вторичным литохимическим ореолам масштаба 1:50000 и крупнее и потокам рассеяния масштаба 1:100000 покрыто 65-67% территории Приморья. Однако качество поисков, проведенных в 50-е, 60-е и частично 70-е годы, в большинстве своем не удовлетворяет современным требованиям. Это связано с низким качеством применявшихся методов отбора и анализа проб, необоснованно ограниченным комплексом определявшихся химических элементов и отсутствием в пробохранилищах значительной части дубликатов проб. Проведенными в 70-90-х годах поисковыми геохимическими работами удовлетворительного качества по вторичным литохимическим ореолам масштаба 1:50000 и крупнее изучено около 30%, а по потокам рассеяния масштаба 1:100000 – около 35% территории Приморского края. Изученность листов L-52, K-52 и K-53 поисковыми геохимическими методами удовлетворительного качества в масштабах 1:50000-100000 и крупнее низка и не достигает 10%.

На территории южной части Хабаровского края на листе L-53 значительное количество геохимических исследований масштаба 1:200000 - 50000, в основном, по потокам рассеяния, проведены в 70-90-е годы. Этими работами с результатами аналитических исследований удовлетворительного качества изучено порядка 35-40 % данной территории. Около 20% территории покрыто поисками по вторичным литохимическим ореолам масштаба 1: 50000 удовлетворительного качества.

В Приморье наиболее изученными по вторичным литохимическим ореолам являются территории листов масштаба 1:200000: L-53-IX, XVI, XVII, XXVII, XXXIV; наполовину изучены листы L-53-VI, XV, XXII, XXVIII, XXXIII. К числу наиболее изученных литохимическими поисками по потокам рассеяния можно отнести территории листов L-53-IV, V, VI, X, XI, XII, XVI, XVII, XVIII, XXII, XXVIII, XXXIII, XXXIV.

Геохимические поисковые работы по первичным литохимическим ореолам удовлетворительного качества преимущественно масштаба 1:50000 и крупнее проведены в Приморье, в основном, на листе L-53 (территории листов L-53-XXXIII, XXXIV, XXXV) в главных рудных районах. Ими охвачено не более 5% территории Приморского края. Это в первую очередь – территории Кавалеровского и Дальнегорского рудных районов, где первичные ореолы изучены не только с поверхности, но и на глубину. Можно, кроме того, выделить отдельные участки, мозаично изученные работами удовлетворительного качества по первичным ореолам на листах L-53- XXII, XXVIII, XXXII, а также рудные поля месторождений Лермонтовское, Восток-2, Тигриное, Вознесенское, Пограничное и прилегающие к ним площади.

2. ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

По природно-геологическим условиям Дальневосточный регион, к которому принадлежит и Приморский край, существенно отличается от других регионов России, в том числе от смежных регионов Восточной Сибири: Прибайкалья, Забайкалья, Бурятии, Якутии. Располагаясь в динамически активной зоне перехода от континента к океану, этот регион характеризуется специфичным геологическим строением - широким развитием сложно построенных блоково-складчатых и чешуйчато-надвиговых структур, сложенных разнообразными по возрасту, составу и генезису породами.

Металлогенический профиль региона определяется широким развитием оруденения оловянной, полиметаллической, оловянно-полиметаллической, вольфрамовой, золото-кварцевой, золото-серебряной, серебряной, флюорит-редкометальной и других рудных формаций. На сравнительно небольшой по площади территории Приморья уместается 15 структурно-формационных зон и подзон и 8 металлогенических зон с разнообразной рудно-геохимической специализацией.

В настоящее время специалистами ФГУГП ППСЭ составляется обновлённая геологическая карта масштаба 1:1000000 территории Приморского края. К сожалению, авторы настоящей записки этой картой не располагают, в связи с чем свои представления по геологическому строению территории исследований, основанные на упомянутой выше геологической карте, здесь не приводят.

Климатическую специфику региона составляет контрастное чередование летних муссонов, тропических циклонов и зимних антициклонов, что определяет формирование своеобразных ландшафтов, не свойственных для континентальных районов Сибири. Кроме того, ландшафтные особенности и географическое положение Приморья обеспечивают объективное решение задач по эколого-геохимическому и агро-геохимическому направлениям работ. Обилие в Приморье природных источников загрязнения компонентов среды обитания вредными химическими элементами создаёт специфические условия хозяйственной деятельности.

Важной особенностью региона является сравнительно высокая освоенность его территории (в сравнении с другими районами ДВ), а также развитие в крае разнообразных отраслей промышленности, сельского хозяйства, марикультуры. И, наконец, территория располагается на границе с КНР и КНДР, в связи с чем результаты геохимического картографирования и полученный при этом опыт в перспективе могут быть использованы в рамках международных проектов, нацеленных на прогнозирование рудных месторождений и экологические исследования, в том числе по ретроспективным геохимическим данным.

3. ЛАБОРАТОРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Основным методом получения аналитической информации при МГХК-1000 послужил приближенно-количественный спектральный анализ (ПКСА) всех проб на 40 химических элементов (х.э.). Согласно "Временных требований...", в перечень х.э. входил рекомендуемый обязательный комплекс (30 х.э.) и часть дополнительного комплекса элементов (10 х.э.).

Подавляющее количество проб, использованных при построении прогнозно-геохимической и схематической эколого-геохимической карт, связано с проведением в Приморье многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1000000 в период 1991-2000 г.г.

Пробы, отобранные при выполнении полевых работ I этапа по территории листов К-52, К-53, L-52 и южной части листа L-53 на общей площади около 100 тыс. км² в 1991-1992 г.г. (980 проб коренных пород, 554 пробы почв и 529 проб донных осадков) анализировались методом ПКСА в лаборатории НПЭФ "ГЭКО" (ДВИМС). Для решения прогнозно-поисковых и экологических задач пробы донных отложений частично анализировались спектрохимическим методом на золото и спектральным повышенной чувствительности на фтор (в этой же лаборатории). На фтор этим же методом проанализирована большая часть проб почв (80%). Чувствительность методов анализа на большинство элементов (исключая Au, As, Hg, Sb, Cd, Tl, Ta) удовлетворительна и приведена в таблице 1. Определение рекомендованных токсичных органических соединений производилось в ограниченном объеме – выборочно в пробах донных отложений и почв агроландшафтов.

Пробы, отобранные в 1997-2000 гг. по северной части листа L-53 (1208 проб коренных пород, 1023 пробы почв и 766 проб донных осадков водотоков анализировались методом ПКСА в лаборатории Бронницкой ГГЭ). Для прогнозной оценки площади 449 проб коренных пород из 1208 были проанализированы на золото спектрохимическим методом анализа в этой же лаборатории. Чувствительность методов анализа по лаборатории дана в таблице 1.

В целом состав и методы выполненных аналитических работ позволили решить поставленные задачи.

Помимо отмеченных результатов аналитических исследований при выполнении настоящих работ использованы данные анализа 159 проб коренных пород, 160 донных осадков водотоков и 274 проб почв, отобранных в юго-западной части описываемой территории в пределах площади листа L-53-XXXI. Пробы отобраны силами ООО МИФ "Экоцентр" с плотностью, отвечающей масштабу 1:500000. Приближенно-количественный и количественный спектральные анализы этих проб выполнены в 1999-2000 г.г. лабораторией Дальневосточного геологического института ДВО РАН. Пробы анализировались на 38 химических элементов, из них: количественным спектральным анализом методом просыпки – В, Pb, Zn, Cu, Sn, Ag, Ga, Mo, V, Cr, Ni, Co; методом испарения – Be, Zr, Sc, Y, Yb, La, Nb и приближенно-количественным спектральным анализом (просыпка) – Li, Mn, P, Ti, Ge, As, Sr, Cd, In, Ba, Hf, Ta, W, Tl, Bi, Sb, Th, Ce, Hg.

Использованные при составлении прогнозно-геохимической и схематической эколого-геохимической карт ретроспективные аналитические данные были получены в несуществующих в настоящее время лабораториях в разные временные периоды и характеризуются различными показателями качества (чувствительность, воспроизводимость, точность анализа, систематические и случайные отклонения и т. п.). Эти показатели по объективным причинам не были определены и, следовательно, не учтены при обработке данных и составлении поименованных выше карт.

В целом по листу L-53 с клапанами L-52, К-52 и К-53 материалы с удовлетворительным качеством аналитических исследований твёрдых компонентов геологической среды могут использоваться для уточнения и детализации данных, полученных при МГХК-1000, с целью создания геохимических основ при региональных работах масштаба 1: 200000 - 1000000.

Метрологический контроль параметров измерения по объектам опробования МГХК-1000 Приморского полигона (лист L-52 и южная часть листа L-53) выполнен в соответствии с методическими указаниями НСАМ ("Внутрилабораторный...", 1991; "Методы...", 1982; "Подземные...", 1987).

Таблица 1

Чувствительность методов анализа проб коренных пород, донных отложений, почв ($n10^{-3}\%$)

№ п/п	Химический элемент	Чувствительность по методам, лаборатории						
		Приближенно-количественный спек- тральный анализ			Бронниц кой ГГЭ	НПЭФ "ГЭКО"		
		НПЭФ "ГЭКО" (ДВИМС)		Броницкой ГГЭ		Спектрохи- мический анализ	Спектрохи- мический анализ	Спектр. ана- лиз повыш. чувств.
		просыпка	испарение					
1.	Бериллий		0,06	0,1	0,0002	0,0001	5,0	
2.	Барий		10	10				
3.	Ванадий		0,1	0,1				
4.	Висмут	0,2		0,1				
5.	Вольфрам	0,4		0,3				
6.	Германий	0,1		0,1				
7.	Галлий	0,3		0,1				
8.	Иттрий		0,6	0,3				
9.	Иттербий		0,1	0,1				
10.	Кобальт	0,06		0,05				
11.	Кадмий	0,4		0,3				
12.	Литий	0,6		3				
13.	Лантан		3	3				
14.	Молибден	0,1		0,05				
15.	Марганец		0,3	0,3				
16.	Мышьяк	3		10				
17.	Медь		0,01	0,1				
18.	Никель	0,06		0,1				
19.	Ниобий		0,8	0,3				
20.	Олово	0,03		0,1				
21.	Свинец	0,2		0,1				
22.	Стронций		10	3				
23.	Сурьма	1		3				
24.	Серебро	0,004		0,005				
25.	Скандий	0,4		0,1				
26.	Титан		1	0,5				
27.	Фосфор	30		10				
28.	Хром		0,6	0,3				
29.	Цирконий		0,6	1				
30.	Цинк	0,8		1				
31.	Бор	0,6		0,5				
32.	Фтор	-	-	-				
33.	Тантал		10	10				
34.	Ртуть	1		10				
35.	Золото		0,4	3				
36.	Таллий	0,4		0,3				
37.	Индий	0,3		0,3				
38.	Гафний	6		3				
39.	Торий		10	30				

Метрологические характеристики ПКСА установлены на основании статистической обработки результатов повторных контрольных определений содержания элементов в рядовых пробах (РП), в стандартных образцах состава (СОС), в долговременных контрольных пробах (ДКП), представляющих усредненный состав донных отложений и почв.

Полученные данные свидетельствуют, что перечень анализировавшихся элементов, чувствительность их определения и метрологические характеристики анализов, за редким исключением, соответствуют требованиям действующих нормативно-методических документов.

ПКСА коренных пород по большинству элементов соответствует отличному, а свинца, бериллия и никеля хорошему уровню качества. При интерпретации полученных результатов и проведении дальнейших работ необходимо учесть значимое систематическое завышение результатов рядовых определений по цирконию, меди, цинку, литию и систематическое занижение – по стронцию, скандию, бору.

ПКСА почв и донных отложений отличается систематическое занижение результатов по группе труднолетучих элементов (хром, ниобий, скандий, иттрий, иттербий). Воспроизводимость результатов анализов соответствует инструктивной, единичные явные промахи зафиксированы по молибдену, свинцу, серебру, вольфраму, кобальту, меди, фосфору, бору, цирконию, олову, бериллию, хрому. По данным анализа ДКП относительно худшие характеристики свойственны для висмута и кадмия, мышьяка и лития ($D=0,83$ и $0,88$).

Сопоставление результатов ПКСА проб коренных пород, выполненных в 1991-1994 г.г. в ЦЛ Приморгеолкома и лаборатории НПЭФ "ГЭКО" (ДВИМС), проведенное на ЭВМ по программе расчета точности анализов, показало удовлетворительную воспроизводимость анализов для большинства элементов. Исключение составляют лишь анализы марганца, бора и титана, для которых среднее относительное отклонение превышает допустимый предел. Статистическая оценка расхождений ПКСА коренных пород, выполненных в лабораториях Бронницкой ГГЭ и НПЭФ "ГЭКО" (ДВИМС) в 1991-1994 г.г. по выборке из 152 проб свидетельствует о неудовлетворительной воспроизводимости определений содержания Mn, Ti, Co, Ba, Be, Y. Необходимо отметить, что полученные значения относительных средне-квадратичных отклонений, составляющие для пяти из них (1,62-1,69), превысили допустимый предел (1,6) лишь в сотых долях.

По двум выборкам почвенных проб и одной выборке донных проб ($n=150$), проанализированных в ЦЛ Приморгеолкома и Бронницкой ГГЭ в 1991-1994 г.г. установлена хорошая воспроизводимость результатов по всему спектру элементов.

Сложнее обстоят дела с обеспечением правильности спектральных анализов. Систематическое расхождение результатов ПКСА, выполненных в различных лабораториях, как правило, превышает допустимые пределы по большинству проанализированных элементов. Это обстоятельство свидетельствует о настоятельной необходимости использования единой системы стандартных образцов состава для всех организаций, выполняющих аналитические работы по проекту МГХК.

Сопоставление результатов спектральных аналитических исследований проб, выполненных в 1991-1994 г.г. лабораторией НПЭФ "ГЭКО" и результатов спектральных анализов проб северной преобладающей части листа L-53, выполненных в 1998-2001 г.г. лабораторией Бронницкой геолого-геохимической экспедиции, указывает на значительные систематические расхождения по многим химическим элементам. Наблюдается значимое завышение результатов анализов последней лаборатории, по сравнению с первой, по свинцу, цинку, меди, ванадию, литию, фосфору и занижение - по никелю, марганцу, титану, барии, стронцию, ниобию, бору, скандию, цирконию, иттрию и иттербию.

4. КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА

Компьютерная обработка геохимической информации была направлена на решение задач по составлению прогнозно-геохимической и схематической эколого-геохимической карт.

Для решения прогнозно-поисковых задач, связанных с составлением прогнозно-геохимической карты, фирмой "Экоцентр" совместно с кафедрой прикладной математики и информационных технологий Дальневосточного государственного университета (ДВГУ) разработаны алгоритмы, отдельные блоки которых реализованы на ПЭВМ в виде программного комплекса «ГеоТом», блок «КОРА» (авторы-разработчики А.И. Бураго, В.А. Бураго, А.С. Кленин). В основу алгоритмов этих программ положена формализованная эмпирико-теоретическая модель аномального геохимического поля с ее адекватными трансформациями, а также теория геохимической зональности и эмпирические закономерности строения первичных ореолов рудных месторождений (Бураго А.И., 1986¹, 1986², 1990; Бураго А.И., Бураго В.А., 1998, 2002, с.).

В общем случае указанный пакет программ предназначен для решения задач площадных литохимических съёмок и поисков по первичным и вторичным литохимическим ореолам масштаба 1:1000000 и крупнее. Решаемые задачи: расчёт геохимических фонов; построение карт моно- и полиэлементных аномалий; отыскание оптимальных границ полиэлементных аномалий; определение их рудно-формационной принадлежности; оценивание степени эродированности аномальных объектов; оценивание прогнозных ресурсов; выявление рудных объектов в ранге, соответствующем масштабу работ (рудных районов, узлов, полей месторождений, отдельных месторождений). Средствами этого же пакета программ может осуществляться расчёт статистических характеристик аномалий и структурно-формационных комплексов пород для целей оценки их геохимической специализации. Основные расчётные данные экспортируются в программу ArcView, средствами которой осуществляется построение прогнозно-геохимической карты.

Для составления эколого-геохимической карты использована программа "Elf", разработанная специалистами ДВГУ (В.А. Бураго, Т.В. Бураго) и фирмы «Экоцентр». Она позволяет regularизировать исходные данные по заданному размеру ячейки и рассчитать значения суммарного показателя загрязнения по требуемым уровням. Полученные данные являются основой для построения средствами ArcView эколого-геохимической карты.

5. ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ФОНОВ

Для расчёта региональных фонов химических элементов в твёрдых компонентах геологической среды (коренных породах, грунтах, почвах, донных осадках поверхностных водотоков) использованы результаты приближённо-количественного спектрального анализа проб, отобранных на территории Приморского края при проведении МГХК-1000. Для этих целей был разработан специальный алгоритм формирования фоновой выборки, позволяющий в диалоговом режиме исключать из общего массива данных аномальные содержания химических элементов. Массивы данных, использованных для расчёта геохимических фонов элементов по каждой компоненте геологической среды, содержали порядка 1000-2000 проб. Кроме геохимического фона элемента рассчитываются среднее квадратичное отклонение, вариация и коэффициент концентрации. Последние два показателя используются при оценивании перспективности аномальных геохимических объектов.

Рассчитанные значения региональных фонов по изученным твёрдым средам даны ниже в таблице 2, а соотношения фонов и кларков – в таблице 3. Из таблиц видно, что региональные геохимические фоны в коренных породах подавляющего большинства изученных элементов в первом приближении согласуются с кларками земной коры по А.П. Виноградову и А.А. Беусу (Справочник по геохимии, М., "Недра", 1990).

Таблица 2

Характеристики геохимического фона компонентов ПГС, использованные значения ПДК и ОДК почв (гор. А). Содержание в %.

Символ хим. элемент.	Коренные породы		Почвы (гор. А)			Донные осадки	
	Среднее содерж.	Среднекв. отклон.	Среднее содерж.	Станд. мнж.	ПДК и ОДК	Среднее содерж.	Среднекв. отклон.
Sn	0.000355	0.000187	0.0003	1.37		0.000425	0.000249
Pb	0.00199	0.0008	0.00162	1.49	0.0032	0.00232	0.00168
Zn	0.00776	0.0041	0.00613	1.3	0.0055	0.0089	0.00694
Cu	0.00206	0.00081	0.00234	1.45	0.0033	0.0029	0.0016
Ag	5.23E-6	2.6E-6	7.6E-6	1.41		7.61E-6	6.365E-6
Ge	0.000105	5.7E-5	0.000147	1.27		0.00011	4.7E-5
Ga	0.00202	0.0007	0.00153	1.29		0.0017	0.00039
V	0.00746	0.005	0.00781	1.21	0.015	0.00931	0.00425
Cr	0.00412	0.003	0.0039	1.75		0.00619	0.00696
Ni	0.00203	0.0015	0.0022	1.59	0.0020	0.00261	0.00244
Mn	0.08151	0.11	0.147	1.44	0.15	0.126	0.1067
Ti	0.256	0.19	0.307	1.4		0.301	0.1656
Co	0.00104	0.00078	0.000954	1.5		0.0013	0.00148
Mo	0.000106	0.0002	0.000118	1.22		0.000121	7.53E-5
W	0.000174	6.8E-5	0.00013	1.19		0.000309	0.000206
As*	0.000261	0.00039	0.000477	2	0.00020	0.00176	0.00503
Bi	5.41E-5	0.0001	0.00003	2.74		0.000126	0.000154
Sb	5.06E-5	4.7E-5	0.000104	1.29	0.00040		
Au	4.303E-7	6.2E-8	4.30E-7			5.84E-7	4.117E-7
Ba	0.0456	0.012	0.08	1.14		0.0751	0.05002
Be	0.000153	7.6E-5	0.000196	1.4		0.000201	0.000113
Sr	0.0101	0.013	0.0131	1.35		0.0164	0.01214
Li	0.00233	0.0021	0.0023	1.44		0.00387	0.00144
Nb	0.0007	0.00044	0.000974	1.17		0.0009071	0.000409
In	3.04E-5	1.8E-5	0.000025	1.02		3.009E-5	4.002E-6
P	0.0633	0.11	0.093	1.2		0.1026	0.03043
Hg	1.39E-5	9.5E-5			0.00021	1.00E-05	2.1E-7
Cd	1.30E-5	2E-5	0.000128	1.46	0.00005	5.515E-5	6.475E-5
B	0.00186	0.0043	0.00383	1.42		0.003791	0.002166
Sc	0.000558	0.00032	0.00096	1.2		0.001013	0.000554
Zr	0.0141	0.01	0.0156	1.52		0.01497	0.0105
Y	0.0018	0.0012	0.0025	1.37		0.002166	0.00142

Yb	0.000118	0.00013	0.000265	1.28		0.00026	0.00014
La	0.00303	0.00081	0.00401	1.02		0.0036	0.000563
F	0.01764	0.02207	0.0208	1.79		0.01751	0.01894

*Курсивом выделены химические элементы и соответствующие им расчётные геохимические характеристики, имеющие низкое качество исходных лабораторно-аналитических данных. В подавляющем большинстве случаев это связано с недостаточной чувствительностью применявшихся методов анализа химического элемента.

Таблица 3

Соотношения геохимических фонов компонентов ПГС, и кларков
по Беусу и Виноградову

Символ х.э.	Фон кор.	Кларк (Виноградо в)	Фон/Кларк (Виноградов)	Кларк (Беус)	Фон/Кларк (Беус)	Почв/Кор	Дон/Кор
Sn	0.000355	0.00025	1.42	0.00027	1.31	0.85	1.20
Pb	0.00199	0.0016	1.24	0.0016	1.24	0.81	1.17
Zn	0.00776	0.0083	0.93	0.0051	1.52	0.79	1.15
Cu	0.00206	0.0047	0.44	0.0022	0.94	1.14	1.41
Ag	5.23E-06	7.00E-06	0.75	4.8E-06	1.09	1.45	1.46
Ge	0.000105	0.00014	0.75	0.00013	0.81	1.40	1.05
Ga	0.00202	0.0019	1.06	0.0019	1.06	0.76	0.84
V	0.00747	0.009	0.83	0.0076	0.98	1.05	1.25
Cr	0.00412	0.0083	0.50	0.0034	1.21	0.95	1.50
Ni	0.00203	0.0058	0.35	0.0026	0.78	1.08	1.29
Mn	0.0815	0.1	0.82	0.07	1.16	1.80	1.55
Ti	0.256	0.45	0.57	0.33	0.78	1.20	1.18
Co	0.00104	0.0018	0.58	0.00073	1.42	0.92	1.25
Mo	0.000106	0.00011	0.96	0.00013	0.82	1.11	1.14
W	0.000174	0.00013	1.34	0.00019	0.92	0.75	1.78
As	0.000261	0.00017	1.54	0.00016	1.63	1.83	6.74
Bi	5.41E-05	9.00E-07	60.14	0.000001	54.13	0.55	2.33
Sb	5.06E-05	0.00005	1.01	0.00002	2.53	2.05	0.00
Au	4.30E-07	4.3E-7	1.00	1.20E-07	3.59	1.00	1.36
Ba	0.0456	0.065	0.70	0.068	0.67	1.75	1.65
Be	0.000153	0.00038	0.40	0.00025	0.61	1.28	1.31
Sr	0.0101	0.034	0.30	0.023	0.44	1.30	1.62
Li	0.00233	0.0032	0.73	0.003	0.78	0.99	1.66
Nb	0.000698	0.002	0.35	0.002	0.35	1.40	1.30
In	3.04E-05	0.000025	1.21	0.000025	1.21	0.82	0.99
P	0.0633	0.093	0.68	0.08	0.79	1.47	1.62
Hg	1.39E-05	8.30E-06	1.67	3.30E-06	4.20	0.00	-
Cd	1.30E-05	0.000013	1.00	1.50E-05	0.87	9.84	4.24
B	0.00186	0.0012	1.55	0.001	1.86	2.06	2.04
Sc	0.000559	0.001	0.56	0.0011	0.51	1.72	1.81
Zr	0.0141	0.017	0.83	0.017	0.83	1.11	1.06
Y	0.0018	0.002	0.90	0.0036	0.50	1.39	1.20
Yb	0.000118	3.30E-05	3.58	0.00036	0.33	2.25	2.20
La	0.00303	0.0029	1.04	0.0046	0.66	1.32	1.19

Существенные отклонения полученных значений геохимического фона от кларков отмечаются по висмуту, бору, мышьяку, иттербию. Региональный фон висмута превышает его кларковое значение для земной коры по А.П. Виноградову - в 60 раз, по А.А. Беусу - в 54 раза, бора - в 1.55 и 1.86, мышьяка - в 1.54 и 1.63 раза соответственно. Региональный фон Yb в 3.58 раза выше его кларка по А.П. Виноградову и в 3 раза ниже таковой характеристики по А.А. Беусу. Последнее связано с различиями значений использованных кларков для земной коры на этот химический элемент. Большие различия рассматриваемых характеристик по

висмуту отмечаются и в других регионах России, в связи с чем ИМГРЭ рекомендовал использовать в расчётах вместо кларка увеличенную в 100 раз величину содержания Вi в хондритах. В этом случае повышенные значения региональных фонов Вi, As и В можно объяснить спецификой геологических и ландшафтно-геохимических условий Приморья.

6. ПРОГНОЗНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ КАРТА (ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ НА РУДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ)

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Прогнозная оценка изученной территории на рудные полезные ископаемые осуществлялась по результатам опробования коренных пород при МГХК-1000 (3073 пробы) с использованием в значительном объёме ретроспективных данных, полученных ранее при эколого-геохимических и поисково-оценочных работах на отдельных аномальных объектах – месторождениях и рудопоявлениях (таб. 4). Количество добавленных проб составило 1477. Общее количество использованных при составлении прогнозно-геохимической карты проб составило 4550.

Таблица 4

Список исходных геохимических данных, использованных при составлении прогнозно-геохимической карты масштаба 1:1000000

№№ п/п	Объекты сбора геохимических данных, использованных при составлении прогнозно-геохимической карты Приморья масштаба 1:1000000	Количество проб
1	МГХК Северная часть листа L-53 (1997-2000 гг.)	1204
2	МГХК Южная часть листа L-53 с клапаном L-52 (1992-95 гг.)	890
3	МГХК Листы К-53, К-52 (1992-95)	979
4	Участки Санаторный и Амурский залив (1987 г.)	106
5	Ретро данные без привязки к рудным объектам (ССО)	45
6	Объект «Мониторинг» (1998 г.)	15
7	Вознесенский рудный район (лист L-53-XXXI)	200
8	Участок Славянский (пробы ООО МИФ «Экоцентр»)	108
9	Пробы Славянской партии ППСЭ (1999-2001 гг.)	776
Кавалеровский рудный район:		
10	Уч. Угловой	2
11	Уч. Мирный	2
12	Уч. Свояковка	2
13	Уч. Право-Лудьёвский	2
14	Уч. Перевал	1
15	Уч. Сотниковский,	2
16	Уч. Приметный	2
17	М-ние Дубровское	2
18	М-ние Верхнее	1
19	М-ние Хрустальное	2
20	М-ние Арсеньевское	2
21	М-ние Тёмногорское	2
22	Р-ние Северо-Перевальное	2
23	Р-ние Цинковое	2
24	М-ние Искра	4
Дальнегорский рудный район		
25	М-ние Лидовское	1
26	М-ние Николаевское	1
27	М-ние Садовое	1
28	М-ние Красногорское	5
29	М-ние Майминовское	3
30	Партизанская рудоносная структура	4

31	Р-ние Скальное	1
Другие рудные объекты		
32	М-ние Лермонтовское	8
33	М-ние Восток-2	12
34	М-ние Тигриное	9
35	Р-ние Ленинградское-Хребтовое	10
36	М-ние Средне-Микулинское	5
37	М-ние Зимнее	1
38	М-ние Сибичинское	9
39	М-ние Глухое	5
40	Уч. Островной	4
41	М-ние Дальнее	5
42	Уч. Болотный	8
43	Уч. Незаметный	11
44	Уч. Междуречный	8
45	Р-ние Верхне-Золотое	7
46	Р-ние Иденгу	3
47	Уч. Заявочный	1
48	Уч. Ключ Александра	2
49	Уч. Пога	2
50	Уч. Холодный	3
51	Уч Болотный	2
52	Уч. Яркий	6
53	Уч. Тусклый	4
54	М-ние Таёжное	3
55	Уч. Быстрый	1
56	М-ние Салют	1
57	Р-ние Гордеевское	1
58	М-ние Криничное	50
	Всего	4550

Выделение АГО и их оценивание осуществлялось с применением компьютерных технологий. Для целей прогнозирования был использован пакет программ "ГеоТом" (блок «КО-РА»). Входящие в блок «КОРА» программы направлены на решение основных задач прогнозно-поисковой геохимии, начиная от регуляризации исходных данных и вычисления геохимических фонов и заканчивая расчётом прогнозных ресурсов на широкий круг химических элементов. Прогнозные ресурсы определялись по рудной составляющей адекватной модели распределения концентрации полезного компонента на оцениваемом объекте. Программы были апробированы на материалах МГХК-1000 при составлении прогнозно-геохимической карты масштаба 1:1000000 по территории листа L-53 в 2000-2001 гг.

Ранее (1995 г.) математической обработке по аналогичному алгоритму были подвергнуты лабораторно-аналитические данные, полученные при МГХК-1000 по опробованию коренных пород, рыхлых элювиально-делювиальных образований и донных отложений водотоков по южной половине территории Приморского края, включая южную часть описываемых листов до широты г. Лесозаводска. Наилучшие результаты прогнозирования были получены по данным опробования коренных пород, которые по сравнению с другими методами более информативны и пространственно более конкретны.

Так донным опробованием обнаруживается не более 70 % АГО, выявленных ранее и прогнозируемых по результатам опробования коренных пород. Кроме того, по потокам рассеяния на данном уровне развития методов обработки геохимической информации не представлялось возможным выполнить количественное оценивание прогнозных ресурсов по результатам работ масштаба 1:1000000.

Эффективность прогнозирования по вторичным ореолам (горизонт ВС) и почвам (горизонт А₁) также более низка в сравнении с аналогичными результатами, полученными по коренным породам. Число неточных оценок рудно-формационной принадлежности АГО и, в особенности, их прогнозных ресурсов возрастает на 30-40%, что можно объяснить нарушением первичного, характерного для коренных пород, распределения химических элементов в грунтах и почвах. Оказалось, что при переходе от коренных пород к почвам прогнозные оценки рудно-формационной принадлежности АГО «сдвигаются» в сторону более низкотемпературных формаций: например, от вольфрамитовой (кварцево-сульфидно-жильной) или кварцево-касситеритовой по данным опробования коренных пород через сульфидно-касситеритовую - по горизонту ВС - к полиметаллической или золото-серебряной - по почвам (горизонту А).

Главной позитивной особенностью геохимических поисков по коренным породам является достаточно большое дальное действие и почти полное отсутствие искажения наблюдаемого поискового сигнала. В коренных породах геохимический поисковый сигнал – непрерывен, хотя в разных частях пространства может иметь различные параметры, характеристики, градиенты. Последние отражают дальность действия сигнала. Сигнал не зависит от ландшафтных условий территории, не искажается характеристиками «ложных», а так же техногенных геохимических аномалий, не прерывается долинами рек, водоразделами и другими подобными наземными «преградами» и факторами, не связанными с геологией и геохимией коренного субстрата. Поисковый сигнал устойчиво проявляется даже в слабо изменённых коренных породах, содержащих в себе обильную информацию о разного рода геологических и геохимических процессах. Эти свойства сигнала очень важно учитывать при выборе метода поисков при проведении мелкомасштабных (региональных) и среднемасштабных геохимических работ, которые, как известно, сопровождаются редкой сетью опробования компонентов геологической среды. Разрешающая способность поисков по коренным породам и надёжность прогнозных оценок будут более высокими, а результаты – более эффективными.

Оценивание описываемой территории осуществлялось по регуляризованной модели исходных данных с размером ячейки 7х7 км. Это сделано с целью получения как можно большего числа градаций содержания аномальных химических элементов, что необходимо для количественной оценки прогнозных ресурсов. Аномальные геохимические поля выделялись с высокой вероятностью (0.982-0.997) по широкому комплексу химических элементов, в число которых входили: Sn, Pb, Zn, Cu, Ag, V, Cr, Ni, Mn, Ti, Co, Mo, W, As, Bi, Au, Ba, Be, Sr, Li, Nb, B, Sc, Zr, Y, Yb (всего 26 элементов).

Результаты прогнозирования, выполненного по данным опробования коренных пород, представлены на описываемой прогнозно-геохимической карте и в «кадастре рудогенных АГП, выделенных на прогнозно-геохимической карте...» (приложение 1). На карте показаны аномальные геохимические объекты, выделенные в ранге металлогенических (геохимических) зон, рудных (геохимических) районов и узлов. Каждый аномальный объект имеет кадастровый номер, а зоны и рудные районы – собственные названия. Некоторым из рудных узлов также присвоены собственные имена и всем дана характеристика металлогенической специализации и возможной рудно-формационной принадлежности. Для подавляющего большинства аномальных геохимических объектов определены прогнозные ресурсы основных полезных компонентов, включая Sn, W, Pb, Zn, Ag, Cu, Mo, Be, редкие и рассеянные элементы и др. В связи с отсутствием анализов удовлетворительного качества на Au, Sb, Hg, In, Ta, прогнозные ресурсы этих элементов определены лишь по единичным аномальным геохимическим объектам (Au, Sb) или не оценивались (In, Hg). Кроме того, полученные оценки прогнозных ресурсов редких и рассеянных элементов, а также кобальта очевидно завышены. Тем не менее, они введены в кадастр, но не учтены при определении перспективности АГО.

К сожалению, на карте не нашли отражения самые информативные для неё слои, содержащие сведения о рудно-формационной структуре выделенных АГО и прогнозных ресурсов, которые позволяют целенаправленно локализовать объекты дальнейших поисков. Всё это не предусмотрено действующими в настоящее время «Требованиями к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1000000».

6.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

По результатам оценки геохимической специализации СФК и СФЗ, полученным «Экоцентром» ранее по южной и северной половинам территории Приморского края (картографические материалы отосланы в ИМГРЭ в 1995 и 2001 гг.), на изученной территории выделено 8 геохимических областей в ранге металлогенических зон: I – ГРОДЕКОВСКАЯ, II – ХАНКАЙСКАЯ (Ханкайская и Синегорско-Черниговская СФЗ); III – АМУРСКАЯ, IV – БИКИНСКАЯ, V – МАЛИНОВСКАЯ, VI – ЦЕНТРАЛЬНАЯ (Центральная и Партизанско-Окраинская СФЗ), VII – ВОСТОЧНАЯ, VIII – ПРИБРЕЖНАЯ. Далее в тексте они называются металлогеническими зонами и обозначаются аббревиатурой МЗ, а геохимические районы и узлы соответственно – рудными районами и узлами с аббревиатурой РР и РУ. По результатам компьютерной обработки в пределах изученной территории выделено 12 рудных районов и 110 геохимических аномалий в ранге рудных узлов, в том числе 16 РУ в контурах рудных районов и 94 РУ – за их пределами (таб. 5, текстовое приложение 1).

Таблица 5

Распределение выделенных рудных районов и узлов в более крупных геохимических структурах (МЗ и РР)

Металлогеническая зона	Количество РР	Количество РУ в контурах РР	Количество РУ вне контуров РР
I Гродековская	нет	нет	7
II Ханкайская	2	8 (II-2//8)*	8
III Амурская	нет	нет	4
IV Бикинская	3	нет	7
V Малиновская	нет	нет	7
VI Центральная	2	3 (VI-2)	27
VII Восточная	4	5 (VII-3//2; VII-4//3)	19
VIII Прибрежная	1	нет	15
Всего	12	16	94

*В скобках дан кадастровый номер рудного района, а полужирной цифрой, стоящей после двух косых линий, – количество выделенных в нём рудных узлов

Ниже кратко рассматриваются результаты прогнозного оценивания территории по выделенным металлогеническим зонам.

ГРОДЕКОВСКАЯ МЗ (I) выделяется в контурах северной оконечности российской части Лаоелин-Гродековской структурно-формационной зоны и представляет собой фрагмент более крупной металлогенической структуры, отделяющей Ханкайский микроконтинент от обрамления Китайской платформы. Зона сложена, в основном, силур-девонскими коллизионными гранитоидами, вулканоплутоническим комплексом перми и вулканогенно-терригенной формацией силура, не обладающими четко выраженной геохимической специализацией. В пределах листов L-52 и K-52 на территории зоны выделены 7 полиэлементных аномалий в ранге геохимических (рудных) узлов. В южной части зоны в пределах Хасанского административного района существенный интерес представляют аномалии I.4, I.5, I.6, I.7. Рудно-формационная принадлежность двух из них (I.4, I.7) определяется как золото-серебряная с прогнозными ресурсами Ag до 2 и 6 тыс. тонн соответственно и Au в аномалии I.4 - до 200 тонн. Аномалия I.6 оценивается как вольфрам-шеелитовая и золото-кварцевая с Cu. В целом

всё аномальное поле РУ I.6 программными средствами относится к серебряной медно-висмутовой формации. Здесь прогнозируются ресурсы: Au 100-120 т., W – 20 тыс. тонн. Cu – 200 тыс. тонн, Bi – 20 тыс. тонн, Hg – 7 тыс. тонн, As – более 1 млн. тонн. Северо-восточная и юго-западная части аномалии I.5 относятся к золоторудным формациям, а центральная – к оловянным. Здесь прогнозируются средние по величине ресурсы Sn, Zn, As. Ресурсы остальных элементов определяются как низкие или отсутствуют. Прогнозные ресурсы Au не рассчитывались в связи с отсутствием данных. В целом перспективность рудных узлов I.4 и I.6 можно оценить как высокую, а I.5 и I.7 – как среднюю.

В северной половине территории Гродековской зоны выделено 3 аномалии также в ранге рудных узлов. Более 70-80% площади аномальных полей РУ I.1 и I.2 по рудно-формационной принадлежности идентифицируется с золото-кварцевой малосульфидной формацией, остальные – с оловянной и вольфрамовой. Близкая ситуация имеет место и на территории РУ I.3, где рудная формация северной половины аномального поля определяется как оловянно-полиметаллическая, а южная – как золото-кварцевая малосульфидная. Если не учитывать золото и редкоземельные рассеянные элементы, перспективность рассматриваемых трёх РУ на рудное сырьё следует признать низкой.

Основным профилирующим химическим элементом, определяющим металлогеническую специализацию рассматриваемой МЗ, является, по видимому, золото, хотя определённый практический интерес могут представлять W, Sn, а также рассеянные редкоземельные элементы (Y, Yb, Sc). В этом отношении обращает на себя внимание аномалия I.2, расположенная на левобережье верхнего течения р. Мельгуновки, в пределах которой прогнозные ресурсы составляют (в тыс. тонн) Sc – 14, Y – 50, Yb – 3-6.

Практический интерес на выявление месторождений коренного золота могут представлять все аномалии, характеризующиеся, в основном, золото-кварцевой рудно-формационной специализацией. К сожалению, из-за отсутствия лабораторно-аналитических данных по золоту их количественные характеристики, в том числе прогнозные ресурсы, на этот металл остались неоценёнными.

ХАНКАЙСКАЯ МЗ (II) выделяется в контурах Ханкайской и Синегорско-Черниговской структурно-формационных зон и характеризуется развитием в ее пределах обширного набора ГК, имеющих возраст от архея и раннего протерозоя до неогена. Геологическая граница с расположенной к западу Гродековской зоной на поверхности проявлена нечётко, т.к. в значительной своей части перекрыта палеоген - четвертичными слабо литифицированными и рыхлыми отложениями. Восточная граница зоны, установленная по прогнозно-геохимическим данным, приурочена к полосе гранитоидных интрузий, принадлежащих силур-девонскому, пермскому и меловому (альб-сеноманскому) геологическим комплексам. Среди специалистов эта полоса известна под названием Западного структурного шва. Южная граница с Амурской зоной пока не имеет однозначного геолого-геохимического толкования, хотя рудно-геохимические различия зон вполне очевидны.

На территории Ханкайской зоны выделены два рудных района: Лесозаводский (II-1) - в северном блоке микроконтинента и Вознесенский (II-2) - в южном. Первый в контурах, отражённых на прогнозно-геохимической карте, выделяется впервые. По данным прогнозирования аномальное геохимическое поле первого из них относится к оловянно-полиметаллической, редкометально-редкоземельной и золото-кварцевой рудным формациям; второго - к флюорит-редкометальной, вольфрам-редкометальной, полиметаллической, олово-полиметаллической и золото-кварцевой формациям.

Для Лесозаводского рудного района (II-1), расположенного в северном блоке зоны характерна пространственная приуроченность редкометальных и золоторудных формаций к протерозойскому комплексу сиалического фундамента микроконтинента и частично к коллизионным гранитоидам силур-девона. Перспективность этого рудного района на Sn, Pb, Zn, Cu оценивается как средняя. Отмечаются повышенные прогнозные ресурсы редкоземельных и рассеянных элементов (Y, Yb, Ga), а также Sr (2500 т. тонн). В связи с отсутствием лабора-

торно-аналитических данных по золоту прогнозные ресурсы этого элемента здесь не определены, хотя в соответствии с результатами компьютерной обработки геохимической информации золоторудные объекты промышленной значимости здесь могут присутствовать. Прогнозные ресурсы Со оцениваются в 30 тыс. тонн и, вероятно, в значительной степени завышены. Это не позволяет использовать полученные оценки прогнозных ресурсов этого элемента для определения степени перспективности аномального объекта в целом. Выяснение причин завышения оценок прогнозных ресурсов Со требует дополнительных исследований.

Расположенные в северной части Ханкайской зоны **геохимические (рудные) узлы II.1 и II.2** относятся, в основном, к оловянно-полиметаллической и редкометально-редкоземельной рудным формациям средней степени перспективности. В пределах первой из них прогнозируются ресурсы Ва (2 млн. тонн), в пределах второй – Zr (3 млн. тонн), La, Y – по 50 тыс. тонн, F – 4 млн. тонн. Кроме того, в контурах обоих АГО выделяются фрагменты аномального геохимического поля, относящиеся к золото-кварцевой рудной формации (на прогнозно-геохимической карте они не показаны, так как это противоречит действующим «Требованиям...»). Прогнозные ресурсы Au не определены.

В пределах Вознесенского рудного района (II-2), расположенного в южном блоке Ханкайской зоны, выделяется 8 геохимических аномалий в ранге рудных узлов. Одноимённый флюорит-редкометальный **рудный узел (II-2.1)**, располагающийся в западной части РР, приурочен, в основном, к кембрийскому карбонатно-терригенному комплексу, который является только рудовмещающим и не имеет отчётливо выраженной геохимической специализации. В средней части упомянутого рудного узла располагаются два крупных по запасам месторождения флюорита - Вознесенское и Пограничное. Оба месторождения в настоящее время эксплуатируются. Прогнозные ресурсы фтора в этом РУ определяются в 17 млн. тонн, Be – 30 тыс. тонн, на основании чего перспективность узла оценивается как высокая. Средние по размерам ресурсы прогнозируются здесь по Zn, Pb, Cu, Ag, Sn; повышенные (без привязки к уровням перспективности) – по Sc, La, Y, Yb. **Геохимический (рудный) узел II-2.5**, занимающий центральную часть рудного района, относится к оловянно-полиметаллической и редкометально-редкоземельной рудным формациям. Здесь прогнозируются высокие ресурсы Be (20 тыс. тонн); средние - Sn, Nb, Pb, Zn; резко повышенные - La, Y, Yb, Sc (100, 60, 4, 10 тыс. тонн соответственно). Перспективность рудного узла в целом оценивается как высокая. **Геохимический (рудный) узел II-2.3**, расположенный в северной части Вознесенского РР, в рудно-формационном аспекте имеет сложно построенное аномальное поле. Здесь выделяются рудные формации: оловянно-полиметаллическая, вольфрамовая (вольфрамитовый минеральный тип), медно-молибденовая, серебряная медно-висмутовая, золото-серебряная, золото-кварцевая. На основе данных, полученных при оценке прогнозных ресурсов, можно полагать, что для геохимического поля описываемого узла в целом характерно присутствие редких и рассеянных элементов (далее даются ресурсы по элементам в тысячах тонн): Be – 10, Nb – 40, La – 60, Y – 40, Sc – 14, а так же – Co – 50. Без учёта перечисленных выше элементов и золота перспективность рассматриваемого РУ оценивается как средняя. Оценки перспективности остальных РУ Вознесенского рудного района на олово, вольфрам, полиметаллы – низкая или из-за недостатка данных не определяется (РУ II-2.2 и II-2.4). Средние по запасам бериллия объекты можно ожидать в пределах РУ II-2.7 и II-2.8.

По результатам применения для обработки геохимических данных компьютерных технологий в пределах Вознесенского рудного района выделены 4 АГО в ранге геохимических узлов (РУ II-2.2, II-2.3, II-2.7 и II-2.8), имеющих в своём составе фрагменты территории, относящиеся к золоторудным формациям. Золото здесь может быть связано с карбонатно-сланцевыми геологическими комплексами протерозоя и кембрия, а также - с вулканическими и углеродистыми комплексами палеозоя.

Из шести АГО, окаймляющих Вознесенский рудный район с запада, востока и юга, три «западных» РУ относятся к оловянно-вольфрамовой (возможно - к вольфрамовой и оло-

вянно-полиметаллической) с золотом рудным формациям (РУ - II.3, II.4, II.5). Формационная принадлежность небольших по размерам рудных узлов II.6 и II.8 определяется, в основном, как золото-кварцевая. Наиболее крупный по площади юго-восточный РУ II.7 разделяется на две части: северо-западную – оловянную (оловянно-полиметаллическую) и юг-юго-восточную – золоторудную. Прогнозные ресурсы «западных» РУ по Sn, Pb, Zn, W оцениваются как низкие. Средние по величине ресурсы прогнозируются: Ва – 1млн. тонн (РУ II.3), Ве – 5 и 7 тыс. тонн в рудных узлах II.4 и II.5 соответственно. Прогнозные ресурсы золоторудных узлов II.6 и II.8 не получили полноценной оценки из-за недостатка данных (см. кадастр). Главным промышленно ценным элементом здесь, вероятно является Au, на которое пробы не анализировались. В рудном узле II.7 прогнозируются средние по величине ресурсы (в тыс. тонн): Sn – 20, Cu – 110, Zn – 100, Nb – 70. Отмечаются повышенные прогнозные ресурсы Y и Yb (60 и 20 тыс. тонн соответственно).

В целом металлогеническая специализация Ханкайской зоны оценивается как флюорит-редкометальная, оловянная, вольфрамовая, золотая. Прогнозируются здесь полиметаллические, оловянно-полиметаллические, редкометально-редкоземельные рудные объекты. Наибольший практический интерес в Ханкайской ГЗ представляет фтор, прогнозные ресурсы которого оцениваются: в Вознесенском рудном районе - в 17 млн. тонн, в Спасском РУ - в 4 млн. тонн. По другим элементам суммарные прогнозные ресурсы зоны по категории Р₃ составляют (т. тонн): олово - 250, вольфрам - 64, бериллий - 86, лантан - 385, цинк – 2925, свинец - 1600. На основании этих данных Ханкайская зона отнесена к высоко перспективным.

АМУРСКАЯ МЗ (III) ограничивает Ханкайский микроконтинент с юга, располагаясь между Гродековской и Центральной металлогеническими зонами. Южная граница зоны достоверно не установлена, поскольку она перекрыта водным слоем морских акваторий. Значительная часть зоны занята слабо литифицированными терригенными породами слагающими палеоген-неогеновые депрессии. В северо-восточной и северо-западной частях зоны развиты покровы миоценовых базальтов. Допалеогеновый фундамент, по которому осуществлялось прогнозирование, сложен девон-пермским вулканогенно-терригенным и триас-юрским терригенным породными комплексами, которые не имеют отчётливо выраженной рудно-геохимической специализации.

Всего на территории Амурской зоны выделено 4 аномальных геохимических объекта в ранге рудных узлов. По геохимическим характеристикам и результатам прогнозирования, на территориях этих РУ можно предполагать присутствие объектов золото-кварцевой, вольфрамовой (шеелитовый минеральный тип), оловянно-полиметаллической, сурьмяно-ртутной и редкоземельной рудных формаций. Существенно золоторудными (золото-редкоземельными) допустимо считать РУ III.1, III.4. и, возможно, - III.2., не имеющего оценки прогнозных ресурсов из-за недостатка исходных данных. Из упомянутых выше АГО только цинк в первом из них достигает среднего уровня перспективности по прогнозным ресурсам. Рудный узел III.3 можно назвать полиформационным. Здесь прогнозируются ресурсы (т. тонн): средние (или близкие к ним) - Zn (200), Cu (100), As (~100); низкие – Sn (3), Pb (70), Ag (0.2), W (2), Mo (1), Sb (3); Ве (1.5), повышенные неопределённого уровня значимости – Y (10), Yb (5).

Бикинская Мз (IV) охватывает территории Бикинской и Алчанской структурно-формационных зон. Подавляющая часть прогнозируемых рудных полей располагается в пределах развития вулканогенно-осадочных пород островодужного комплекса юрского возраста, который характеризуется литофильно-халькофильно-сидерофильной геохимической специализацией. Из рудных химических элементов в ранжированных рядах накопления присутствуют Zn, Cu, Sn.

По результатам компьютерной обработки данных в пределах зоны выделено 3 геохимических (рудных) района: Вяземский (IV-1), Матайский (IV-2) и Лермонтовский (IV-3). Пер-

вые два района имеют медно-золотую рудно-геохимическую специализацию, Лермонтовский - золото-медно-вольфрамовую (шеелитовую). В пределах последнего располагается одноимённое среднее по запасам скарново-шеелитовое месторождение вольфрама, которое в настоящее время эксплуатируется. В пределах ГР IV-1 и IV-2, известны проявления коренного и россыпного золота, вольфрама, олова, ртути (ГР IV-1). В северо-восточной части рудных районов IV-1, IV-3 и северного окончания IV-2 прогнозируются редкоземельно-редкометалльные рудные объекты с повышенными прогнозными ресурсами Y и Yb. Высокие ресурсы цинка (1100 тыс. тонн) прогнозируются в Матайском рудном районе. В том же РР, а также в Вяземском и Лермонтовском РР прогнозируются повышенные ресурсы меди (>500, 700 и 650 тыс. тонн соответственно). В Матайском РР прогнозные ресурсы меди могут достигать 2000 тыс. тонн. Такое допущение основано на неоднозначности полученных оценок ресурсов этого элемента, которые по значениям группируются (приблизительно) в два интервала – 350-650 и 1800-2400 тыс. тонн. Общие прогнозные ресурсы вольфрама в описываемых районах составляют 95 тыс. тонн, в том числе в Лермонтовском – 80 тыс. тонн. Можно предполагать, что последняя оценка занижена в связи с недостаточной чувствительностью спектрального анализа проб на W. Прогнозируемые вольфрамовые объекты, так же как и расположенное в пределах рудного узла Лермонтовское месторождение, относятся к скарновой и, возможно, к скарново-грейзеновой рудным формациям. Высока вероятность выявления в рудных районах промышленных месторождений золота золото-кварцевой мало и умеренно сульфидной формаций. Из других полезных компонентов средние прогнозные ресурсы определены по Sn. Перспективность Матайского района (IV-2) оценивается как высокая, двух других – как средняя (без учёта Au и TR).

Кроме геохимических районов в пределах Бикинской геохимической зоны выделено 7 геохимических (рудных) узлов, отнесенных к различным рудным формациям: золото-кварцевой (IV.1), медно-золотой (IV.2), золото-баритовой (IV.3), медно-никелевой с золотом (IV.4), золото-вольфрамовой (IV.6), олово-редкоземельной (IV.5), никелевой – Ni, Cr, Co и олово-редкоземельной (РУ IV.7).

Существенный интерес представляет группа рудных узлов IV.4, IV.6, IV.7. Почти непрерывное аномальное геохимическое поле, образуемое этими объектами, приурочено к тектоническим разломам, ограничивающим Алчанскую структурно-формационную зону с юга и востока. Общая протяжённость аномального поля составляет 170 км, ширина колеблется от 10 до 25 км. В средней части АГП вблизи границы с Малиновской зоной (ГУ IV.7) кроме Zn, Cu, Sn, TR, прогнозируется никелевая рудная формация с ресурсами никеля порядка 3 млн. тонн. В пробе, отобранной при проведении МГХК-1000 из милонитизированных и расслацованных перидотитов (габбро?) раннемелового возраста с целью получения характеристик геохимической специализации породного комплекса, установлены содержания (в %): Ni – 0.5, Co – 0.03, Cr – 0.3. Из трёх рассмотренных ГУ перспективность двух (IV.4, IV.7) определена как высокая, IV.6 – как средняя. Перспективность ГУ IV.3 и IV.5 оценивается как средняя, первой - по Ba, Zn, Cu, а второй – по Sn, Zn и Cu.

Малиновская ГЗ (V) выделяется в контурах одноимённой структурно-формационной зоны. Восточная граница зоны отделяет терригенные триас-юрские и вулканогенные пермские формации Малиновской СФЗ от островодужных СФК каменноугольно-пермского и юрского возрастов, характерных для Центральной СФЗ.

На территории рассматриваемой зоны выделено 7 аномальных геохимических объектов, все в ранге рудных узлов. К ним относятся аномалии с номерами от V.1 до V.7. Аномальный геохимический объект V.4 представляет известный Шибановский оловянно-вольфрамовый (с бериллием) рудный узел. В пределах зоны в направлении с севера на юг наблюдается последовательное изменение рудно-формационной принадлежности выделенных геохимических узлов: V.1 – оловянная формация, V.2 и V.3 – оловянно-вольфрамовая, V.4 и V.5 – вольфрамовая, V.6 и V.7 – золото-вольфрамовая. Для АГО Малиновской зоны, характерно присутствие W или Sn, а так же - Be, Y, Yb, иногда – La и Sc. Прогнозные ресурсы пер-

вых трёх из числа упомянутых выше элементов оцениваются в большинстве случаев как мелкие или средние. Редкоземельные и рассеянные элементы при определении крупности и соответствующей перспективности АГО не учитывались. В пределах выделенных в южной половине зоны двух золото-вольфрамовых РУ практический интерес может представлять золотая и редкометально-редкоземельная минерализация. Однако прогнозные ресурсы золота из-за отсутствия лабораторно-аналитических данных остались неоценёнными. Прогнозные ресурсы вольфрама здесь сравнительно малы. Редкоземельная минерализация наиболее характерна для РУ V.6. В пробе, отобранной при МГХК-1000 для оценки геохимической специализации раннемелового геологического комплекса, установлены повышенные содержания элементов (в %): Р -3, Zr – 0.06, Y – 0.03, Yb – 0.003, La – 0.02. Прогнозные ресурсы фосфора оцениваются в 15 млн. тонн, циркония – в 1000 млн. тонн и, вероятно, завышены. Определить степень завышения ресурсов по имеющимся исходным данным не представляется возможным.

В целом перспективность зоны на рудные полезные ископаемые оценивается как средняя. Наиболее значимые прогнозные ресурсы в Малиновской зоне имеют Be, Sn, W, (25, 90, 52 тыс. тонн соответственно). Относительно велики прогнозные ресурсы редкоземельных элементов – La, Y, Yb, которые не учитывались при определении перспективности объектов.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ МЗ (VI) в виде полосы шириной от 30 км (в центральной части) до 110-120 км на севере и юге протягивается через всю исследованную территорию от верховьев р. Хор (Хабаровский край) до береговой линии Японского моря (Приморье). Зона выделяется своей ярко проявленной золото-вольфрамовой рудно-геохимической специализацией. Это обстоятельство, наряду с особенностями геохимической специфики горно-породных комплексов, явилось основанием для объединения в единую металлогеническую структуру Партизанско-Окраинской и Центральной СФЗ, а также структурно-формационных подзон: Хорско-Ариадненской, Хорско-Тормасинской и Анюйской. По этой же причине к рассматриваемой структуре отнесен сравнительно небольшой по размерам блок Восточной СФЗ, располагающийся к востоку от Центрального Сихотэ-Алинского разлома и протягивающийся вдоль р. Перевальной от верховьев р. Малиновки до устья р. Дальней. Блок сложен преимущественно раннемеловой флишовой формой (комплекс пассивных континентальных окраин). Для рассматриваемой металлогенической зоны характерно развитие триас-юрских терригенных и юрских олистостромовых ГПК. Первые в южной части зоны обладают наложенной золотой металлогенической специализацией, а вторые на всей территории Центральной СФЗ - преимущественно золото-вольфрамовой. В северной части зоны в пределах Хорско-Тормасинской подзоны в виде узкой полосы вдоль Центрального разлома протягиваются породы протерозойского метаморфического комплекса. Их геохимическая специализация определена как литофильная, представленная одним химическим элементом – бором.

В пределах Центральной металлогенической зоны выделено два рудных района Хорский (Cu, Au, W) и Ариадненский (W, Au).

Хорский РР (VI-1) выделяется впервые. Он расположен в северной части зоны и не оконтурен с севера, так как некоторая его часть располагается за пределами исследованной площади. Район представлен полиэлементным аномальным полем, которое выделено по 14 аномальным ячейкам осреднения, с вероятностью 99.7% и 3^m – с вероятностью 95%. Поле включает 2 неаномальные ячейки. Территория РР неоднородна по рудно-формационным характеристикам аномального поля, которое включает в себя золото-кварцевую, вольфрамовую, скарново-шеелитовую и медную (медно-порфировую?) рудные формации. Прогнозные ресурсы определены для Cu, W, Zn, Mo, Sn, Ag, Sc, Y, Yb. Наибольший практический интерес представляют Cu, W и, вероятно, Au. Прогнозные ресурсы первых двух элементов оцениваются как высокие и средние (2000 и 60 т. тонн соответственно). В пределах района известно рудопроявление (месторождение), ресурсы меди на котором по категории P_1 ранее

были оценены в 678 т. тонн. Там же отрабатываются промышленные месторождения россыпного золота. Проведенными работами значительно расширены перспективы района на медь, получены данные о его перспективности на рудное золото, которые можно оценить более чем в 150 тонн (категория Р₃). Перспективность района в целом оценивается как высокая.

Ариадненский РР (VI-2) располагается в средней части Центральной металлогенической зоны и по прогнозным данным охватывает наиболее перспективные на вольфрам (шеелитовый тип) аномальные геохимические поля из числа выявленных на описываемой территории. Район почти полностью размещается в пределах распространения юрского кремнисто-вулканогенно-терригенного геологического комплекса, имеющего литофильно-халькофильно-сидерофильную геохимическую специализацию, определяемую такими химическими элементами как As, V, Mn, Zr, Cu, Cr, Co, B, Ni, Sn, Ga, Ba, P, W. В пределах рудного района выделено 3 рудных узла, два из которых относятся к вольфрамовым рудным формациям, в основном, шеелитового типа (VI-22, VI-2.3), а один (VI-2.1) – к золото-кварцевой. Высокие и средние ресурсы W, средние Cu прогнозируются в пределах рудных узлов VI-2.2 и 2.3 (W-110 и 75, Cu - по 200 тыс. тонн соответственно), средние Zn, Bi и Be – в РУ 2.1 и 2.2, Mo TR – в 2.2. Прогнозные ресурсы вольфрама по рудному району в целом оцениваются в 185 тыс. тонн, что соответствует уровню высокой перспективности. Кроме вольфрама высокая оценка перспективности района дана на Nb (100 тыс. тонн, РУ VI-2.2), что можно связывать с рудопроявлением Иденгу. В заключение отметим, что в пределах рудного узла VI-2.3 расположено Скрытое месторождение вольфрама скарново-грейзеновой формации, узла VI-2.2 – шеелитовые рудопроявления Ключа Александра и Малиновское, редкометально-редкоземельное рудопроявление Иденгу (в северной части РУ).

За пределами описанных рудных районов в Центральной МЗ выделено 27 АГО в ранге рудных (геох.) узлов. Аномальные поля подавляющего большинства узлов, включая входящие в рудные районы, обычно полиформационны и часто представляют собой мозаичные композиции генетически близких между собой формаций, отражающих структуру геохимического поля (на прогнозно-геохимической карте они не показаны). В пределах зоны можно отметить следующую смену преобладающих формаций в направлении с севера на юг. Рудно-формационная принадлежность узлов в северной части зоны – золото-кварцевая, золото-шеелитовая, сопряжённые с медной (медно-порфировой); в центральной – преимущественно вольфрамовая (шеелитовый минеральный тип) с золотом, золото-кварцевая, оловянная, реже – редкометальная; в южной – золото-кварцевая, реже – золото-вольфрамовая с редкими землями. Ряд аномалий, выделенных в ранге геохимических узлов, контролируются Центральным Сихотэ-Алинским разломом и сопряжёнными с ним более мелкими разрывными структурами. Особенно это заметно в северной половине зоны. Так аномальное геохимическое поле VI.1 (основные рудные формации – Au, Cu, Nb, W), вытянуто вдоль Центрального разлома на 110 км при ширине порядка 10 км, VI.7 (Sn, Au) – на 90 км, V.13 (W, Au) – на 45 км.

Для АГО, расположенных за пределами рудных районов, определены прогнозные ресурсы вольфрама, меди, олова, бериллия, молибдена, цинка, свинца, редкоземельных элементов и др., которые характеризуют уровень перспективности трёх РУ – как высокий, 15^{тн} как средний, четырёх – как низкий (в южной части зоны). Пять объектов не получили полноценной оценки из-за недостатка исходных данных. Высокая перспективность РУ связывается с Ni-Mn, Ti, Au, средняя – с W, Cu, Zn, Sn, Be, реже – Nb, Mo, Bi, а также – Au. Поименованные выше рудные (геох.) узлы, выделенные как высоко перспективные, располагаются по одному в северной (VI.3), центральной (VI.10) и южной (VI.25) частях Центральной МЗ.

РУ VI.3 находится 15-30 км южнее Хорского РР в пределах Хабаровского края (между речье рек Катэн и Матай). Площадь рудного узла сложена, в основном, кремнисто-терригенными, туфогенными и туфогенно-осадочными породами поздней перми и позднего триаса – ранней юры, имеющими в своём составе спиллиты, известняки, эффузивы кислого и основного состава. В восточной части выделенного АГО расположены конформные тела ультраосновного состава (апогарцбургиты, аподуниты, серпентиниты, верлиты) юрско-раннеме-

лового возраста. Для описываемого геохимического (рудного) узла характерна халькофильно-сидерофильная ассоциация химических элементов. Максимальное аномальное содержание этих элементов в пробах, характеризующих наименее изменённые терригенно-осадочные породы, здесь составляет (в %): Mn – 1.5-2, Ni – 0.1, Cr – 0.15, Co – 0.02, Cu – 0.01, Zn – 0.02. Высокое содержание сидерофильных элементов установлено в юго-восточной части описываемого аномального объекта, халькофильных – в северо-западной. Прогнозные ресурсы, рассчитанные компьютерными средствами составляют: по Mn, Ni, Cr порядка 10 млн. тонн каждого, что по крупности запасов приблизительно соответствует границе крупных и средних объектов; по Cu и Zn – 500 и 200 тыс. тонн (средние). Прогнозные ресурсы Co оцениваются в 120-150 тыс. тонн и, вероятно, завышены.

Особый интерес представляет **геохимический узел VI.10 (Лесогорский)**. По занимаемой площади он приближается к рудному району (975 км²) и, по всей вероятности, состоит из двух-трёх рудных узлов, что может быть установлено при проведении более детальных геохимических работ. РУ расположен в центральной части Центральной МЗ (в основном в бассейне р. Журавлёвки) и вытянут в северо-западном направлении поперёк основных геологических структур.

В геологическом строении площади РУ принимают участие стратифицированные образования граувакковой и вулканогенно-кремнисто-терригенной формаций. К первой относится ариадненская свита раннепермского возраста, в составе которой преобладают песчаники (иногда туфогенные), содержащие значительное количество обломков алевролитов, аргиллитов, эффузивов основного и кислого состава, роговиков. В подчиненном количестве отмечаются туфогенные алевролиты и глинистые сланцы, андезиты, известняки. К вулканогенно-кремнисто-терригенной формации относится преобладающая часть всех остальных стратиграфических подразделений, имеющих широкий возрастной диапазон – предположительно от ранней перми до позднего мела. В их составе часто присутствуют олистостромовые образования, количество которых в разрезах отдельных свит и толщ достигает 40-60%. Имеются данные о повышенном содержании углеродистого вещества в разрезах отдельных горизонтов. На западном окончании площади ГУ ограничено распространены вулканиты основного состава пермского возраста (владивостокская свита) и верхнетриасовые осадочные породы, а на восточном - верхнемеловые андезиты дорофеевской свиты и верхнемеловые-нижнепалеогеновые вулканиты кислого состава богопольской свиты. Относительно крупные интрузии, прорывающие описанные стратифицированные образования, представлены габброидами позднепермского и раннемелового возраста, а в юго-восточной части площади - раннепалеогеновыми гранитоидами. Помимо этого отмечаются поля с наличием разновозрастных даек и малых интрузий от основного до кислого и щелочного состава. Распространённые в пределах ГУ образования интенсивно дислоцированы, смяты в узкие линейные складки с шарнирами, погружающимися на северо-восток. Породы обычно будинированы, рассланцованы, катаклазированы, многочисленными сравнительно мелкими разрывными нарушениями северо-восточного, северо-западного и субширотного направлений.

В геохимическом отношении площадь Лесогорского узла изучена средствами и методами МГХК-1000 по результатам опробования коренных пород и охарактеризована 18 ячейками осреднённых значений содержания химических элементов (одна ячейка на 54 км²). По результатам компьютерной обработки этих данных рудно-формационный тип РУ в целом определён как золото-кварцевый малосульфидный - редкоземельный, хотя по отдельным точкам - по периферии аномалии - определяется как оловорудный и вольфрамовый. Прогнозные ресурсы золота по аномалии не оценивались в связи с отсутствием лабораторно-аналитических данных. Исходя из ряда прогнозно-поисковых предпосылок, они могут быть высокими. Рассчитанные прогнозные ресурсы категории P₂ - P₃ составляют (в тыс. тонн): Ti - 62000, Co - 90 (?), Bi - 12, Cu - 150, Zn - 650, W - 15, Sn - 30, Sc - 17, Y - 50, Yb - 10. Высока интенсивность АГП ($\Sigma K_c = 33.2$) и широк спектр основных ореолообразующих элементов: Sb_{5.5} Cr_{3.2} Co_{2.8} Mo_{2.8} Yb_{2.4} Cu_{2.4} B_{2.3} Ni_{2.0} W_{1.9} Sc_{1.7} Be_{1.6} Ge_{1.6} V_{1.5} Sn_{1.5}. Аномалия находится в

благоприятной геологической обстановке для локализации прогнозируемого оруденения. Вместе с тем, территория узла слабо изучена поисковыми геохимическими методами. В этом отношении южная часть узла площадью порядка 350 км² практически представляет собой «белое пятно». В северной части РУ литохимическими поисками по вторичным ореолам масштаба 1:50000, выявлены: Ариадное рудопоявление (недоизученное месторождение) титана, ванадия, скандия с золотом, платиной и ряд проявлений золота, меди, никеля, серебра, сурьмы, ртути, редких металлов и земель (ниобий, тантал, иттрий, лантан). На площади аномалии в целом в шлиховых пробах установлены золото, киноварь, галенит, шеелит (до весовых концентраций). На отдельных участках площади аномалии выявлены мощные до десятков и первых сотен метров зоны прожилкового и общего окварцевания, сульфидизации (пирит, марказит, арсенопирит и др.). В штуфных пробах центральной части РУ известны содержания золота до 1-3,2 г/т, марганца – более 1%, никеля – 0,3%. РУ VI.10 является высокоперспективным на выявление промышленных месторождений золота в углеродистых осадочных толщах, редких и рассеянных элементов (Y, Yb, Sc и др.), титана, ванадия, платины, меди и др. и рекомендуется для проведения более детальных поисковых работ с применением геохимических методов.

РУ VI.25 – Криничный - расположен в южной прибрежной части Центральной МЗ и охватывает, кроме континентальной суши, острова Аскольд и Путятин. Территория узла сложена, в основном, мезозойскими (нижний-средний триас, нижняя юра) терригенными и палеозойскими (пермь) вулканогенно-осадочными и терригенными углеродистыми образованиями, прорванными гранодиоритами и андезитами раннемелового возраста. В южной и юго-восточной частях территории распространены породы офиолитовой формации (габбро, габбродиориты) протерозойского возраста, которые подстилают все более молодые геологические образования, вмещающие золотое оруденение. Последняя особенность геологического строения характерна для многих золоторудных провинций Мира. Из рудных полезных ископаемых на территории Криничного рудного узла установлено лишь золото. В настоящее время здесь известно: три золоторудных месторождения – Криничное, Пашкеевское, Аскольд (два последние отработаны); 5 проявлений коренного золота (потенциальных месторождений); несколько перспективных геохимических аномалий; 7 аллювиальных и одна делювиальная россыпь. Наиболее перспективное на рудное золото Криничное месторождение расположено в северной половине описываемого рудного узла и недостаточно изучено детальными поисковыми работами. Золотое оруденение представлено здесь несколькими морфо-генетическими типами, среди которых можно выделить: *крутопадающие жильно-прожилково-вкрапленные зоны* в гранодиоритах (м-е Криничное, где содержание золота в отдельных пересечениях рудных тел на поверхности составляет 6,4 г/т на мощность 4,75 м, 15,5 г/т на 2,2 м, 115 г/т на 0,55 м, 5,1 г/т на 8,1 м и т.д.); *штокверковые зоны* в диоритах и гранодиоритах с содержанием золота 1,1 г/т на 32 м, 0,75 г/т на 25 м); *пологозалегающие минерализованные зоны стратиформного типа* в окварцованных известковистых породах триаса, где в одном пересечении установлено содержание золота 3 г/т на мощность 12 м; *кварцевые жилы крутого падения* с золотом в осадочных породах и андезитах мезозоя, развитые по периферии Криничного рудного поля. Это - месторождение Пашкеевское, где содержание золота достигает 277 г/т на мощность 0,5 м, а также рудопоявления среднего течения р. Рудневки с содержанием золота 26 г/т на 1,05 м; 24 г/т на 0,8 м; 3,6 г/т на 3,4 м и т.д. Общие прогнозные ресурсы рудного золота (кат. Р₂) в центральной части Криничного рудного узла по результатам поисковых работ масштаба 1:10000 оцениваются в 120-150 тонн.

При составлении прогнозно-геохимической карты масштаба 1:1000000 описываемый рудный узел был выделен по 15 ячейкам осреднённых геохимических данных. При этом были использованы результаты опробования коренных пород, полученные при проведении МГХК-1000, а также - ретроспективные данные детальных поисков, ранее выполненных в пределах рудного поля месторождения Криничного. Компьютерная обработка имеющейся геохимической информации показала, что основную ценность в рассматриваемом РУ пред-

ставляет золото, прогнозные ресурсы (категории Р₃) которого здесь оцениваются в 220 тонн, что соответствует высокому уровню перспективности. Крупный по запасам Au объект связывается с возможным выявлением в пределах рудного поля Криничного месторождения золотоносных штоков, случайные пересечения которых были получены ранее при опробовании естественных обнажений в русле и борту одного из ручьёв и канавы, вскрывающей контакт гранодиоритов и терригенных образований нижнего триаса. Кроме того, в прибрежной (южной) части РУ могут быть выявлены промышленные золоторудные объекты в углеродистых терригенных отложениях верхней перми (абрекская свита). Один из таких объектов можно прогнозировать на восточном побережье бухты Абрек, где в породах абрекской свиты установлены отчётливо выраженные первичные ореолы Au, As, W и др. и единичное рудное тело золота. Кроме золота в описываемом РУ прогнозируются мелкие ресурсы Ag, Cu, W, Mo, Be, Bi, Pb, Zn (см. кадастр). Прогнозные ресурсы Ba в 2000 тыс. тонн, вероятно, завышены и пока не имеют геологического обоснования. Для прояснения этой ситуации требуются дополнительные исследования.

Из главных для Центральной зоны рудных элементов следует отметить W, Cu, Be, Sn, Au, прогнозные ресурсы которых по зоне в целом оцениваются в 357, 6195, 78, 350 тыс. тонн, >370 тонн соответственно. Основная сложность оценивания перспективности выделенных АГО заключается в отсутствии или низком качестве лабораторно-аналитических данных по ряду химических элементов и в первую очередь по **золоту** при золотой рудно-геохимической специализации большинства объектов и Центральной зоны в целом. В связи с этим обстоятельством перспективы подавляющей части аномальных объектов на золото не определены.

В целом перспективность Центральной МЗ на вольфрам, золото и медь оцениваются как высокая. Имеются перспективы выявления месторождений элементов редкометальной и редкоземельной групп, а также титана, марганца, кобальта, олова, молибдена, сурьмы, ртути.

Восточная МЗ (VII) выделяется в границах, частично не совпадающих с таковыми одноимённой структурно-формационной зоны. Это в незначительной степени касается срединного отрезка границы с Центральной МЗ и большей части - с Прибрежной. Последняя на интервале от южной до восточной границы планшета L-53 смещена к востоку, а в северной части - к западу. Эти отклонения, обоснованные результатами обработки данных МГХК-1000 на стадии прогнозного оценивания, отражают реальную картину рудно-геохимической специфики территории.

В пределах Восточной МЗ развиты преимущественно раннемеловые осадочные и поздне-меловые вулканогенные геологические породные комплексы (ГПК). Лужкинская СФПЗ, занимающая большую часть Восточной зоны, сложена преимущественно нижнемеловыми флишoidalным, терригенным и молассовым ГПК пассивных континентальных окраин. Осадочные толщи флишoidalного ГПК, как правило, вмещают собственно оловорудные месторождения, редко полиметаллические, тогда как для терригенного комплекса характерны оловянно-полиметаллические. Оловянная металлогеническая специализация установлена и для более позднего молассового ГПК. Коллизионный комплекс раннемеловых гранитов геохимически характеризуется как халькофильно-сидерофильный. Позднемеловые риолитовый и андезитовый ГПК имеют халькофильную либо халькофильно-литофильную геохимическую специализацию, а их плутонический аналог определен как сидерофильно-халькофильный без чётко проявленной металлогенической специализации. Верхняя и нижняя части позднемелового вулканогенного ГПК, пространственно располагающиеся вблизи Центрального разлома, имеют редкометальную, преимущественно вольфрамовую металлогеническую специализацию. Кемскую СФПЗ, в отличие от Лужкинской, на большей части её площади, слагают позднемеловые и палеоген-неогеновые вулканы кислого, среднего и основного состава. Кемский нижнемеловой комплекс представлен вулканогенно-осадочными породами, металлогеническая специализация которых определяется как оловянная,

оловянно-полиметаллическая, полиметаллическая с серебром. Коллизионный комплекс раннемеловых гранитов и комплексы позднемелового вулканоплутонического пояса имеют полиметаллическую (Ag, Pb) или оловянно-молибденовую рудно-геохимическую специализацию, а ранний и поздний ГПК риолитов - золото-серебряную или золотую.

Главной особенностью рассматриваемой зоны является четко проявленное преобладание в ней аномальных геохимических объектов, относящихся к различным минерально-геохимическим типам оловянной рудной формации. По результатам компьютерного прогнозного оценивания на территории зоны выделены 4 рудных (геохимических) района: Верхне-Бикинский (VII-1), Арминский (VII-2), Иманский (VII-3), Кавалеровский (VII-4). В составе рудных районов выделено 5 рудных узлов, а за их пределами – 19.

ВЕРХНЕБИКИНСКИЙ ГР (VII-1), находящийся в северо-восточной части изученной территории, выделяется впервые. Северная часть аномального геохимического поля района располагается на территории развития нижнемеловых терригенного и флишеидного осадочных комплексов. В ассоциацию химических элементов, определяющих рудно-геохимическую специализацию этих комплексов, входят Sn, Pb, Zn, Au. В центральной и юго-восточной частях района развиты породы нижнемелового вулканогенно-осадочного комплекса, по результатам опробования которых производилась прогнозная оценка (данные по опробованию палеоген-неогеновых покровных базальтов в обработку не включались). Район представляет собой единое полиэлементное геохимическое поле, в пределах которого выделяются золото-кварцевая, оловянно-полиметаллическая, оловянная (касситерит-кварцевая, касситерит-силикатная), полиметаллическая рудные формации. Возможно присутствие медно-молибденовой формации. В пределах района прогнозируются средние ресурсы Sn, Au, Cu, Bi, мелкие – Mo, Nb, Ag; близки к средним ресурсы Zn и Pb. Прогнозные ресурсы Au определены в количестве >40 тонн. Эта оценка - весьма приближённая. Прогнозные ресурсы неопределённой значимости получены по бору (около 1 млн. тонн). На территории района известны 5 рудопоявления олова, одно – вольфрама и 3 – золота. В целом район отнесен к объектам среднего уровня перспективности.

АРМИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН (VII-2) занимает центральную часть Сихотэ-Алинской складчатой области и почти целиком располагается в пределах распространения терригенного и флишеидного комплексов раннемелового возраста. Аномальное геохимическое поле района имеет неправильную извилистую форму и вытянуто в северо-восточном направлении на 100 км. По расчётным геохимическим и фактическим данным преобладающей рудной формацией поля является оловянная в меньшей степени – вольфрамовая. Район насыщен рудопоявлениями и месторождениями олова. Общее число известных в районе рудных объектов составляет 23. Из 8 месторождений 7 относятся к оловянной касситерит-сульфидной формации – Звёздное, Арминское, Тернистое, Дальнетаёжное, Сопочное, Средне-Микулинское, Зимнее – и одно - Усть-Микулинское – к оловянно-вольфрамовой. Из 15 рудопоявлений 4 являются оловянными касситерит-сульфидными, 3 - оловянно-полиметаллическими, 3 - оловянными касситерит-силикатными, 3 – оловянными касситерит-кварцевыми, 2 – оловянными неопределённого типа. Меньшая часть этих объектов показана на прогнозно-геохимической карте.

Прогнозные ресурсы района оценены на широкий комплекс химических элементов. Основные перспективы района связываются с оловом, висмутом свинцом, цинком, медью, вольфрамом, серебром, прогнозные ресурсы которых оцениваются в 200, 20, 400, 300, 300, 20, 4 тыс. тонн соответственно. Отмечаются повышенные значения прогнозных ресурсов иттрия, иттербия, галлия. Общая перспективность района оценивается как высокая.

ИМАНСКИЙ РР (VII-3), также как и Арминский, располагается в пределах Сихотэ-Алинской складчатой области и объединяет два оловорудных узла: Октябрьский (VII-3.1) и Верхне-Иманский (VII-3.2). В пределах первого из них известно 18 АГО, в том числе 13 рудопоявлений олова и 5 касситерит-кварцевых оловорудных месторождений не установленной промышленной значимости: Ивановское, Верхне-Молодёжное, Октябрьское, Ветвистое,

Нижне-Молодёжное. В Верхне-Иманском РУ расположены месторождения Смирновское, Южное, Встречное (оловянно-полиметаллические), Верхне-Иманское (касситерит-силикатное), три рудопроявления олова и одно – золота. Месторождения Смирновское и Южное до недавнего времени эксплуатировались.

Компьютерными средствами рудно-формационная принадлежность Октябрьского РУ определена как оловянно-вольфрамовая и оловянная касситерит-кварцевая; Верхне-Иманского - как вольфрамовая с оловом (в северной части узла) и полиметаллическая, золото-кварцевая, редкоземельная (в южной). Степень перспективности обоих рудных узлов оценивается как средняя. Ниже даются прогнозные ресурсы наиболее характерных для описываемого рудного района химических элементов (рядом с символом элемента в скобках даны прогнозные ресурсы в тыс. тонн; первая цифра – Октябрьский РУ, вторая – Верхне-Иманский): Sn (20, 13), W (15, 25), Zn (750, 300), Cu (150, 200), Be (8, 6), Bi (10, 5). На основании приведенных выше данных перспективы рудного района в целом также оцениваются как средние.

КАВАЛЕРОВСКИЙ РР (VII-4) располагается в южной части Восточной МЗ, где распространены те же геологические комплексы пород, что и в двух предыдущих рудных районах. Полиэлементное аномальное поле района разделено на три рудных узла - VII-4.1 (Кавалеровский), VII-4.2 (Соболиный) и VII-4.3 (без имени).

Кавалеровский РУ (VII-4.1) занимает северную часть одноименного рудного района и представляет собой полиэлементное аномальное геохимическое поле, выделенное по 20 ячейкам осредненных данных. Здесь располагаются наиболее крупные (из числа известных в Приморье) промышленные месторождения олова, такие как - Дубровское, Верхнее, Арсеньевское, а также менее значимые - Хрустальное, Левицкое, Силинское, Новогорское. В пределах описываемого РУ известно большое число рудопроявлений, а так же недостаточно изученных месторождений олова (Ивановское, Перевальное, Северо-Перевальное, Верхне-Цинковое, Темногорское и др.). Рудно-формационная специализация аномального геохимического поля описываемого РУ определяется как оловянная (в основном, оловянно-полиметаллическая и касситерит-силикатная, реже касситерит-кварцевая). По прогнозным данным эта же территория является наиболее перспективной на олово, прогнозные ресурсы которого здесь оцениваются в 380 тыс. тонн. Реальные запасы олова, оставшиеся в недрах, могут составлять порядка 300 тыс. тонн. Кроме олова, в описываемом рудном узле прогнозируются средние по крупности ресурсы цинка, свинца, меди, серебра, молибдена.

Соболиный РУ (VII-4.2) представляет южную часть Кавалеровского рудного района, выделенную по 18 ячейкам осреднённых данных. Узел включает одно оловорудное месторождение (Искра) и 11 рудопроявлений, в числе которых - 8 оловянно-полиметаллических, по одному – полиметаллическое, медное, золото-серебряное с медью и молибденом (рудопроявление Лазурное).

Результаты компьютерной обработки геохимических данных показали, что аномальное геохимическое поле Соболиного РУ полиформационно. Здесь выделяются рудные формации: оловянные (оловянно-полиметаллическая и оловянная касситерит-кварцевая), вольфрамовые (шеелитовый и вольфрамитовый минеральные типы), золото-кварцевая. В пределах описываемого РУ близкие к крупным прогнозные ресурсы определяются (тыс. тонн) по цинку (900), молибдену (90) и цирконии (900); средние – по Sn (55), Pb (550), Ag (3), Cu (400), W (40), Nb (35). Как видно из приведенных выше оценок, прогнозные ресурсы суммы свинца и цинка соответствуют запасам крупных месторождений. Следует также отметить, что приведенные выше ресурсы молибдена по значению являются наиболее высокими из всех прогнозируемых в рудных узлах, выделенных на исследованной территории.

РУ VII-4.3 выделен в средней части Кавалеровского рудного района по 5-ти ячейкам осреднённых данных, которых оказалось недостаточно для получения прогнозных оценок по подавляющему большинству химических элементов. На территории РУ расположено одно рудопроявление олова касситерит-силикатной формации – Кедровое. Прогнозные ресурсы

рудного узла оцениваются (тыс. тонн): Sn – 3, W – 7.5, что соответствует низкому уровню перспективности. Возможно присутствие АГО золото-кварцевой формации. В целом РУ не получил надлежащей оценки, хотя предположительно его можно отнести к объектам низкой перспективности (если при оценивании не учитывать золото и редкоземельные элементы).

За пределами рудных районов в Восточной зоне выделено **19 АГО** в ранге геохимических (рудных) узлов (таблица 6). Из этих АГО четыре по величине прогнозных ресурсов оцениваются как крупные и, следовательно, относятся к числу объектов высокой перспективности. Такими объектами являются рудные узлы: VII.5 (Восток-2), VII.10 (Тигриный), VII.13 (Глухой), VII.14 (Островной). Кроме того, к числу крупных по сумме прогнозных ресурсов Pb и Zn может быть отнесен РУ VII.6 (Янтарный). Располагаются все эти объекты в центральной части Восточной МЗ в пределах тектонического блока, сложенного, в основном, нижнемеловыми терригенным и флишоидным породными комплексами, имеющими возраст от берриаса до альба включительно. В северо-западной части блока на территории РУ Восток-2 распространены терригенно-осадочные образования предположительно позднепермского и триас-юрского возраста, имеющие в своём составе, кроме терригенных пород, кремнистые алевриты, известняки, спиллиты. Позднеальбские гранитоиды татибинского комплекса приурочены, в основном, к полосе шириной порядка ~30 км, прилегающей к Центральному Сихотэ-Алинскому разлому. С запада блок ограничивается названным выше разломом; с севера - Бикинской палеогеновой депрессией, расположенной в субширотной тектонической структуре; с юга и востока – сложным сочетанием тектонических разломов северо-восточного, северо-западного и субширотного простирания, ограничивающих поля развития позднемеловых-раннепалеогеновых вулканических комплексов Кемской структурно-формационной подзоны.

РУ VII.5 (Восток-2) находится на правом берегу верхнего течения р. Дальняя (правого притока р. Арму) в северо-западной части упомянутого выше тектонического блока. Рудный узел выделен по девяти ячейкам осреднённых данных как полиэлементное аномальное геохимическое поле, относящееся, в основном, к вольфрамовой рудной формации (щелитового и вольфрамитового минеральных типов), в меньшей степени – к золото-кварцевой и оловянно-полиметаллической. Интенсивность АГП, рассчитанная по 12 аномалиеобразующим элементам, составляет 65.9, значение среднего коэффициента вариации – 33.3. В пределах РУ располагается среднее по крупности запасов скарново-грейзеновое месторождение вольфрама Восток-2, которое в настоящее время эксплуатируется. Кроме того, здесь известно 6 рудопоявлений, в числе которых 2 вольфрамовых неопределённого формационного типа, а так же - оловянно-вольфрамовое, оловянно-полиметаллическое, полиметаллическое и редкометально-редкоземельное. В пределах описываемого РУ оценки прогнозных ресурсов категории P₂, близкие запасам крупных месторождений, имеют (тыс. тонн): W (100) и Bi (25); средние – Au, (40), Zn (500), Sn (35); мелкие - Ag, Cu, Sb, Mo. В целом общая перспективность рудного узла оценивается как высокая.

РУ VII.6 (Янтарный) расположен 5-7 км юго-восточнее рудного узла Восток-2. РУ выделен по 6-ти ячейкам осреднённых данных. На его территории известно 8 АГО, в том числе месторождение Янтарное оловянной касситерит-кварцевой формации и 7 рудопоявлений, из которых 3 – олово-полиметаллических, одно – оловянное неопределённого типа, по одному полиметаллической, медной и золотой рудных формаций. По результатам компьютерной обработки западная часть территории рудного узла относится к золото-кварцевой рудной формации, а восточная – к оловянным. Медная рудная формация из-за редкой сети опробования – не распознаётся. Показатель интенсивности АГП, рассчитанный по 10-ти аномалиеобразующим элементам, – высокий и составляет 119.6. По прогнозным ресурсам категории P₃, полученным средствами программного блока «КОРА», оцениваемый РУ допустимо отнести к числу крупных, так как сумма ресурсов Zn и Pb составляет 1150 тыс. тонн. По Sn этот показатель по своему значению (90-100 тыс. тонн) близок таковому крупных объектов. Сред-

ними по величине прогнозными ресурсами характеризуются (тыс. тонн): Cu (450), Ag (4), W (20), Bi (5), мелкими – Sb (7), неопределённой значимости – As (150).

РУ VII.10 (Тигриний) расположен в 25 км южнее РУ Восток-2. Аномальное геохимическое поле имеет подковообразную форму. Большая часть территории узла (северная) находится в поле развития терригенных отложений нижнего мела. Южная оконечность «подковы» сложена гранитами татибинского комплекса раннемелового возраста. Полиэлементное аномальное геохимическое поле рудного узла выделено по 6 ячейкам осреднённых данных. В пределах рудного узла расположено разведанное Тигриное оловянно-вольфрамовое месторождение, по общим запасам приближающееся к крупным. Месторождение не эксплуатируется по причине его потенциальной нерентабельности в условиях современного рынка (из-за невысокого содержания полезных компонентов в большей части рудных тел). Кроме Тигрино в пределах РУ известны ещё три оловорудных месторождения – Голубое, Трапедия и Таборное, крупность которых окончательно не определена. На данном этапе изученности эти месторождения оцениваются как мелкие. Из 6 известных на территории РУ рудопроявлений три относятся к вольфрамовой формации, остальные 3 – к оловянно-вольфрамовой, оловянной и баритовой. Компьютерными средствами определена следующая рудно-формационная принадлежность фрагментов территории РУ: северо-западная часть – оловянная касситерит-кварцевая, северо-восточная – вольфрамовая (вольфрамитовая), юго-восточная – оловянно-полиметаллическая. Интенсивность аномального геохимического поля, определённая по 15 химическим элементам, – высокая (258.4), величина среднего коэффициента вариации составляет 21.5. В ранжированном ряду химических элементов Sn, Li, Bi и W занимают 2-5 места (после As). Средствами программного блока «КОРА» получены следующие оценки прогнозных ресурсов категории P_3 (тыс. тонн) для РУ в целом: крупные – Sn (150), Bi (35); средние – W (80), Be (9); мелкие – Zn (80), Cu (25), Ag (1), Sb (2); неопределённой значимости – Ba (500), Li (**1300**), As (150). На основании приведенных выше прогнозных данных перспективность рудного узла в целом оценивается как высокая.

РУ VII.13 (Глухой) расположен 35-40 км южнее Тигрино рудного узла. Северо-восточный фрагмент его границы находится в непосредственной близости от южной границы Арминского РР. Аномальное геохимическое поле узла выделено по 7 ячейкам осреднённых данных. Восточная половина аномального поля объекта сложена осадочно-терригенным и флишоидным геологическими породными комплексами нижнего мела, западная часть – гранитами татибинского комплекса. На территории Глухого РУ расположено 20 АГО, в том числе – 2 месторождения золота (Глухое, Благодатное) и одно – вольфрама (Забывтое). Из 17 известных на территории РУ рудопроявлений 11 относятся к оловянным формациям, 4 – к золоторудным, по одному – к молибденовой с медью и сурьмяной. По результатам компьютерной обработки геохимических данных восточная половина аномального поля описываемого РУ относится к золото-кварцевой рудной формации, западная – к вольфрамовой кварцево-сульфидно-жильной и оловянной (в основном кварц-касситеритовой). В центральной части узла возможно присутствие вольфрамовых рудных объектов шеелитового минерального типа. Интенсивность АГП узла, рассчитанная по 14 ореолообразующим элементам, составляет 173.6, средний коэффициент вариации – 31.9. В ряду химических элементов, ранжированном по значениям коэффициентов концентрации, первое место занимает Au, второе – его элемент-спутник – As. Компьютерными средствами в пределах рудного узла прогнозируются ресурсы золота в 400 тонн, что даёт основание для отнесения объекта к числу крупных и, следовательно, высоко перспективных. Прогнозные ресурсы меньшей значимости получены по следующим химическим элементам (в тыс. тонн): средние – Sn (40), Zn (250); мелкие – Cu (50), W (9), Bi (5), Sb (5), Mo (4); неопределённой значимости – As (400), Co (25), Y (30).

РУ VII.14 (Островной) примыкает с юга к предыдущему объекту. В геологическом отношении территория узла сложена терригенными отложениями нижнего мела, имеющими

возраст от готерива до альба. Полиэлементное аномальное поле узла выделено по 7-ми ячейкам осреднённых данных. В пределах этого поля, в его средней части, располагаются 3 рудопроявления, два из которых относятся к оловянной касситерит-кварцевой формации, а одно - к золотой (золото-кварцевой). По результатам компьютерной обработки данных средствами программы «КОРА» в рудном узле выделяются фрагменты геохимического поля, относящиеся к различным рудным формациям – оловянной касситерит-силикатной, оловянной касситерит-кварцевой, оловянно-полиметаллической, золото-кварцевой и серебряной медно-висмутовой. Интенсивность АГП, рассчитанная по 13 химическим элементам, составляет 58.4, средний коэффициент вариации – 35.1. Получены оценки прогнозных ресурсов следующих химических элементов (в т. тонн): крупные – Sn (150); средние – Zn (750), Cu (110), Ag (1.3); мелкие – W (6), Mo (1), Bi (5), Nb (10); неопределённой значимости – Co (20), Li (200), Y (12), Sc (3). Из приведенных выше данных видно, что по прогнозным ресурсам олова рудный узел Островной относится к объектам высокой перспективности.

Из 14 неописанных в настоящем разделе рудных узлов 4 находятся в северной части Восточной МЗ (РУ VII.1 – VII.4), 8 – в средней (VII.7, 8, 9, 11, 12, 15-18) и один (VII.19) – в южной. Формально по величине прогнозных ресурсов все они относятся к объектам средней крупности (таб. 6).

Для уточнения перспективности объектов по их крупности целесообразно широкий диапазон значений прогнозных ресурсов среднего уровня разбить на два подуровня – средний-1 (нижний) и средний-2 (верхний). Первый из них нижней границей величины прогнозных ресурсов среднего уровня примыкает к мелким объектам, второй ограничивается «сверху» нижней границей крупных объектов. Если разделить весь интервал среднего уровня пополам и нормировать прогнозные ресурсы каждого элемента на соответствующие значения минимального уровня, то получим ряд цифр, показанных в таблице 6 при символах химических элементов. В этом случае цифра 5 будет являться разделительной границей подуровней – средний-1 и средний-2.

Для северной группы объектов (**РУ VII.1 – 4**) характерно присутствие относительно повышенных прогнозных ресурсов олова и меди, в РУ VII.3 – цинка. Типичные для средней части Восточной МЗ оловянно-полиметаллические объекты, где олово сопровождается свинцом, цинком, серебром, здесь, вероятно, отсутствуют и не прогнозируются.

Таблица 6

Относительная крупность прогнозных ресурсов химических элементов (ряды), перспективность АГО (рудных районов и узлов) Восточной МЗ

Кадастровый номер РУ, его название	Ряды химических элементов, ранжированные по относительной крупности прогнозных ресурсов	Рудные формации**	Перспективность	
Рудные районы без выделения рудных узлов				
VII-1 В-Бикинский РР	Sn4.5-Au>4-Cu3-Bi2-Zn1-Nb1-Pb0.9-Mo0.4-Ag0.3	Sn; Au	Средняя-2?	
VII-2 Арминский РР	Sn20-Pb4-Ag4-Bi4-Zn3-Cu3-W2	Sn ₁ ; Sn ₂ ; Sn ₃ ; SnW	Высокая	
Иманский рудный район (VII-3)				
VII-3.1 Октябрьский РУ	Zn7.5-Sn2-Ag2-Bi2-Be1.6-W1.5-Cu1.5	SnW; Sn ₁ ; W ₁ ; BeSn	Средняя-2	
VII-3.2 В-Иманский РУ	Zn3-W2.5-Cu2-Pb1.5-Sn1.3-Be1.2-Bi1	SnW; Sn ₁	Средняя-1	
Кавалеровский рудный район (VII-4)				
VII-4.1 Кавалеровский	Sn38-Zn8-Pb7-Cu2-Ag1.5-Mo1.2	Sn ₃ ; Sn ₂	Высокая	
VII-4.2 Соболиный	Mo9-Zn9-Pb5.5-Sn5.5-Cu4-W4-Nb3.5-Ag3-Bi2-Be2	Sn ₃ , Sn ₃ Ag; Mo; +Au	Средняя-2	
VII-4.3	W0.75-Sn0.3	W ₁ ; Sn ₃ ; +Au	Низкая	
Рудные узлы вне рудных районов				
VII.1	Северная группа рудных узлов	Sn8-Cu2.5-Zn0.8*	Sn ₁ ; Sn ₂ ; Cu, +Au	Средняя-2
VII.2		Sn5-W4.5-Cu1.3-Zn1-Pb0.9-Bi0.6	SnW	Средняя-2
VII.3		Sn8.5-Zn3.5-Pb0.9-Ag0.6-Cu0.5-Mo0.3	Sn ₁ ; +AuAg	Средняя-2
VII.4		Cu2-Sn1-Pb0.75-Mo0.5-Ag0.4	Sn ₂ ; Cu;	Средняя-1
VII.5 Восток-2		W10-Zn5-Bi5-Au4-Sn3.5-Ag1-Mo0.9-Cu0.7-Sb0.6	W ₂ Au	Высокая
VII.6 Янтарный		Sn9-Zn8-Cu4.5-Ag4-Pb3.5-W2-Bi1-Sb0.7	Sn ₁ ; Sn ₃ ; W ₁ ; +Au	Высокая
VII.7		Zn2-Sn1-Mo0.6-Cu0.5-Pb0.45	Sn ₃ ; +Au	Средняя-1

VII.8 Светловодный	Au5-Sn3-Cu1.1-Zn0.8-Pb0.7-Ag0.6-Mo0.3	Au; Sn ₃	Средняя-2
VII.9	Zn6-Sn5-Pb2-Ag1-Nb1-Cu0.6-W0.5-Mo0.4-Bi0.02	Sn ₁ ; Sn ₂ ; W; +Au	Средняя-2
VII.10 Тигриный	Sn15-W8-Bi7-Be1.8-Zn0.8	SnW	Высокая
VII.11	Sn5.5-Pb3-Ag0.9-Zn0.5-Cu0.3-Mo0.3	Sn ₃	Средняя-2
VII.12 Кемский	Sn6-Zn6-Pb3.5-Cu3-Ag3-Bi0.2	Sn ₃ ; +AuAg	Средняя-2
VII.13 Глухой	Au>10-Sn4-Zn2.5-Bi1-W0.9-Mo0.4-Pb0.2	Au; Sn ₂ ; W ₁ ; W ₂	Высокая
VII.14 Островной	Sn15-Zn5-Ag1.3-Cu1.1-Nb1-Pb0.6-W0.6	Sn ₁ ; Sn ₂ ; +Au	Высокая
VII.15 Ноябрьский	Zn8-Sn5-Pb4.5-W1-Ag1-Be0.9-Cu0.4-Bi0.4	Sn ₃	Средняя-2
VII.16	Sn4-W4-Nb4-Zn3-Cu1.3-Be0.8-Pb0.7	SnW	Средняя-1
VII.17	Zn1.5-Ag1-W1-Sn0.8-Bi0.8-Cu0.6-Pb0.4	ZnAg; W ₁ ; +Au	Средняя-1
VII.18	Pb2.5-Zn2-W1.7-Sn1.5-Cu0.7-Mo0.4	SnW; Sn ₂	Средняя-1
VII.19	Be2-Sn2-Nb1.4-Zn1.4-Bi0.6-W0.5-Pb0.3-Ag0.2	BeSn; +TR	Средняя-1

* Цифра рядом с символом элемента – относительная крупность его прогнозных ресурсов в единицах мелкого объекта (принятого максимального значения ресурсов соответствующего элемента на мелком объекте): Zn, Pb, Cu – 100 тыс. т.; Sn, W, Mo – 10 тыс. т.; Ag, – 1 тыс. т.; Be, Bi – 5 тыс. т.; Au – 10 тонн.

** Прогнозируемые рудные формации: Sn₁ – оловянная касситерит-кварцевая; Sn₂ – оловянная касситерит-силикатная; Sn₃Ag, Sn₃ – оловянно-полиметаллическая с серебром и без него соответственно; SnW – оловянно-вольфрамовая; W₁ – вольфрамовая вольфрамитовая, W₂ – то же шеелитовая; W₂Au – то же шеелитовая с золотом; Au – золото-кварцевая; +Au – то же без расчёта прогнозных ресурсов; AuAg – то же золото-серебряная; Cu – медная; BeSn – редкометальная; +TR – редкоземельная; ZnAg – полиметаллическая существенно цинковая с оловом.

По результатам компьютерной обработки геохимических данных АГП рудных узлов отнесены, в основном, к оловянным (касситерит-кварцевой, касситерит-силикатной, оловянно-вольфрамовой) рудным формациям. В пределах рудных узлов VII.1 и VII.3 выделяются фрагменты аномальных полей золото-кварцевой рудной формации. Наиболее перспективными на выявление промышленных оловорудных месторождений являются РУ VII.1, 2, 3, в которых прогнозные ресурсы олова соответственно составляют 80, 50 85 тыс. тонн соответственно. Рудный узел VII.4 по геохимическим характеристикам и прогнозным ресурсам скорее относится к объектам низкого уровня крупности, чем среднего.

Рудные узлы средней части Восточной МЗ, прилегающие к зоне влияния Центрального Сихотэ-Алинского разлома (VII.9, 16, 18), представлены, в основном, оловянно-вольфрамовой и оловянной касситерит-кварцевой рудными формациями, и относятся по прогнозным ресурсам к объектам среднего уровня крупности.

РУ VII.9 вытянут вдоль Центрального Сихотэ-Алинского разлома на 75 км. Аномальное поле рудного узла приурочено к раннемеловым гранитам татибинского комплекса и зоне их экзоконтакта с терригенными породами нижнего мела. На территории узла известно 7 рудопроявлений, в том числе: 3 – оловянных (касситерит-кварцевой и неопределённой формации), 2 – оловянно-вольфрамовых и 2 – вольфрамовых (возможно, золото-вольфрамовых). По результатам компьютерной обработки геохимических данных аномальное поле РУ относится, к оловянной (касситерит-силикатной, касситерит-кварцевой) и золото-кварцевой рудным формациям. Последняя приурочена к зоне экзоконтакта татибинских гранитов. Полученные значения прогнозных ресурсов категории Р₃ характеризуют оцениваемую территорию как объект средней крупности по Sn, Zn, Pb, Ag. Прогнозируемые здесь ресурсы этих элементов соответственно составляют 50, 600, 200, 1 тыс. тонн. Кроме того, прогнозные ресурсы на уровне мелких объектов определены по W, Mo, Cu, Nb. Оценка ресурсов золота не производилась в связи с отсутствием лабораторно-аналитических данных. Полученные оценки прогнозных ресурсов согласуются с геохимическими характеристиками аномального поля рудного узла в целом: As_{28.2}⁵, Ag_{7.2}⁷, Pb_{4.5}¹⁰, Sn_{3.5}¹⁴, Cr₃²⁵, Bi_{2.6}⁷⁹, Zn_{2.4}²², Cu_{2.2}¹⁸, Ni_{1.8}⁴¹, Co_{1.5}⁵⁴, Sr_{1.5}⁸⁸, P_{1.5}¹¹⁹; среднее значение коэффициента вариации – 40.2; интенсивность – 60.

Рудные узлы VII.16, 18 приурочены, в основном, к терригенным породам нижнего мела. В пределах VII.16 известно два рудопроявления – олова и золота, на территории РУ 18 – 5 оловянно-полиметаллических и одно – медное. По результатам компьютерной обработки большая часть аномальных полей обоих объектов относится к вольфрамовой (вольфрамитовой) рудной формации, выделяются фрагменты оловянно-полиметаллической, золото-

кварцевой и редкоземельной. Рассматриваемые АГО отличаются от РУ VII.9 повышенной ролью вольфрама в общем балансе прогнозных ресурсов (до 40 тыс. тонн в РУ 18). На обоих объектах соотношение прогнозных ресурсов $\text{Sn}:\text{W}\sim 1:1$. Кроме Sn и W, отмечаются средние ресурсы Zn, Be и повышенные (неопределённой значимости) – Y, Yb. В целом оба РУ по значениям прогнозных ресурсов Sn, W, Zn относятся к объектам средней крупности.

Рудные узлы средней части МЗ, тяготеющие к границе с Прибрежной зоной (VII.7, 8, 11, 12, 15, 17), представлены, в основном, оловянно-полиметаллической, оловянной касситерит-силикатной, золото-кварцевой, реже – полиметаллической рудными формациями, и относятся по прогнозным ресурсам основных рудообразующих элементов к объектам среднего уровня крупности. Из шести перечисленных выше объектов два (VII.7, 17) характеризуются пониженной перспективностью и относятся к уровню «средняя-1» (таблица 6). Остальные объекты (РУ) рассматриваемой группы имеют более высокие прогнозные ресурсы Sn, Zn, соответствующие уровню перспективности «средняя-2». Определённый интерес на золото представляет РУ VII.8 – Светловодный.

Светловодный РУ (VII.8) располагается, в бассейне р. Светловодной – левого протока р. Бикин, в пределах Кемской СФПЗ. Территория узла сложена: в северо-западной части – породами нижнемеловых вулканогенно-осадочного и терригенного алеврит-песчаного комплексов, в центральной – палеоген-неогеновыми базальтами, в восточной – риолитами двух вулканогенно-плутогенных комплексов верхнего мела (приморская серия, соборовская свита). В пределах узла известно одно золото-серебряное месторождение (Салют) и по одному рудопроявлению золота и олова. Результаты компьютерной обработки показали, что в рудно-формационном отношении полиэлементное аномальное поле РУ неоднородно и представлено следующим набором формаций: золото-кварцевой, золото-серебряной низкотемпературной, вольфрамовой кварцево-сульфидной, оловянной касситерит-кварцевой, оловянной касситерит-силикатной, олово-полиметаллической. Интенсивность АГП, рассчитанная по 10 аномалиеобразующим элементам, составляет 27,5, средний коэффициент вариации – 45. В ранжированном ряду золото и серебро занимают второе и третье места (после мышьяка), олово – 6-е, медь – 10-е место.

Основными полезными элементами здесь являются Au, Sn, Cu. Их прогнозные ресурсы компьютерными средствами оцениваются соответственно в >50 тонн, 30, 110 тыс. тонн. Прогнозные ресурсы остальных элементов, относятся к уровню низких (см. кадастр и таблицу 6). Перспективность рудного узла оценивается как средняя.

РУ VII.11 располагается между Светловодным и Кемским рудными узлами. Полиэлементное аномальное поле узла приурочено к вулканическим породам позднего мела (приморская свита), в меньшей степени – позднего мела-палеогена. Выделено оно по 6-ти ячейкам осреднённых геохимических данных. В пределах РУ известны два рудопроявления олова и одно – вольфрама. Компьютерными средствами рудно-формационная принадлежность АГП в целом определяется как оловянно-полиметаллическая. По прогнозным ресурсам Sn и Pb (55 и 300 тыс. тонн соответственно) объект относится к среднему уровню крупности. Прогнозные ресурсы Ag и Cu соответственно составляют 0.9 и 30 тыс. тонн и относятся к уровню мелких.

Кемский РУ (VII.12) расположен в бассейнах верхнего течения р. Кема и правобережья среднего течения р. Таёжной. В геологическом аспекте территория РУ приурочена к тектоническому «окну», сложенному осадочными вулканогенно-терригенными породами раннемелового возраста (апт, альб) и обрамлённому вулканическими образованиями позднего мела (приморская, богопольская свиты). В пределах РУ известно 11 рудных объектов, в числе которых: два месторождения – Горное оловянное касситерит-силикатное и Таёжное серебряное с золотом; 4 оловянных рудопроявления, 2 – полиметаллических, а так же – золотое, золото-серебряное, медное. Полиформационность аномального поля рудного узла выявляется и при компьютерной обработке геохимических данных средствами программ-

ного блока «КОРА». При этом выделяются следующие рудные формации: оловянные (касситерит-кварцевая, касситерит-силикатная, олово-сульфидная и олово-полиметаллическая), золото-кварцевая, золото-серебряная (близповерхностная), серебряная-медно-висмутовая. Теми же средствами определены прогнозные ресурсы следующих химических элементов (тыс. тонн): Sn – 60, Zn – 600, Pb – 350, Cu – 300, Ag – 3, Bi – 1. Интенсивность аномального поля составляет 35.5. В соответствии с этими данными крупность и перспективность рудного узла в целом определяются как средние.

Ноябрьский РУ (VII.15) расположен в бассейне верхнего течения р. Джигитовки. В геологическом отношении основная (центральная) часть аномального геохимического поля сложена флишоидным и терригенным ГПК нижнего мела, поле которых с трёх сторон (северо-востока, юго-востока и юго-запада) обрамляется породами позднемеловых вулканогенно-плутогенных комплексов – «приморского» и богопольского. В пределах рудного узла известно 11 рудных объектов, в том числе – два оловянных касситерит-сульфидных месторождения – Ноябрьское и Лысогорское, 8 рудопроявлений олова неопределённого формационного типа и одно полиметаллическое рудопроявление. По результатам компьютерной обработки данных на территории рудного узла выделяются рудные формации: оловянные – касситерит-сульфидная (преобладает), касситерит-силикатная, касситерит-кварцевая; вольфрамовая (вольфрамитовая), сурьмяно-ртутная. Интенсивность и средняя вариация аномального поля, рассчитанные по 13 химическим элементам, соответственно составляют 60.8 и 39. Прогнозные ресурсы, соответствующие объектам среднего уровня крупности, определены (в тыс. тонн) по Sn (50), Zn (800), Pb (450). Близкие к средним оценки прогнозных ресурсов имеют Ag, W, Be. В целом перспективность рудного узла оценивается как средняя (или высокая по сумме свинца и цинка).

РУ (VII.19) занимает крайнюю южную позицию в Восточной МЗ, располагаясь в месте её выклинивания и сочленения Центральной и Прибрежной металлогенических зон. Территория РУ сложена породами нижнемелового терригенного комплекса, прорванными штоками позднеальбских татибинских гранитов и сеноман-туронских (синанчинских) диоритов. Аномальное геохимическое поле выделено по 6-ти ячейкам осреднённых данных. В северо-восточной части РУ расположено оловянно-вольфрамовое месторождение Рудное, не получившее до сих пор обоснованной оценки запасов и прогнозных ресурсов. Компьютерными средствами рудно-формационная принадлежность АГП в целом определяется как оловянно-вольфрамовая и редкометально-редкоземельная. В южной части территории РУ выделяются фрагменты с золото-кварцевой и полиметаллической рудно-геохимической специализацией. По прогнозным ресурсам Be, Nb, Sn, и Zn (~10, 14, 20 и 140 тыс. тонн соответственно) объект относится к среднему уровню крупности. Прогнозные ресурсы W, Cu и Pb соответственно составляют 5, 40 и 30 тыс. тонн и относятся к уровню мелких. Отмечаются повышенные ресурсы Sc, Y, Yb, As, Bi неопределённой значимости (15, 25, 4, 100, 3 тыс. тонн соответственно). Интенсивность и средняя вариация аномального поля, рассчитанные по 11 химическим элементам, составляют 48.7 и 35.5 соответственно. На основании приведенных выше данных перспективность рассматриваемого РУ оценивается как средняя. Перспективы узла на Au не определены в связи с отсутствием лабораторно-аналитических данных.

Из 26 выделенных в пределах Восточной МЗ аномальных геохимических (рудных) объектов 20 относятся к оловянным рудным формациям, включая оловянно-вольфрамовую (6 объектов). Пространственно оловянно-вольфрамовые объекты тяготеют к западной границе зоны, а оловянно-полиметаллические – к восточной. Прирост прогнозных ресурсов олова категории P_2 можно связывать с более детальным изучением объектов высокой и средней-2 перспективности на этот металл. К их числу в первую очередь следует отнести: рудные районы – Кавалеровский и Арминский, узлы – Островной (VII.14), Янтарный (VII.6), Тигринный (VII.10), а также РУ северной группы – VII.1 VII.3.

К существенно золоторудным относятся рудные узлы Глухой, Светловодный и РР Верхне-Бикинский, к вольфрамовой (шеелитовый минеральный тип) с золотом – РУ Восток-2, к полиметаллической и редкометальной-редкоземельной – рудные узлы VII.17 и VII.19 (таб. 6). Кроме того, выделено 7 РУ, в пределах которых прогнозируются фрагменты аномальных геохимических полей, имеющих золото-кварцевую и золото-серебряную рудно-формационную специализацию (в столбце 3 таблицы 6 они обозначены символами +Au и +AuAg). К сожалению, в связи с отсутствием лабораторно-аналитических данных по Au их оценка на этот металл не дана, хотя потенциальные ресурсы золота в них могут быть значительными.

На молибден существенный поисковый интерес могут представлять Соболиный и в меньшей степени Кавалеровский рудные узлы (VII-4.2, 4.1) Кавалеровского рудного района; на Ве и Nb – узлы Соболиный и VII.19.

Все перечисленные выше рудные объекты можно отнести к числу первоочередных для проведения более детальных поисковых работ с применением геохимических методов.

ПРИБРЕЖНАЯ МЗ (VIII) характеризуется развитием в ее пределах двух позднемиоценовых вулканоплутонических комплексов и одного юрско-мелового флишеидно-olistostromового, обладающего полиметаллической геохимической специализацией.

По результатам прогнозного оценивания в Прибрежной зоне выделен один рудный (геохимический) район (Дальнегорский), и 15 АГО в ранге рудных (геохимических) узлов, расположенных за пределами рудного района.

Дальнегорский РР (VIII-1) выделяется как аномальное полиэлементное геохимическое поле, приуроченное к территории развития позднемиоценовых риолитовых вулканогенно-плутонических комплексов с сидерофильно-халькофильной геохимической и полиметаллической металлогенической специализацией. В тектонических окнах этих комплексов на поверхность выходят породы юрско-мелового осадочного комплекса литофильно-сидерофильно-халькофильной специализации, содержащие слои и рифовые постройки органогенно-хемогенных известняков позднемиоценового возраста мощностью до нескольких сотен метров. В этих известняках располагается подавляющее большинство известных в районе промышленных скарново-полиметаллических месторождений. Особую роль специалисты отводят дальнегорскому гранит-гранодиорит-риолит-андезитовому подкомплексу, с которым они связывают полиметаллическое оруденение района. Геохимическая специализация подкомплекса – сидерофильно-халькофильная.

В пределах Дальнегорского рудного района известно 11 свинцово-цинковых (с серебром) месторождений полиметаллической скарновой и жильной формаций. К их числу относятся: Николаевское, Садовое, Верхнее, 1-е Советское, 2-е Советское (все скарновые), Красногорское, Майминовское, Лидовское, Монастырское, Партизанское, Черёмуховое оловянно-полиметаллическое (жильные) месторождения. Кроме того, в районе эксплуатируется крупное месторождение бора, которое средствами МГХК-1000 локально не выделяется. Общее количество известных в Дальнегорском РР рудопроявлений составляет 20, в том числе полиметаллических – 14, оловянно-полиметаллических – 3, золото-серебряных – 3.

По результатам компьютерной обработки геохимических данных рудно-формационная принадлежность аномального геохимического поля района определяется как полиметаллическая, оловянно-полиметаллическая, золото-серебряная и золото-кварцевая. Интенсивность и средний коэффициент вариации АГП имеют достаточно высокие значения и составляют 53.2 и 39.8 соответственно. Прогнозные ресурсы (P_3) района по основным полезным компонентам компьютерными средствами оцениваются следующим образом (в тыс. тонн): Pb – 2400, Zn – 3100, Ag – 11, Sn – 210, В > 1000(?). Теми же средствами определены прогнозные ресурсы ещё 13 элементов: Cu, Mo, W, Be, Ta, Sb, Hg, Cd, As, Bi, Ge, Y, Yb (см. кадастр к прогнозно-геохимической карте). По величине прогнозных ресурсов Дальнегорский рудный район относится к высокому уровню перспективности.

Выделенные к северу от Дальнегорского РР рудные (геохимические) узлы VIII.1–VIII.5 располагаются в пределах развития названных выше позднемеловых вулканоплутонических риолитовых комплексов пород. Остальные РУ, находящиеся в южной части зоны, захватывают, кроме того, тектонические окна (блоки), сложенные породами юрско-мелового флишидно-олистостромового осадочного комплекса, обладающего полиметаллической геохимической специализацией.

За пределами Дальнегорского РР ранее проведенными геологическими работами выявлено 84 АГО, которые по рудно-геохимическим особенностям можно разделить на две группы – северную (VIII.1–5) и южную (VIII.6–15). В северной части зоны расположено 23 рудопроявления, относящиеся к следующим рудным формациям (цифрами указано количество объектов соответствующей формации): полиметаллической – 8, серебряной с золотом и золото-серебряной – 5, золото-кварцевой – 2, оловянной неопределённой формации – 2, медной – 5, вольфрамовой – 1. К южной группе относятся 61 рудный объект, в том числе 6 месторождений: Высокогорское (средней крупности) и Лучистое (мелкое, отработанное) оловянные касситерит-силикатные; Нижнее оловянное касситерит-сульфидное (средней крупности); Скалистое и Щербаковское полиметаллические, Юбилейное олово-вольфрамовое (все неясной перспективности). Подчеркнём, что перечисленные выше месторождения расположены южнее территории Дальнегорского РР. Севернее этой территории месторождения неизвестны. По рудным формациям рудопроявления южной группы распределяются следующим образом: полиметаллическая – 11 объектов, олово-полиметаллическая и олово-сульфидная – 22, оловянные неопределённые и другие формации олова – 5, олово-вольфрамовая – 1, золото-полиметаллическая – 1, серебряная с золотом и золото-серебряная – 4, золото-кварцевая – 3, медная – 1, ртутная – 6, вольфрамовая – 1.

По результатам компьютерной обработки данных средствами программного блока «КОРА» в северной части Прибрежной зоны выделено 5 рудных узлов. Прогнозируется следующая рудно-формационная принадлежность выделенных РУ: VIII.1 – золото-кварцевая, оловянно-полиметаллическая; VIII.2 – полиметаллическая, оловянно-полиметаллическая; VIII.3 – серебряная, золото-серебряная, олово-полиметаллическая; VIII.4 – полиметаллическая (доминант – Ag), вольфрамовая; VIII.5 – оловянно-полиметаллическая, медная, вольфрамовая. Максимальные значения интенсивности и средней вариации АГП, равные 108 и 40.5 соответственно, имеет РУ VIII.3, минимальное значение интенсивности (16) – РУ VIII.5, средней вариации (21.4) – РУ VIII.2.

Прогнозные ресурсы оценены на 5-10 химических элементов по РУ VIII.1 - VIII.5. Из-за недостатка данных низкая надёжность оценок получена по РУ VIII.1. Его перспективность оценивается как низкая. Из полезных компонентов наибольший практический интерес представляет серебро, повышенные ресурсы которого прогнозируются в узлах VIII.2, VIII.3, VIII.4 в количестве 2, 14 и 4 тыс. тонн соответственно. Средние по крупности ресурсы Pb и Zn прогнозируются на объектах VIII.2 и VIII.3, Sn – на объектах VIII.2, 3, 5; W – на объектах VIII.3 - VIII.5. По комплексу полезных компонентов выделяется узел VIII.3, где прогнозируются крупные ресурсы серебра, средние Mo, Pb, Be, Sn, Zn и близкие средним Bi и W (таб. 7).

Южная группа АГО отличается от северной повышенной ролью в её составе рудных (геохимических) объектов оловянной формации и пониженной – полиметаллической. Например, если в северной группе отношение количества известных оловянных объектов к количеству полиметаллических составляет 0.25, то в южной это же отношение равно 2.

По результатам компьютерной обработки в пределах южной части Прибрежной зоны выделено 10 АГО в ранге рудных (геохимических) узлов. Их основные характеристики даны в кадастре к прогнозно-геохимической карте и таблице 7. Из этих данных видно, что по прогнозным ресурсам категории Р₃ один РУ (Горноводный, VIII.10), имеющий, в основном, полиметаллическую и оловянно-полиметаллическую рудную (металлогеническую) специализацию, оценен как крупный (по сумме свинца и цинка); к повышенному среднему уровню

(«средний-2») отнесен Щербаковский РУ (VIII.9); 5 рудных узлов отнесены к уровню перспективности «средняя-1»; перспективность РУ VII.11 оценена как низкая (по Zn, Sn, Ag, Pb); два объекта (VIII.6 и VIII.14) представлены единичными ячейками осреднённых данных и не имеют компьютерных оценок. Максимальную интенсивность поля, равную 50.8, имеет РУ VIII.9 (Щербаковский), минимальную (11.1) – РУ VIII.14. Средняя вариация Щербаковского рудного узла составляет 50.6, что ниже максимального значения этого показателя на 1.1, установленного для аномального геохимического поля РУ VIII.13 (51.7). Минимальное значение средней вариации, равное 29.3, характеризует аномальное поле РУ VIII.15. Для высоко перспективного Горноводного РУ (VIII.10) рассматриваемые показатели составляют: интенсивность – 39.4, средняя вариация – 41.3.

По результатам оценки прогнозных ресурсов можно сделать вывод о том, что из оценивавшихся полезных компонентов наибольший практический интерес могут представлять Zn, Pb, Ag, повышенные ресурсы которых прогнозируются в Горноводном и Щербаковском рудных узлах. Ресурсы Pb и Zn меньшей значимости прогнозируются на объектах VIII.8, 12 и 13; Sn – на РУ 8 и 10; Mo – на РУ 12; W, Be, Bi – на РУ 15. По комплексу полезных компонентов выделяется узел VIII.10, где прогнозируются крупные ресурсы цинка и средние Pb, Ag, Sn, Nb и Cu. С перечисленными выше рудными узлами можно связывать прирост прогнозных ресурсов категории P_2 достаточно широкого комплекса рудных элементов.

Аномальные геохимические поля всех рудных узлов Прибрежной МЗ – полиформационные. Подавляющее большинство из них содержат фрагменты полей, характеризующиеся золотой и золото-серебряной рудно-формационной специализацией. Однако в связи с отсутствием лабораторно-аналитических данных по золоту оценка объектов на этот металл не сделана.

В целом Прибрежная МЗ имеет отчётливо выраженную полиметаллическую специализацию. Суммарные прогнозные ресурсы в зоне, рассчитанные по крупным и средним объектам, составляют (в тыс. тонн): свинца – 4440, цинка – 6220, серебра – 35. Перспективность зоны на эти элементы, оценивается как высокая. Кроме того, в пределах зоны возможно выявление средних и мелких месторождений Sn, W, Be, Nb, Mo, Cu, Au.

Таблица 7

Относительная крупность прогнозных ресурсов химических элементов (ряды), перспективность объектов (рудных районов и узлов) Прибрежной МЗ

Кадастровый номер РУ, его название	Ряды химических элементов, ранжированные по относительной крупности прогнозных ресурсов	Рудные формации**	Перспективность
Рудные районы без выделения рудных узлов			
VIII-1 Дальнегорский РР	Zn31-Pb24-Sn21-Ag11-Bi3-Cu2.6-Hg1.6-Be1.4-Ta1.2-Sb1-W1-Mo0.8-Cd0.6	PbZn; Sn ₃ ; Hg; +AuAg	Высокая
Рудные узлы вне рудного района			
VIII.1	Mo0.7-Zn0.6-Sn0.3-Pb0.2-Ag0.05	Sn ₃ ; +Au	Низкая
VIII.2	Pb5.5-Zn4.5-Ag2-Sn2-Bi0.6-Cu0.3-W0.3	Sn ₃ ; PbAg; +Au	Средняя-2
VIII.3	Ag14-Mo2-Pb1.8-Be1.8-Sn1.5-Zn1.1-Bi1-W0.9	Ag; Sn ₃ ; +AuAg	Высокая
VIII.4	Ag4-Zn1.7-W0.9-Pb0.5	AgZn	Средняя-1
VIII.5	Pb1.5-Sn1.1-Zn0.6-Cu0.6-W0.4-Ag0.2	Sn ₃ ; W ₁ ; +Au	Средняя-1
VIII.6 Высокогорский	Sn3 ?	Sn ₂	Средняя-1
VIII.7	Zn2.5-Cu1.2-Sn1-W0.7-Bi0.6-Mo0.2;-Pb0.15	Sn ₃ ; +Au	Средняя-1
VIII.8	Zn1.7-Pb1.2-Cu1.2-Sn0.6-Ag0.5-Mo0.4	Sn ₃ ; +Au	Средняя-1
VIII.9 Щербаковский	Zn5.2-Ag1-Cu0.8-Sn0.7-Pb0.5-W0.4-Mo0.4	ZnAg; Sn ₃ ; W; +Au	Средняя-2
VIII.10 Горноводный	Zn11-Pb7.2-Ag3-Nb3-Sn2-Cu1.5	ZnAg; Sn ₃ ; W; +Au	Высокая
VIII.11	Zn0.4-Sn0.25-Ag0.2-Pb0.07	ZnAg; Sn ₃ ; +Au	Низкая
VIII.12	Pb1.7-Mo1.6-Zn1-Nb0.9-Be0.7-Cu0.65-Sn0.6-W0.6-Ag0.45	Sn ₃ ; PbZn; W ₂ ; +Au	Средняя-1
VIII.13	Zr7-Zn1.5-Pb1.5-Nb1.5-Be1-Sn0.9-Cu0.6-W0.5-Ag0.15	Sn ₃ ; ZnPb; W ₂ ; +Au	Средняя-2
VIII.14	?	Sn ₂	Неопред.
VIII.15	Bi1.6-Sn1-Zn1-Be1-W0.9-Cu0.6-Pb0.35	Sn ₃	Средняя-1

* Цифра рядом с символом элемента – относительная крупность его прогнозных ресурсов в единицах мелкого объекта (принятого максимального значения ресурсов соответствующего элемента на мелком объекте): Zn, Pb, Cu – 100 тыс. т.; Sn, W, Mo, Sb – 10 тыс. т.; Ag, – 1тыс. т.; Hg, Be, Bi – 5 тыс. т.; Au 10 тонн.

** Прогнозируемые рудные формации: Sn₁ – оловянная касситерит-кварцевая; Sn₂ – оловянная касситерит-силикатная; Sn₃Ag, Sn₃ – оловянно-полимнталлическая с серебром и без него соответственно; SnW – оловянно-вольфрамовая; W₁ – вольфрамовая вольфрамитовая, W₂ – то же шеелитовая ; **W₂Au** – то же шеелитовая с золотом; Au – золото-кварцевая; +Au – то же без расчёта прогнозных ресурсов; AuAg – то же золото-серебряная; Cu – медная; BeSn – редкометальная; +TR – редкоземельная; ZnAg, PbAg, PbZn – полиметаллическая с преобладанием указанных символами элементов; Hg – ртутная, сурьмяно-ртутная.

6.3. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1) По результатам геохимического прогнозирования на территории листа L-53 (с клапанами) выделено 8 металлогенических зон и 12 рудных районов, установлена их рудно-геохимическая специализация, определены рудно-формационная принадлежность и прогнозные ресурсы на широкий комплекс химических элементов. Впервые выделены следующие рудные районы: Лермонтовский – золото-вольфрамовый с медью и оловом, Вяземский – медно-золотой, Матайский – олово-медно-золотой, Хорский золото-медный с вольфрамом, Ариадненский существенно вольфрамовый (шеелитовый) с медью и золотом, Верхнебикинский оловянно-золоторудный, Лесозаводский оловянно-редкометальный. Геохимически обоснованы границы Вознесенского, Арминского, Иманского, Кавалеровского, Дальнегорского рудных районов. Все эти районы оцениваются как высоко и средне перспективные на типоморфные для каждого из них рудные полезные компоненты (см. кадастр к прогнозно-геохимической карте – текстовое приложение 1).
- 2) Из числа рудных узлов, расположенных за пределами рудных районов по результатам расчёта прогнозных ресурсов к высоко перспективным отнесены узлы: II.2 IV.4, IV.7, V.6 VI.3, VI.10, VI.25, VII.5, VII.10, VII.13, VII.14, VII.15, VIII.3, VIII.10 (таб. 8).

Таблица 8

Прогнозные ресурсы основных полезных компонентов в высоко перспективных рудных (геохимических) районах и узлах

Рудные районы и узлы	№ на карте	Прогнозные ресурсы основных рудных химических элементов в тыс. тонн (Au – в тоннах)													
		Sn	W	Pb	Zn	Au	Ag	Cu	Mo	Be	Sc	Y	Yb	F, La, Ni и другие х.э.	
РУ	I.6	-	20	-	-	100	3	200	-	-	-	25	-	Bi 20; Hg 7	
Спасский РУ	II.2	40	6	1000	350	-	-	100	-	10	12	50	7	F 4000; Zr 3000 ; La 50	
Вознесенский РУ	II-2.1	12	-	180	600	-	3	150	30	30	60	20	3	F 17000 ; Nb 10	
РУ	II-2.5	40	6	130	230	-	-	50	-	20	10	60	4	Nb 40; La 100 ; Ga 25	
Матайский РР	IV-2	<u>35</u>	<u>7</u>	<u>120</u>	1100	++	-	>500	<u>11</u>	<u>1.5</u>	-	<u>40</u>	4	Nb 20	
РУ	IV.4	10	-	-	600	+	-	600	-	-	5	-	3	Ni 1500	
Маревский ГУ	IV.7	42	-	150	450	/150	-	250	-	-	10	25	2	Ni 3000	
ГУ	V.6	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	100	9	Zr 1000 ; P 15000; La 100	
Хорский РР	VI-1	10	60	-	250	150	1	2000	15	-	50	35	5	-	
ГУ	VI.3	-	-	-	200	+	-	500	-	-	20	-	-	Ni 1300 ; Mn 12000; Nb 15	
Ариадненский РР	VI-2	7	185	-	400	+	-	600	12	24	-	120	16	Li200	
Лесогорский РУ	VI.10	30	15	150	650	++	-	150	-	-	17	50	10	Ti 62000 ; Co 90 ; Bi 12	
Криничный РУ	VI.25	-	2.5	40	90	220	1	60	1.5	3	-	25	3	Bi 5;	
Восток-2 РУ	VII.5	35	100	-	500	40	1	70	9	-	6	-	-	Sb 6; Bi 25?	
Янтарный РУ	VII.6	90	20	350	800	-	4	450	-	-	-	-	-	Sb 7; Bi 3; As 150	
Тигриный РУ	VII.10	150	80	-	80	-	-	-	-	9	-	-	-	Bi 35; As 150; Li 1300	
Арминский РР	VII-2	200	20	400	300		4	300	-	-	-	40	5	Bi 20; Ga 80	
Глухой РУ	VII.13	40	9	20	250	>100	-	-	4	-	-	30	-	Bi 5; As 400; Ga 20	
Островной РУ	VII.14	150	6	60	500	-	1.3	110	-	-	3	-	-	Nb 10; Co 20	
Ноябрьский РУ	VII.15	50	10	450	800	-	1	40	-	4.5	-	25	3	Bi 2	
Кавалеровский РР	VII-4	435	47.5	1250	1700	-	4.5	600	102	10	-	170	7	Li 250; Co 43	
РУ	VIII.3	15	9	180	110	-	14	-	20	9?	-	-	-	Bi 5	
Дальнегорский РР	VIII-1	210	10	2400	3100	+	11	260	8	7	-	130?	14	B~1000?; Bi 15; Sb 10; Hg 8; Ta 12; As 1300;	
Горноводный РУ	VIII.10	20	-	720	1100	-	3	150	-	-	-	-	-	Nb 30?	

Примечания к таблице: “-” – прогнозные ресурсы не определены или отсутствуют; “+” – прогнозные ресурсы Au предполагаются, но не определены из-за отсутствия лабораторно-аналитических данных.

- 3) Расширены перспективы известных рудных районов и узлов как на типоморфные, так и на нетрадиционные для Приморья рудные элементы. К первым относятся Sn, W, Zn, Pb, Ag, Au, F; к вторым – Cu, Mo, Be, Bi, Ni, Sc, Y, Yb, La.
- 4) Рудно-геохимическая (металлогеническая) специализация выделенных и показанных на прогнозно-геохимической карте металлогенических зон удовлетворительно согласуется с рудно-формационной интерпретацией аналогичных структур Е.А. Радкевич и не противоречит фактическим данным. Здесь можно говорить лишь в аспекте уточнения границ и геохимического содержания металлогенических структур. Учёт последнего обстоятельства в значительной степени повышает надежность и обоснованность металлогенического районирования территории.
- 5) Редкометалльно-редкоземельные АГО более характерны для западной части изученной территории, чем для центральной и восточной.
- 6) Из-за низкого качества лабораторно-аналитических данных по Hg, Sb, Tl, Cd и недостатков методического характера при опробовании остались не выявленными аномальные геохимические объекты низкотемпературных рудных формаций – ртутной и сурьмяно-ртутной. В результате компьютерной обработки данных было выделено лишь три небольших АГП площадью в 1-2 ячейки осреднения, относящихся к этим типам рудных формаций. В соответствии с действующими требованиями аномалии таких размеров на прогнозно-геохимических картах не показываются.
- 7) Рекомендации по проведению дальнейших прогнозно-поисковых геохимических работ на АГО высокой и средней перспективности сводятся к следующему.

7.1). К числу объектов и территорий, в пределах которых рекомендуется провести поисковые работы или МГХК с поисковыми целями, в первую очередь относятся рудные районы и узлы, поименованные в таблице 6. Очередность проведения более детальных заверочных работ зависит от конъюнктуры рынка.

7.2). Поисковые заверочные работы должны носить характер последовательного поэтапного сгущения сети опробования коренных пород, от масштаба 1:500000 до 1:50000-25000. Основная цель этих работ – локализация перспективных аномальных объектов до размеров рудного месторождения. Эти работы необходимо непрерывно сопровождать компьютерной обработкой получаемых геохимических данных и вносить коррективы в технологию проведения работ в соответствии с данными компьютерного прогнозирования. Это самая дешёвая и надёжная методика оценивания аномальных геохимических объектов, выявляемых при региональных геохимических работах.

7. СХЕМАТИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ КАРТА ПРИМОРСКОГО И ЮЖНОЙ ЧАСТИ ХАБАРОВСКОГО КРАЁВ МАСШТАБА 1:1000000

(оценка эколого-геохимической обстановки территории)

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Схематическая эколого-геохимическая карта Приморского и южной части Хабаровского краёв масштаба 1:1000000 составлена с использованием геохимических данных, накопленных по территории Приморья за период с 1985 г. по 2001 г. при проведении специализированных площадных работ экологической направленности.

Характеристика эколого-геохимической обстановки указанной территории даётся, в основном, по результатам Многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000, проведенного ООО МИФ “Экоцентр” в 1991 – 2000 гг.

Для оценки степени химического загрязнения территории Южного Приморья, включая г. Владивосток, акватории Амурского и Уссурийского заливов с прилегающей к ним территорией суши, дополнительно использованы многочисленные ретроспективные данные, полученные в 1985-95 гг. “Экоцентром” при проведении специализированных эколого-геохимических исследований и поисковых работ (Владивостокский промышленный район – объекты “Санаторный-1”, “Санаторный-2”, “Уч. Амурский залив”, “Уч. Находкинский) (Цой Б.В. и др., 1987; Старов О.Г., 1992, Шлыков С.А. и др., Андронов В.И. и др., 1994). Загрязнение донных осадков южной части акватории оз. Ханка между устьями рек Илистой и Мельгуновки оценивалось по результатам работ (включая лабораторно-аналитические исследования), выполненных НПЭФ “ГЭКО” в 1992 году одновременно с МГХК-1000 (неопубликованные материалы В.И. Остапчука и Н.И. Грехнёва). Кроме того, при составлении эколого-геохимической карты были использованы материалы МГХК-200 по территории площадью 700 км², расположенной на границе листов К-52-VII и К-52-VIII. Эти материалы были любезно предоставлены сотрудниками Московской опытно-методической экспедиции Института минералогии и геохимии редких элементов (МОМГЭ ИМГРЭ).

Обеспеченность эколого-геохимической информацией северной половины территории Приморского края ниже, чем южной. Современное состояние степени загрязнённости почв химическими компонентами оценено только по результатам МГХК-1000. Более детальные экологические исследования здесь не проводились.

Все имеющиеся геохимические данные были подвергнуты математической обработке и последующей интерпретации полученных результатов. Общее число обработанной геохимической информации оценивается приблизительно в 20-25 тысяч проб и точек. Большая часть из них (около 20000 проб) характеризует территорию г. Владивостока.

7.2. МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка эколого-геохимического состояния территории Приморского края выполнена по результатам опробования почв, донных отложений и воды водотоков.

В качестве основного критерия оценки почв и донных отложений использован суммарный показатель загрязнения химическими элементами (Z_c), по которым имеются данные о предельно- и ориентировочно допустимых концентрациях (ПДК и ОДК). Вычисление значений Z_c осуществлялось по формуле, предложенной Ю.Е. Саетом (1990):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i - C_{иф}}{C_{иф}} + 1 = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1),$$

где n – количество участвующих в расчете химических элементов; C_i , $C_{иф}$ – соответственно средняя, фоновая (ориентировочно- или предельно-допустимая) концентрация i -го химического элемента в опробованной среде, K_c – коэффициент концентрации химического элемента.

В расчёт включены данные по следующим химическим элементам (рядом с символом элемента цифрой указано его ОДК, ПДК в %): As - 0.0002; Hg - 0.00021; Cd - 0.00005; Pb -

0.0032; Zn - 0.0055; Cu - 0.0033; Ni - 0.002; Mn - 0.15; V - 0.015. Степень загрязнённости тал-лием почв и донных осадков определена в единицах кларка для литосферы по А.П.Виноградову (1г/т), кадмием донных осадков водотоков – в единицах ОДК (0.5г/т). При определении уровня химического загрязнения компонента среды использовались "Критерии оценки экологической обстановки территорий...", утвержденные в 1993г министром эко-логии Российской Федерации, а так же критерии разделения химических элементов на классы опасности для почв, утвержденные Минздравом СССР (4266-87).

Общеизвестно, что на экологическое состояние окружающей среды основное влияние оказывают две группы источников загрязнения – антропогенная и природная. В Приморье, как и в большинстве других регионов, наиболее опасными загрязнителями среды в настоя-щее время являются источники первой группы, в составе которых основную роль играют хи-мический и пылевой типы. Природные источники представлены, главным образом, химиче-ски аномальными объектами (месторождениями, геохимическими аномалиями и т.п.), кото-рые, хотя и оказывают влияние на природную среду, но находятся с нею в относительно устойчивом равновесии, по крайней мере, до тех пор, пока это равновесие не будет нарушено человеком или самой Природой. Вполне очевидно, что экологическое состояние окружающей среды в значительной степени определяется действующей системой при-родопользования и сложившимися условиями и принципами хозяйствования. Поэтому установление генетической природы выделенных аномальных эколого-геохимических объектов осуществлялось с использованием карт функционального зонирования и результа-тов прогнозной оценки территории на рудные полезные ископаемые.

7.3. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ИЗУЧЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

По эколого-геохимическому состоянию и генетической принадлежности источников хи-мического загрязнения компонентов природной среды на исследуемой территории выделяет-ся четыре, зоны: Уссурийская, Сихотэ-Алинская, Южно-Приморская, Центральная (рис 7.1). При выделении перечисленных зон и определении их генетической основы учитывалась степень насыщенности территорий источниками техногенного загрязнения, перечень кото-рых дан в текстовом приложении 4).

Уссурийская природно-техногенная **зона (I)** охватывает бассейн озера Ханка и в виде сравнительно узкой полосы протягивается в северо-восточном направлении от широты г. Ус-сурийска вдоль р. Уссури до северной границы листа L-53 (широта 48°). В пределах рассмат-риваемой зоны выделяются три эколого-геохимических структуры более высокого иерархи-ческого уровня: Лучегорский район, Лесозаводский узел и Ханкайская подзона. Генезис ис-точников химического загрязнения компонентов окружающей среды преимущественно при-родно-техногенный.

Сихотэ-Алинская техногенно-природная **зона (II)** занимает практически всю восточ-ную часть территории Приморья, охватывая хребет Сихотэ-Алинь, включая ближайшие за-падные и все восточные его отроги и склоны. На территории зоны выделено четыре эколого-геохимических структуры более высокого иерархического уровня: Верхне-Иманский, Дальнегорский, Ольгинский районы и Кавалеровский узел. Основными источниками хими-ческого загрязнения здесь являются природные аномальные поля, включая месторождения и многочисленные рудопоявления. Влияние последних на уровень химического загрязнения среды обитания в значительной степени усиливается при проведении добычных и детальных геологоразведочных работ.

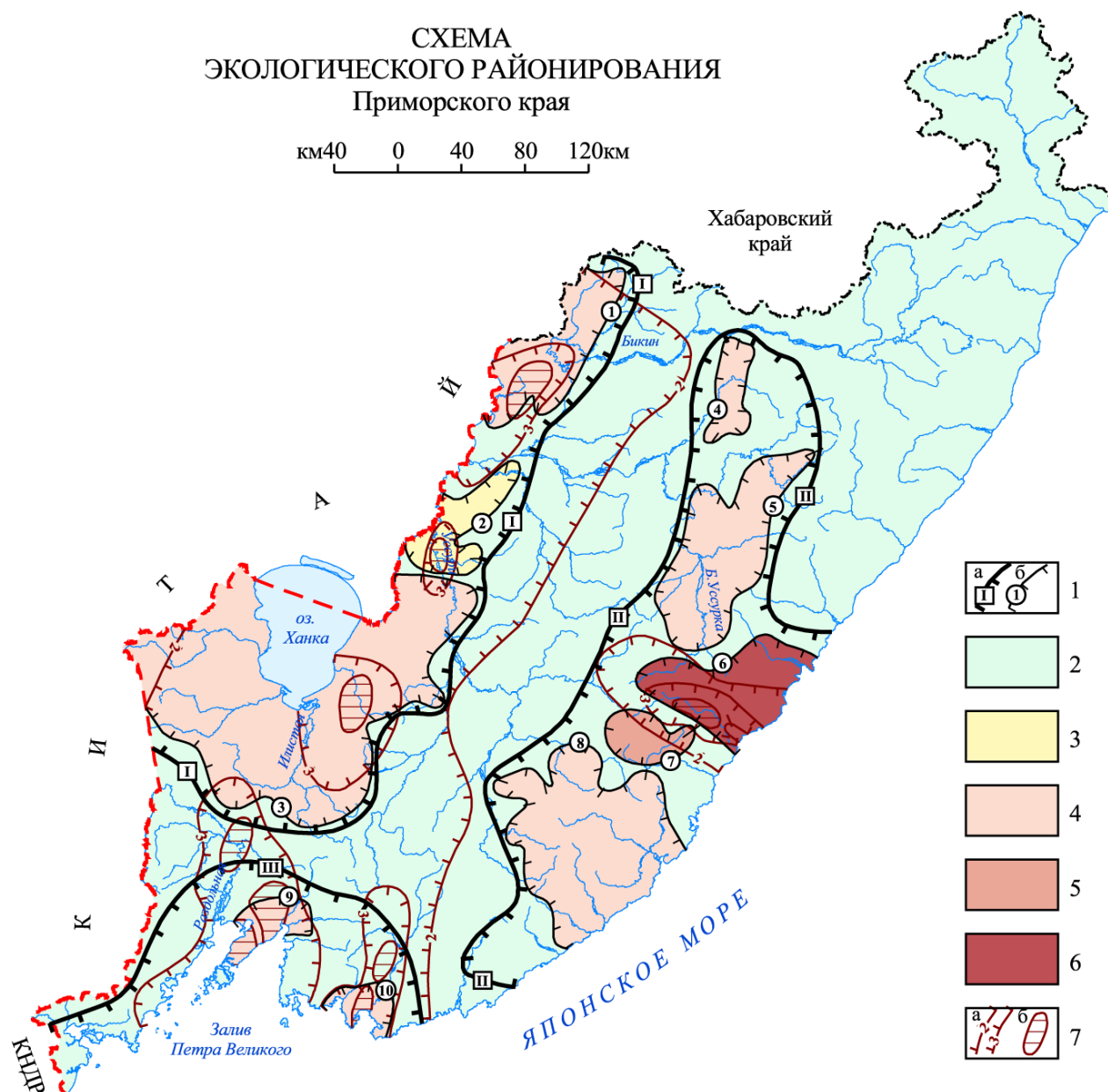


Рис. 3.1. Схема эколого-геохимического районирования Приморского края

Выделенные эколого-геохимические объекты:

1 – Границы и номера эколого-геохимических зон (а), районов и узлов (б);

Цифрами обозначены:

I – Уссурийская зона

1 - Лучегорский узел; 2 - Лесозаводский узел; 3 – Ханкайская подзона.

II – Сихотэ-Алинская зона

4 – Дальний узел; 5 – Колумбийский район;
6 – Дальнегорский район; 7 – Кавалеровский узел;
8 - Ольгинский район.

III – Южно-Приморская зона

9 – Владивостокский узел; 10 – Находкинский узел.

Оценка экологического состояния территории:

2 – Удовлетворительная обстановка; 3 – Относительно удовлетворительная обстановка;

4 – Напряженная обстановка; 5 – Критическая обстановка

6 - Чрезвычайная обстановка;

7 – Контуры территорий с превышением в 2-3 раза (а), в 4 раза и более (б) предельно допустимой концентрации (ПДК) суммарного количества пыли и вредных веществ в атмосферном воздухе по данным расчетного моделирования.

Южно-Приморская существенно техногенная **зона (III)** охватывает наиболее освоенную часть юга Приморья, прилегающую к береговой линии Японского моря. Здесь расположены города Владивосток, Артём, Находка, Большой Камень, Фокино, в которых проживает около половины населения Приморского края и где сосредоточена подавляющая часть промышленных предприятий. В отличие от предыдущих двух зон химическое загрязнение компонентов окружающей среды в описываемой зоне носит ярко выраженный техногенный характер. Наиболее отчётливо это проявлено на территории г. Владивостока.

Центральная существенно природная **зона (IV)** занимает около четверти территории края, располагается между названными выше экологически неблагоприятными зонами и протягивается от северной границы Южно-Приморской зоны до широты 48°. Зона характеризуется относительно слабым уровнем химического загрязнения компонентов природной среды и по этому выделяется как самостоятельная эколого-геохимическая структура.

7.4. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО И ЮГА ХАБАРОВСКОГО КРАЁВ

УССУРИЙСКАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНА (I)

Лучегорский эколого-геохимический район **1** располагается в северной части Уссурийской эколого-геохимической зоны. Площадь аномального поля почв составляет здесь около 2000 км². Аномальные потоки донных осадков водотоков выделяются в южной части района и имеют площадь водосбора около 300 км². На описываемой территории располагается Приморская ТЭЦ, Лучегорский угольный разрез, г. Лучегорск, несколько населённых пунктов. Территория пересекается железнодорожной и автомобильной магистралями.

Район выделяется по аномальным концентрациям тяжёлых металлов в почвах. Основными химическими элементами, образующими аномалии являются мышьяк, кадмий, никель, средние содержания которых, рассчитанные по 20 пробам, составляют соответственно: 0.00124% (6.2 ОДК), 0.000094% (1.88 ОДК), 0.0034% (1.7 ОДК). Наиболее высокое содержание мышьяка (40 и 30 ОДК) установлено в двух пробах почв, расположенных 10 - 15 км севернее г. Лучегорска. Максимальная концентрация кадмия в этой же части узла составляет 5 ОДК, никеля – 3 ОДК. Здесь же в одной пробе почв установлено аномальное содержание таллия (2 ОДК). Повышенные концентрации никеля и хрома (0.2-0.3 мг/л при наиболее распространённых 0.003-0.005 мг/л) выявлены в воде р. Бикин и её левого притока р. Щеголиха.

Анализ имеющихся данных показывает, что основными источниками загрязнения почв и воды тяжёлыми металлами здесь, вероятно, являются Лучегорский угольный разрез и Приморская ГРЭС.

В соответствии с действующими нормативами эколого-геохимическое состояние территории Лучегорского района по уровню загрязнения почв оценивается как напряжённое, а на территории г. Лучегорска – как критическое.

Лесозаводский эколого-геохимический узел **2** располагается в средней части Уссурийской зоны. Площадь территории узла составляет ~ 1700 км². В пределах узла расположен г. Лесозаводск (деревообрабатывающая промышленность) и несколько населённых пунктов с сельскохозяйственным, лесозаготовительным и транспортным видами хозяйственной деятельности.

Рассматриваемая структура выделена по аномальным концентрациям тяжёлых металлов в почвах. Основными химическими элементами, загрязняющими компоненты окружающей среды, являются мышьяк, кадмий, никель, реже свинец. В этом отношении Лесозаводский узел в значительной степени аналогичен Лучегорскому району. Среднее содержание мышьяка в почвах, рассчитанное по 15 пробам, составляет 0.00168% (8.4 ОДК); кадмия – 0.00015% (3 ОДК), никеля – 0.00325% (1.63 ОДК), свинца – 0.0045% (1.4 ОДК). Наиболее высокие концентрации мышьяка и кадмия в почвах установлены в юго-восточной части узла, где их значения составляют 30 и 10 ОДК соответственно. Можно предполагать, что источником хи-

мического загрязнения почв здесь являются природные геохимические аномалии, связанные с известными проявлениями магнетитовых руд. На остальной части территории рассматриваемого узла загрязнение почв “тяжёлыми металлами”, повидимому, носит преимущественно природно-техногенный характер и, следовательно, в значительной степени связано с хозяйственной деятельностью человека.

ХАНКАЙСКАЯ эколого-геохимическая подзона [3] занимает, в основном, бассейн оз. Ханка, охватывая полностью или частично 8 административных районов края: Ханкайский, Пограничный, Хорольский, Спасский, Черниговский, северную часть Октябрьского и Михайловского районов, запад Анучинского. Площадь российской части этой подзоны, включая акваторию оз. Ханка, составляет около 22000 км². В функционально-хозяйственном отношении территория зоны представляет собой сельскохозяйственную житницу Приморского края. Здесь расположено около 50% пахотных и мелиорируемых земель Приморья. Продолжают функционировать горнодобывающие и угледобывающие предприятия, карьеры по добыче строительных материалов, цементная промышленность г. Спасска и т.д.

Наиболее загрязнёнными природными средами в рассматриваемой зоне являются почвы, в меньшей степени – поверхностные воды и донные отложения водотоков. Основным элементом-загрязнителем здесь является мышьяк, содержание которого в литохимических аномалиях превышает ОДК в 30-40 раз. Из других химических элементов первого класса опасности установлены: в почвах и донных отложениях водотоков – таллий в количестве от 3г/т до 20г/т (3-20 КК – коэффициентов концентрации); в донных осадках – кадмий, содержание которого составляет преимущественно 4 ОДК, реже 8 и 12 ОДК.

Наиболее неблагоприятные в экологическом отношении территории с химическим загрязнением почв до опасного уровня (критическое состояние) окаймляют оз.Ханка с юга и востока. Здесь выявлены две крупных аномалии общей площадью порядка 4000 км², в которых кроме мышьяка и таллия в повышенном количестве содержатся марганец, никель (1.5-3 ПДК, ОДК), а также в отдельных пробах – медь (до 3 КК), фтор (1.5-2.5 КК), кобальт (до 4.5 КК). К западу от оз.Ханка (от меридиана 132°) суммарная площадь загрязнения почв мышьяком, таллием, никелем и марганцем сокращается и составляет порядка 700 км², а донных осадков водотоков теми же элементами и кадмием – увеличивается до 1100-1200 км². Кроме того, на территории Ханкайской зоны выделены слабо контрастные ($4 < Z_c < 16$) аномалии никеля и марганца (в редких случаях с мышьяком), в пределах которых экологическая обстановка оценивается как допустимая, но почвы непригодны для производства продуктов детского питания.

В 9 пробах донных отложений определялись органические вещества (фенолы, нефтепродукты, СПАВ). Уровень содержания фенолов колеблется от 0,025 мг/кг в р. Нестеровке до 0,44 в устье р. Комиссаровки. Нефтепродукты установлены лишь в 5 пробах. Содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) меняются от 1,11 на рисовых чеках в устье р. Мельгуновки до 3,04 на рисовых чеках в северной части области.

В целом по Ханкайской зоне суммарная площадь загрязнённых токсичными элементами территорий оценивается приблизительно в 9500 км², что составляет около 50% от общей площади суши российской части бассейна оз.Ханка.

Значительная часть рассматриваемых аномалий располагается на территории развития существенно техногенных и природно-техногенных ландшафтов, поэтому источники химического загрязнения следует связывать с агропромышленной, горно-добывающей хозяйственной деятельностью и транспортом. При этом необходимо учитывать обогащённость токсичными элементами слабо литифицированных палеоген-неогеновых отложений, любое вскрытие которых приводит к нарушению установившегося природного равновесия, активизации химических процессов и, как следствие, – к загрязнению компонентов природной среды. Это может происходить при добыче полезных ископаемых (в особенности карьерным способом), строительстве, образовании промоин и оврагов.

Таким образом, в пределах Ханкайской эколого-геохимической зоны основными источниками техногенного загрязнения среды обитания являются: обработанные химическими веществами сельхозугодья (в основном, это рисовые чеки и пахотные земли), животноводческие фермы, горнодобывающие предприятия (карьер по добыче флюоритовых руд в пос. Вознесенка; Реттиховский, Павловский разрезы и Липовецкая шахта по добыче бурого угля, карьеры по добыче строительных материалов), цементная промышленность г.Спасска-Дальнего, склады минеральных удобрений и ядохимикатов, различного рода военные объекты и др.

В южной части оз. Ханка в активном слое донных отложений мощностью 15 см по данным В.И. Остапчука и Н.И. Грехнёва выделена высоко контрастная аномалия мышьяка площадью более 90 км². Среднее содержание этого опасного токсиканта в аномалии составляет 480 ОДК (чрезвычайное состояние среды), максимальное достигает 3000 ОДК. Установлено, что кроме мышьяка в высоко опасных концентрациях в донных отложениях оз. Ханка содержатся следующие тяжёлые металлы (г/т): медь – до 200; висмут – до 100; серебро – до 8; олово – до 400. Обычная мощность аномально загрязнённых осадков составляет 10-15см. По направлению к поверхности осадка интенсивность и объёмы техногенного загрязнения возрастают. Исследователи полагают, что загрязняющие вещества, включая канцерогены (фенолы, нефтепродукты, СПАВ) выносятся во взвешенном и растворённом состоянии реками Илистая, Мельгуновка, Комиссаровка и др. из районов интенсивного сельскохозяйственного и горнорудного производства Приханкайской низменности.

Состояние воздушной среды и аэрогенное загрязнение почв оценивалось сотрудниками фирмы "ГЭКО" в 1992 году посредством опробования снежного покрова на трёх опорных участках: Спасском, Вознесенском и Ханкайском. Наиболее высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха пылью и "тяжёлыми" металлами был отмечен на Вознесенском участке. По составу аномальных элементов, содержащихся в пыли снега, можно полагать, что пылевая нагрузка атмосферного воздуха на Вознесенском и Ханкайском участках формируется за счёт деятельности Ярославского горно-обогатительного комбината, на Спасском – под существенным влиянием предприятий стройиндустрии, расположенных в г.Спасск-Дальний.

Высоким техногенным химическим загрязнением характеризуются воды поверхностных водотоков. Среди загрязнителей выявлены тяжёлые металлы и другие токсичные элементы, пестициды, биогенные вещества, фенолы, нефтепродукты. По данным МГХК-1000 наиболее загрязнены токсичными элементами воды р. Мельгуновки и её притока р. Нестеровки, притоков р. Иистой – рек Абрамовки и Снегуровки, а также – р. Спассовки. Значения суммарного показателя загрязнения вод токсичными элементами здесь в 50-100 раз, иногда более, превышают фоновые. Основной вклад в загрязнение вод вносят бериллий, свинец, литий, марганец, фтор, концентрации которых в 10-20 раз выше фоновых. Кроме того, высокие и повышенные концентрации в водах создают цинк, медь, никель, ванадий, кобальт, хром, стронций. Содержание в водах бериллия, относящегося к 1-му классу опасности (для воды), почти повсеместно достигают ПДК или превышают его в 3-6 раз. Высоко опасные и опасные элементы, такие как цинк, медь, фтор, часто превышают ОДК, КК в 1.3-3 раза и более. Повышенные концентрации марганца, никеля, хрома отмечены в водах р. Спассовки. На большей части бассейна оз.Ханка содержание аммонийного азота в водах рек превышают ПДК в 2-10 раз, нитратов в отдельных точках – в 6 раз.

Незначительная по площади аномалия (до 100 км²) агротехногенного типа выявлена в пределах рисовых чеков Вадимовского совхоза, где в воде мелиоративных каналов установлены повышенные концентрации пестицидов: метафоса – 0.025-0.06 мкг/л (1.25 – 3.15 ПДК) и рогора – 0.062мкг/л (4.1 ПДК). Кроме того, здесь же зафиксировано присутствие (мкг/л): ДДТ – 0.002-0.005; гексохлорана – 0.0002-0.007, линдана – 0.0003-0.012. Для остальной территории сельхозугодий концентрации пестицидов в почвах не определялись.

Максимальное загрязнение вод пестицидами до 0.5-1мкг/л (по сумме ДДТ, ГХЦГ, сатурна, пропанида, ордрама) отмечалось лабораторией вод ПримУГКС в реках Спасовка, Б. Уса-чи, Втором и Казачьем ёриках, куда они привнесены, вероятно, с рисовых чеков.

В итоге можно констатировать, что экологическая обстановка на значительной части территории Ханкайской подзоны согласно действующих норм оценивается как напряжённая и критическая. Это подтверждается и медицинскими данными по заболеваемости проживающего здесь населения. Например, в Ханкайском районе очень высока общая заболеваемость населения (4583 заболевания на 1000 человек в год).

Бассейн озера Ханка является самой крупной по площади и наиболее значимой по экологическому неблагополучию территорией в пределах Приморского края. В настоящее время здесь сложился комплекс актуальных экологических проблем, связанных с постоянно возрастающим антропогенным прессингом на среду обитания, экосистемы и человека. Неблагоприятная экологическая обстановка проявляется и в наличии на территории бассейна оз. Ханка серьезных медико-географических проблем.

Резюмируя всё изложенное, можно сделать следующие выводы.

1). В настоящее время в Ханкайской зоне идёт интенсивное загрязнение среды обитания тяжёлыми металлами, ядохимикатами, нефтепродуктами, СПАВ. До критического состояния загрязнены почвы, воды и донные отложения поверхностных водотоков и акватории оз. Ханка, снежный покров и, следовательно, атмосферный воздух. По результатам эколого-геохимических исследований, выполненных "Экоцентром" в масштабе 1:1 000 000, экологическая ситуация на территории, прилегающей к оз. Ханка с юга и востока, оценивается как напряжённая и критическая.

2). Под воздействием техногенных факторов природные экосистемы претерпевают кардинальные негативные преобразования: нарушается естественный баланс между всеми компонентами природы, разрушаются природные комплексы, исчезают (или находятся на грани исчезновения) отдельные виды животных и растений, нарушены способности биологических систем к саморегуляции и самовоспроизводству.

3). Особое беспокойство вызывает ухудшение здоровья населения, проживающего в бассейне оз. Ханка, в сравнении с другими районами края и регионами России: повышается общая заболеваемость, в особенности онкологическими болезнями; увеличивается число уродств при рождении; сокращается продолжительность жизни. С высокой долей вероятности можно полагать, что в наиболее экологически неблагополучных точках рассматриваемой территории уже запущены процессы мутагенеза, а это крайне опасно для человека, общества, экосистемы в целом.

Сихотэ-Алинская эколого-геохимическая зона (II)

ВЕРХНЕ-ИМАНСКИЙ эколого-геохимический район **4** располагается в центральной части хребта Сихотэ-Алинь и его западных отрогов, охватывая фрагменты бассейнов рек Большой Уссурки и Колумбе (приустьевая часть). Суммарная площадь территории района, выделенная по аномальным полям почв и аномальным потокам донных осадков, составляет ~5000 км². В пределах рассматриваемой структуры располагается один населённый пункт – с. Мельничное. Здесь известно большое число мелких месторождений и рудопроявлений, среди которых преобладают оловянные, оловянно-полиметаллические, оловянно-вольфрамовые, реже золоторудные объекты. В пределах района проводились добычные работы на россыпях касситерита в верховье р. Бол. Уссурки и золота на левобережье р. Колумбе (Благодатненский рудный узел). На всех остальных рудных объектах в разные годы проводились геологоразведочные работы.

Характеристика эколого-геохимического состояния территории района даётся по геохимическим данным, полученным при проведении МГХК-1000 по результатам опробования почв и донных осадков водотоков.

На территории описываемого района выделено 5 геохимических аномалий почв размером от 70 км² до 500 км². Суммарная площадь этих аномалий составляет около 1500 км². Опробование донных осадков водотоков показало, что суммарная площадь водосбора, характеризующегося аномальным содержанием химических элементов в пробах, составляет около 4000 км².

К числу химических элементов, загрязняющих почвы и донные осадки водотоков, относятся As, Zn, Mn, Ni. Значения суммарного показателя загрязнения (СПЗ) почв указанными элементами составляет от 8 до 32 и более, что соответствует допустимому ($8 < \text{СПЗ} < 16$), напряжённому ($16 < \text{СПЗ} < 32$) и критическому (> 32) уровням. Аналогичным загрязнением характеризуются и потоки рассеяния. Наиболее высокие значения СПЗ характерны для северной и частично юго-восточной части описываемого эколого-геохимического района. Наибольшую негативную роль как активный загрязнитель играет мышьяк, который является спутником как оловянного, так и золотого оруденения.

По результатам обработки данных эколого-геохимическую ситуацию в пределах выделенных аномалий допустимо оценить в целом как напряжённую, на отдельных наиболее интенсивно загрязнённых участках – как критическую.

Источниками химического загрязнения в рассматриваемом эколого-геохимическом районе являются природные аномальные геохимические объекты в различной степени нарушенные хозяйственной деятельностью человека.

ДАЛЬНЕГОРСКИЙ эколого-геохимический район [5] характеризуется развитой горно-добывающей и горноперерабатывающей промышленностью. Здесь располагаются основные полиметаллические месторождения Приморья, а также крупное месторождение бора, которые эксплуатируются. Добываемые руды являются сырьевой базой для функционировавших долгие годы химического комбината в г. Дальнегорске и свинцово-плавильного завода в пос. Рудная Пристань. В северо-западной части района (верховья р. Рудной и Большой Уссурки) много лет эксплуатируются Смирновское и Южное месторождения, отработаны оловянные россыпи. Указанные виды хозяйственной деятельности определяют техногенную химическую нагрузку на среду обитания и формируют экологическую обстановку района. К природным источникам химического загрязнения относятся рудные месторождения, рудопроявления, зоны минерализации и различного рода геохимические аномалии, которые в значительной степени осложняют экологическую ситуацию в районе.

Дальнегорский эколого-геохимический район характеризуется интенсивным химическим загрязнением почв и донных осадков водотоков. Суммарная площадь почв и территории водозбора, загрязнённых токсичными элементами, составляет порядка 2500 км², в том числе с аномальными значениями $Z_c > 16$ – около 1800 км². Сюда частично или полностью входят бассейны рек: Рудной (в основном, левобережье), Лидовки, Черёмуховой, Джигитовки (правобережье близ пос. Пластун), верхнего течения Большой Уссурки. Из химических элементов 1^{го} класса опасности основными загрязнителями в рассматриваемом районе являются мышьяк, цинк, свинец. Среднее содержание этих элементов в почвах наиболее крупной в районе аномалии составляют (в единицах ОДК): As-52; Zn-5.8; Pb-3.4; в донных отложениях соответственно - 145; 5.2; 3.3. Из других химических элементов следует отметить серебро, среднее содержание которого в почвах и донных осадках аномалии соответственно составляют 22 и 40 КК.

По уровням загрязнения токсичными элементами почв площади территорий распределяются следующим образом: высоко опасное ($Z_c > 64$) – 200 км²; опасное ($32 < Z_c < 64$) – 650 км²; умеренно опасное ($16 < Z_c < 32$) – 700 км².

Участки с загрязнением почв до высоко опасного уровня ($Z_c > 64$ - чрезвычайное состояние) выявлены в восточной части г. Дальнегорска (50-100 км² в районе химкомбината) и в пос. Рудная Пристань (50-100 км² в сфере влияния свинцово-плавильного завода). Концентрации токсичных элементов в пределах первой из упомянутых территорий составляют (в единицах ОДК): As – 75; Zn – 7.3; Pb – 4.7; в пределах второй соответственно – 250, 36 и 12.5.

Содержание серебра в почвах г. Дальнегорска превышает региональный фон в 11 раз, в пос. Рудная Пристань – в 94 раза, бора – в 3 и 6 раз соответственно.

В почвах бассейнов р. Лидовки и правобережья р. Черёмуховой, загрязнённых до опасного уровня (критическое состояние), средние концентрации элементов 1-го класса опасности составляют: As – 37 ОДК, Zn – 3.3 ОДК, Pb – 3.1 ОДК. Среднее содержание серебра здесь превышает региональный геохимический фон в 24 раза. Почвы, характеризующиеся значениями суммарного показателя загрязнения от 16 до 32, в повышенных количествах содержат, в основном, мышьяк (20-30 ОДК), реже цинк (2-3 ОДК).

Экологическое состояние донных отложений водотоков в Дальнегорском районе не менее удручающе, чем почв. Площадь территории, характеризующейся интенсивным химическим загрязнением этого компонента геологической среды в контуре значения $Z_c > 32$, превышает здесь 2500 км², в том числе при относительно удовлетворительном состоянии почв – около 1000 км². В пределах рассматриваемого района среднее содержание тяжёлых металлов в донных отложениях составляет: As – 145 ОДК, Zn – 5.3 ОДК, Pb – 3.3 ОДК, Mn – 2 ПДК, Ag – 40 КК, Bi – 9.5 КК, Sb – 3.8 КК. Химическим загрязнением до высоко опасного уровня (чрезвычайное состояние) характеризуются донные осадки водотоков бассейна р. Рудной. Среднее содержание мышьяка здесь достигает 358 ОДК, цинка – 8.7 ОДК, свинца – 5.3 ОДК, серебра – 71 КК, сурьмы – 11 КК, висмута – 10 КК, бора – 3 КК. В пределах остальной части района, где источниками химического загрязнения являются, в основном, природные рудные объекты, нарушенные геологоразведочными работами, средние содержания химических элементов составляют: As – 82 ОДК, Zn – 4.3 ОДК, Pb – 2.9 ОДК, Ag – 3.3 КК, Bi – 4.9 КК.

Водные потоки Дальнегорского района в аномальных количествах содержат химические элементы, характерные для расположенных здесь полиметаллических и олово-полиметаллических рудных месторождений. Так в водах р. Рудной присутствуют мышьяк, свинец, цинк, кадмий, медь, бор, марганец, содержания которых часто в 100 и более раз превышают геохимический фон.

Аэрогенное загрязнение, оцененное по данным опробования снежного покрова на Дальнегорском опорном участке сотрудниками НПФ "ГЭКО", соответствует высоко опасному уровню, а в составе тяжёлых металлов преобладают элементы 1-го класса опасности – мышьяк, цинк, свинец, содержания которых превышают фоновые концентрации от 30 до 600 раз.

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что экологическую обстановку в Дальнегорском геоэкологическом районе можно квалифицировать как критическую и чрезвычайную.

КАВАЛЕРОВСКИЙ эколого-геохимический узел [6] расположен в центральной части Кавалеровского рудного района, для которого в прошлые годы была характерна развитая горнодобывающая промышленность, сопровождавшаяся соответствующей инфраструктурой, включая, транспорт, посёлки и т.п. Здесь располагаются более 10 оловорудных месторождений, 6 из которых до недавнего времени эксплуатировались. Суммарная площадь аномалии (почвы, донные осадки) составляет около 2000 км², в том числе по почвам – 400-450 км². Основными химическими загрязнителями почв являются: в пределах западного аномального участка – мышьяк (40 ОДК), цинк (7.2 ОДК), никель (2 ОДК), марганец (2 ПДК); восточного – мышьяк (40), цинк (3.6), свинец (2.5). Кроме того, в почвах этих аномальных участков содержатся (в КК): олово – 77.8 и 3.8, серебро – 4.7 и 7 соответственно. В донных отложениях установлены в единицах ОДК и КК: мышьяк – 37, цинк – 3.8, медь – 2.1, серебро – 95, олово – 16, висмут – 6. В двух пробах донных осадков содержится кадмий в количестве 8 ОДК.

Экологическое состояние участков развития почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, оценивается как напряжённое и критическое. Остальная часть аномалии при соответствующем обеспечении посёлков питьевыми водами пригодна для проживания населения. Однако центральная часть Кавалеровского района нуждается в проведении детализационных эколого-геохимических исследований.

ОЛЬГИНСКИЙ эколого-геохимический район [7] расположен в бассейнах рек Маргаритовки, Милоградовки, верхних течений рек Аввакумовки, Извилилки, Прав.Извилилки, Антоновки. Район выделен по результатам опробования почв и донных осадков водотоков. В пределах контура района, объединяющего литохимические аномалии в почвах и донных осадках водотоков, располагаются Нижнее, Лучистое, Фурмановское оловорудные, Рудное оловянно-вольфрамовое, Щербаковское и Фасольное полиметаллические месторождения и более двух десятков рудопоявлений. На подавляющей части этих объектов проводились геологоразведочные работы, стимулировавшие химическое загрязнение почв и, донных осадков.

В на территории рассматриваемого района выявлено 4 локальных участка химически загрязнённых почв, три из которых приурочены к природным рудным объектам, а один (в приустьевой части р. Маргаритовки), – к пахотным сельхозугодьям. Самая крупная из этих аномалий протягивается от бассейна р. Васильковки до среднего течения р. Антоновка. Её длина составляет 90 км, площадь – около 1300 км². Основными элементами-загрязнителями почв являются: мышьяк (20-30 ОДК) и марганец (2-3 ПДК) - на двух северо-западных участках; мышьяк (40-45 ОДК), цинк (до 4 ОДК), свинец (до 2 ОДК) - в юго-восточной части аномалии. Мышьяком и марганцем загрязнены почвы в бассейнах рек Фурмановки и Прав.Антоновки (27-30 ОДК и 1.5-2 ПДК соответственно). Суммарная площадь этих загрязнённых территорий составляет 450-500 км². Источниками химического загрязнения, в основном, являются природные рудные объекты (рудопоявления, геохимические аномалии) и частично - пахотные земли вблизи пос. Фурмановка.

Степень загрязнения донных осадков характеризуется значениями Zс от 32 до >128 (месторождения Нижнее, Лучистое, Щербаковское), что в соответствии с принятой шкалой позволяет оценить экологическое состояние донных отложений водотоков как напряжённое, критическое и чрезвычайное. Основными химическими элементами, образующими аномальные литохимические потоки, являются мышьяк, цинк, марганец, средние концентрации которых в аномалии превышают ОДК (ПДК) в 75, 2,5, 1,6 раз соответственно. Среднее содержание висмута здесь составляет 8.5 КК, бора - 2 КК.

В целом в Ольгинском геоэкологическом районе основными источниками химического загрязнения изученных компонентов геологической среды являются слабо нарушенные природные рудные и геохимические объекты. Экологическая обстановка здесь менее опасная, чем в Дальнегорском районе, что объясняется относительно небольшими размерами загрязнённых территорий (имеются в виду почвы), сравнительно слабой освоенностью хозяйственной деятельностью и меньшей заселённостью района.

Остальные аномалии, группирующиеся вокруг описанных эколого-геохимических объектов, носят разрозненный локальный характер и связаны с накоплением в почвах и донных осадках водотоков мышьяка, цинка, свинца, реже марганца и никеля. Их концентрации соответствуют, в основном, умеренно опасному уровню загрязнения.

ЮЖНО-ПРИМОРСКАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНА (III)

Зона выделена, в основном, по ретроспективным данным, так как редкая сеть опробования при МГХК-1000 не позволила выявить большинство мелких, но иногда контрастных аномалий. Аномалии в восточной части области выделены по данным многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:200000, выполненного сотрудниками ИМГРЭ (пробы отбирались в 1992-1993 гг.).

По высокому уровню техногенного загрязнения компонентов окружающей среды и особенностям состава токсикантов в пределах рассматриваемой зоны выделен **Владивостокский эколого-геохимический узел (контур узла на эколого-геохимической карте не показан из-за мелкого масштаба карты)**. В эту структуру входят города Владивосток, Артём, посёлки Шкотово, Смоляниново. Сюда же с некоторой долей условности можно отнести акватории Амурского и Уссурийского заливов. Описание Владивостокского узла не выделяет-

ся из общего текста описания зоны, которое даётся ниже. Отдельно описаны акватории Амурского и Уссурийского заливов.

Аномалии центральной и западной частей Южно-Приморской эколого-геохимической зоны окаймляют Амурский и Уссурийский заливы с запада и востока. Очагами химического загрязнения почв здесь являются населенные пункты, транспортные магистрали, разрешенные и "стихийные" свалки твёрдых промышленных и бытовых отходов, бывшие и существующие места дислокации военных частей, животноводческие фермы, отдельные сельхозугодия. Из 14 обследованных населённых пунктов наиболее высокой степенью загрязнения характеризуются прежде всего почвы тех, через которые проходят основные транспортные магистрали. В большинстве из них присутствуют участки с химическим загрязнением почв, достигающим умеренно опасного, реже опасного и высоко опасного уровня. К числу таких населённых пунктов относятся города Владивосток и Артем, а также поселки Угловое, Артемовский, Вольно-Надеждинское, Шкотово. Например, средние содержания элементов 1-го класса опасности в почвах г. Артёма, рассчитанные по 146 точкам опробования, составляют (в единицах ОДК): Zn - 3.7; Pb - 2.6; Cd - 1.8). Значения суммарного показателя загрязнения здесь достигают 16-32, что соответствует умеренно опасному и опасному уровням. Несколько меньшим загрязнением характеризуются почвы г. Большой Камень, посёлков Барабаш, Тавричанка, Смоляниново, Дунай.

Среди изученных населенных пунктов наиболее низкая степень загрязнения почв отмечается в поселках Славянка, Приморский, Фокино. В других населенных пунктах, расположенных в контурах площади эколого-геохимических исследований, степень загрязнения почв детально не изучалась, однако по результатам площадных исследований масштаба 1:200000 часть почв территорий поселков Филипповка, Занадворовка, Романовка, Петровка и других также загрязнены до умеренно опасного уровня, а пристани Перевозной и пос. Подъяпольское – до опасного. Повышенной загрязнённостью тяжёлыми металлами выделяются отдельные сельхозугодия западного побережья Амурского залива.

Донные отложения водотоков в меньшей степени, чем почвы, отражают экологическое состояние среды, связанное с техногенным воздействием на ее компоненты. Наиболее крупные аномалии в донных осадках выявлены на восточном побережье Уссурийского залива вблизи посёлков Дунай, Бол. Камень, Фокино. Главными химическими элементами, загрязняющими донные осадки водотоков, здесь являются мышьяк и никель. В донных осадках водотоков, площади водосбора которых прилегают к указанным водотокам, среднее содержание первого из них превышает ОДК в 24-37 раз, второго – в 2.1-2.6 раза соответственно. Из других химических элементов, содержание которых в рассматриваемых аномалиях превышает геохимический фон в 2.5 - 15 раз, следует отметить вольфрам, висмут, золото. Судя по комплексу химических элементов, источником их поступления в донные осадки водотоков являются природные рудные объекты и геохимические аномалии, связанные с золотым оруденением золото-кварцевой формации.

Наиболее высокая степень химического загрязнения всех компонентов среды обитания характерна для **г. Владивостока**. Основными элементами-загрязнителями почв здесь являются **свинец, мышьяк**, серебро, висмут, сурьма, **цинк, кадмий, ртуть**, медь (жирным курсивом отмечены элементы 1 класса опасности). Наиболее высокой степенью загрязнения выделяется южная часть п-ва Муравьёва-Амурского. Эта территория представляет собой промышленно-селитебную зону. Содержание свинца здесь превышает ОДК в 2-40 раз, мышьяка – в 2-9 раз, цинка и меди – в 2-10 раз; коэффициенты концентрации висмута, сурьмы, серебра, ртути, кадмия составляют соответственно: 2-29, 2-70, 2-20, 2-5, 2-6. Значение суммарного показателя загрязнения (СПЗ), рассчитанного по элементам 1-3 классов опасности (Pb, As, Zn, Cd, Hg, Cu, Ni, V, Mn) превышает допустимые нормы для почв, как правило, в 8-16 раз, а на отдельных участках, прилегающих к бухте Золотой Рог, – в 16-128 раз. В 44 точках значение СПЗ превышает 128 (от 136 до 2525), что по действующим нормативам соответствует чрезвычайно опасному уровню загрязнения почв и обстановке экологического

бедствия. Из химических элементов 1 класса опасности наиболее высокие средние значения концентрации на этой территории имеют цинк – 4.5 ОДК, свинец – 3.5 ОДК, мышьяк – 3.2 ОДК. Загрязнение почв на уровне от 1 ОДК и выше установлено на территории 127 км² по свинцу и – 203 км² по мышьяку; а на уровне 3 ОДК и выше – на территории около 30 км² по каждому из рассматриваемых химических элементов. Основная часть вредных для здоровья человека тяжёлых металлов располагается в пределах высоко контрастных контуров свинца и мышьяка, т.е. – преимущественно на территории "старого города". Так в контуре концентрации свинца 3 ПДК и выше содержится 85% этого металла от общего его количества, цинка - 56%, меди - 75%, вольфрама - 85%, молибдена - 60%, сурьмы - 78%.

Результаты опробования почв, выполненные 1992 году после взрыва арсенала ТОФ, показали, что в пределах "следа" дымового потока существенно возросло содержание кадмия, циркония, кобальта, мышьяка, бария, германия, лития, фтора, ртути и стронция (не радиоактивного). Содержание остальных химических элементов (из числа изученных) осталось приблизительно на прежнем уровне. Средняя концентрация кобальта, лития, фтора и ртути увеличилась более, чем в 2 раза; кадмия, циркония и бария – в 1.7-1.8 раза; стронция – в 1.4 раза; мышьяка и германия – в 1.1 раза. Значение СПЗ до взрыва составляло, в основном, 2-4 и не превышало 12. После взрыва арсенала почвы подавляющей части территории характеризуются величинами СПЗ в интервале от 8 до 30. В результате на территории площадью более 70 км² экологическая ситуация изменилась от удовлетворительной и допустимой до напряжённой, а на территории площадью порядка 8 км² вплотную приблизилась к критической. Среднее значение СПЗ увеличилось более, чем в 4 раза. В целом, полученные данные позволяют оценивать экологическое состояние территории г. Владивостока в диапазоне от напряжённого до критического.

В восточной части описываемой эколого-геохимической зоны выделяется ряд аномалий различающихся по размерам, но сходным между собой по составу химических элементов, загрязняющих почвы и в меньшей степени донные осадки водотоков. По пространственному расположению и размерам эти аномальные поля можно разделить на три группы: аномалии п-ва Трудного; аномальная полоса от северного обрамления г. Партизанска до пос. Врангель; две восточные слабо дифференцированные относительно крупные аномалии.

На полуострове Трудном (первая группа) выделяется пять аномалий площадью от 5 км² до 25 км², характеризующихся допустимым (СПЗ 8–16) и в меньшей степени напряженным (СПЗ 16–32) уровнем химического загрязнения почв и критическим уровнем – донных осадков водотоков. В этой группе только одна аномалия в центральной части г. Находка на побережье изголовья одноименной бухты носит явно техногенный характер. Здесь расположены торговый порт, базы рыболовецкого флота и другие промышленные предприятия города. На площади около 4 км² выделяется критическая экологическая обстановка в связи с загрязнением почв цинком и свинцом с превышением ОДК и ПДК в 27 и 12,5 раз соответственно, в повышенных концентрациях до 2,4-2,5 ПДК и ОДК в почвах отмечаются мышьяк и медь и до 1,8-4,3 КК - германий, олово, бор, вольфрам, хром. Сходный набор химических элементов, загрязняющих донные осадки морской акватории, установлен в приустьевой части бухты Находка и изголовье одноименного залива. Здесь на площади около 20 км² среднее содержание в донных отложениях свинца составляет 22 ПДК, цинка и меди - 14,5 и 6,6 ОДК соответственно, мышьяка (в пелитовой фракции пробы) - 4,5 ПДК; бора, молибдена, олова, висмута - 10,5; 2,1; 1,9 и 1,7 КК соответственно.

До критического состояния загрязнены почвы на юго-западном побережье полуострова в районе бухты Прогулочной. Содержание мышьяка здесь достигает 60 ПДК, цинка и меди - 3,6 и 1,5 ОДК соответственно; повышены содержания германия до 7; бора до 4,2; вольфрама до 3,8; висмута до 1,7 КК. Аналогичный спектр химических элементов, загрязняющих почвы и донные осадки водотоков до выделения на этих территориях напряженных экологических обстановок, отмечается в ряде точечных аномалий в северной части п-ва Трудного и далее к северу и северо-востоку. Все они связаны с распространённой здесь золоторудной минерали-

зацией и носят природно-техногенный характер в связи с хозяйственным освоением территории, в том числе проведенными здесь в разные годы геолого-поисковыми, геолого-разведочными работами и отработкой россыпей.

Вторая группа аномалий (аномальная полоса), протягивающаяся более чем на 50 км от северного обрамления г. Партизанска (включая город) до пос. Врангель, состоит из сближенных аномальных фрагментов (более мелких аномалий), которые на схематической эколого-геохимической карте масштаба 1:1000000 не отражаются и представлены как единая аномалия. В целом эта аномалия характеризуется допустимым и напряженным загрязнением почв и донных осадков водотоков. По результатам опробования почв в районе г. Партизанска выделяется несколько сравнительно небольших сближенных геохимических аномалий. Одна из них техногенного характера площадью 16 км² приурочена к центральной и юго-восточной частям города. Аномалия обусловлена прежде всего воздействием функционирующих в городе угледобывающих и теплоэнергетических предприятий. Исходя из степени химического загрязнения почв, здесь выделяется напряженная экологическая обстановка. Среднее содержание мышьяка в почвах этой территории города составляет 15 ПДК, цинка - 7,6 ОДК, германия и бора - 4,3 и 2,8 КК соответственно. Используя специальные методы анализов на ртуть повышенных содержаний последней не выявлено.

С северо-запада к территории города примыкает аномалия площадью около 25 км², характеризующаяся по степени загрязнения почв напряженной экологической обстановкой, а по степени загрязнения донных осадков водотоков вплоть до критической. Концентрация мышьяка в почвах составляет в среднем 19 ПДК, цинка - 2,3 ОДК; германия, ртути, олова, вольфрама - 2,9; 2,6; 2 и 1,7 КК соответственно. В донных отложениях в высоких концентрациях установлены мышьяк - до 30-75 ПДК, свинец - 2,5-3,1 ПДК, цинк - 2,7 ОДК, сурьма и медь - до 1,8 ОДК, повышены концентрации бора до 2,5-8,3 КК, олова - 2,4-6 КК, молибдена - до 4,3 КК, висмута - до 2,3 КК, галлия - до 1,8-2,1 КК, титана - 1,8 КК. Судя по набору химических элементов и слабой нарушенности ландшафта на этой территории, данная аномалия скорее носит природный, чем техногенный характер и очевидно связана с распространенными здесь оловорудной минерализацией или угленосными отложениями.

Третья группа аномалий расположена у восточной границы описываемой зоны. Здесь выделены две аномалии (северная и южная).

К северной аномалии в её средней части примыкает территория пос. Углекаменск, где по загрязнению почв выявлено несколько небольших аномалий природно-техногенного и техногенного характера. Аномалии характеризуются сходным набором химических элементов, загрязняющих указанный компонент природной среды. Основным среди них повсеместно является мышьяк, концентрации которого в почвах аномалий составляют 15-17,5 ПДК, а в донных осадках - 30-45 ПДК. Здесь же присутствует цинк в количествах 1,8-3,6 ОДК, иногда свинец и ванадий (в донных осадках) - 1,9-2,7 ПДК, медь - до 1,8 ОДК. Обычно содержатся (в единицах КК): германий (в почвах) - 2,9-6,7; бор (в донных осадках, редко в почвах) - 2,3-6,7; олово - 1,6-6. Отмечаются в повышенных концентрациях висмут, вольфрам, молибден, галлий. В аномалиях вблизи пос. Углекаменск в почвах до 7,5-10 КК повышены содержания ртути. Остальная (большая) часть северной аномалии выделена по результатам опробования почв. Протяженность аномального поля в целом составляет около 48 км, ширина - 12-15 км, площадь - порядка 630 км². Основными аномалиеобразующими химическими элементами являются As, Zn. Значения СПЗ почв для большей части территории аномального поля составляет 8-16, что соответствует допустимому уровню. В средней части аномалии на территории площадью около 100 км² значения СПЗ достигают 16-32 (напряженная экологическая обстановка).

Южная аномалия расположена на водоразделе р. Кривой и левых притоков нижнего течения р. Партизанки. Её площадь составляет около 200 км². Выделена по аномальным концентрациям в почвах As, Pb, Zn, Cu. Аномалия характеризуется значениями СПЗ от 8 до

32, что соответствует напряжённой экологической обстановке. Источник загрязнения природный.

АКВАТОРИИ АМУРСКОГО И УССУРИЙСКОГО ЗАЛИВОВ

Оценка экологического состояния акваторий Амурского и Уссурийского заливов осуществлялась по результатам атомно-абсорбционного анализа 522 проб донных осадков (287 - по Амурскому заливу, 235 - по Уссурийскому). Пробы были проанализированы на 8 химических элементов: Zn, Pb, Cu, Cd, Ag, Ni, Mn, Co. Все они были использованы при расчёте значений суммарного показателя загрязнения. Для определения значений СПЗ и коэффициентов концентрации серебра и кобальта использовались кларки по А.П.Виноградову, остальных элементов – величины ОДК или ПДК.

Глубоко врезанные в сушу заливы, по существу, являются огромными отстойниками для сточных вод городов Владивостока, Артема, Уссурийска, Большого Камня, а также сёл, поселков, мест расположения воинских частей. По данным А.В. Ткалина (ДВНИГМИ) в 1990 году в море только в районе Владивостока было сброшено 446 млн.м³ сточных вод, из которых 18% без очистки. С этими сточными водами поступило около 19 тыс.тонн взвешенных веществ, 1216т аммонийного азота, 493т фосфора, 393 тонн нефтепродуктов, 51 тонн синтетических моющих средств, около 70 тонн соединений тяжелых металлов.

Результаты оценки показали, что степень загрязнения тяжёлыми металлами донных осадков Амурского залива значительно выше, чем Уссурийского. В Амурском заливе донные отложения, относящиеся к опасному и более высоким уровням загрязнения с критической и чрезвычайной экологической обстановками (значения СПЗ=32 и выше), занимают 75-80% площади дна залива, в Уссурийском - около 30%. Более того, в Амурском заливе порядка 40% территории характеризуются значениями СПЗ=64 и выше, что соответствует чрезвычайной экологической обстановке, тогда как в Уссурийском – 10-15%. Аномально высокие концентрации никеля, кадмия, кобальта, серебра в донных отложениях Амурского залива занимают от 75% до 94% его площади, Уссурийского - от 58% до 65%.

Наиболее опасным токсикантом, интенсивно загрязняющим донные осадки акваторий, является кадмий. За ним следуют никель, цинк, свинец. Из других менее токсичных элементов наиболее существенными превышениями средних содержаний над геохимическим фоном выделяется серебро (18.3КК в целом по Уссурийскому заливу и 42.6КК – по Амурскому). Даже в наименее загрязнённых участках дна заливов суммарные концентрации восьми изученных химических элементов в 15 - 30 раз превышают принятые за фоновые кларковые содержания для осадочных пород.

В отличие от донных осадков, экологическое состояние вод Уссурийского и Амурского заливов приблизительно одинаково. На основании полученных данных по 5-ти элементам (кадмий, свинец, цинк, медь, серебро) и в соответствии с существующими "Критериями оценки..." 50-60% площади заливов по степени загрязнения вод отнесено к опасному и высоко опасному уровням, а 40-50% – к умеренно опасному и допустимому. Следствием бедственного экологического состояния заливов является угасание их растительного и животного мира. Так, в Амурском заливе к настоящему времени практически исчезли продуктивные биоценозы, доминирующими видами в животном мире которых являлись моллюски (устрицы, гребешки, мидии) и иглокожие (морские ежи, трепанги, кукумарии). Вместо них теперь дно населяют представители червеобразных. Из огромного разнообразия видов водорослей почти полностью исчезли виды, требовательные к чистой прозрачной воде, а их место заняли менее прихотливые водоросли ульва и зостера. На основании имеющихся данных можно утверждать, что при сохранении современных темпов загрязнения акваторий подобная участь ожидает и Уссурийский залив. Это относится как к донным отложениям, так и к приповерхностному слою вод.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНА

Центральная зона [8] является одной из наиболее экологически чистых территорий в Приморском крае. Она включает в себя западные склоны и отроги Сихотэ-Алиня, где распространены горно-таежные и горно-лесные ландшафты, неблагоприятные для промышленно-расселенческой деятельности, а также наименее заселённые территории Южного Приморья. По всем имеющимся в распоряжении “Экоцентра” эколого-геохимическим данным рассматриваемая зона оценивается как территория преимущественно с удовлетворительным состоянием почв и донных осадков. Развитая в Центральном и Западном Сихотэ-Алине лесохозяйственная деятельность не даёт значительного химического загрязнения. С ней связано, в основном, механическое нарушение почв, грунтов и растительного покрова. Сельскохозяйственный тип деятельности, охватывающий преимущественно долины рек, является единственным существенным техногенным источником химического загрязнения ландшафтов. Многочисленные природные аномальные геохимические объекты, представленные преимущественно золото-кварцевой рудной формацией с бедным комплексом подвижных химических элементов, слабо проявлены в почвах и водах и крупных по размерам геохимических ореолов не образуют. При редкой сети наблюдений, что характерно для МГХК-1000, это не способствует выявлению последних.

По результатам опробования донных отложений и почв выделяется ряд аномалий, фиксирующих, главным образом, природные аномальные геохимические объекты. К их числу относятся небольшие по размерам литохимические ореолы и потоки, связанные с различного рода минерализованными зонами и рудопроявлениями. Среди последних можно отметить Кировское, Скрытое, Кордонное, Малиновское, Макаровское и др.

Основными элементами, загрязняющими компоненты природной среды являются: на западе и юге территории – никель, марганец, иногда мышьяк, кадмий, цинк и медь; на северо-востоке – мышьяк, цинк, свинец. Содержания цинка превышают ОДК в 2-5 раз, свинца и меди – в 2-3 раза, никеля и марганца – в 1.5-2.5 раза. В единичных пробах донных осадков содержания мышьяка достигают 30-40 ПДК.

Особую тревогу вызывает загрязнение кадмием (от 4 до 12 ОДК) донных осадков водотоков вокруг г. Арсеньева на территории площадью около 2000 км², а также на левобережье р. Раздольной близ границы с Китаем. Вопрос об источниках загрязнения кадмием однозначно не решён. Можно лишь предполагать природно-техногенный их генезис. Ими могут быть: авиастроительная промышленность г. Арсеньева, объекты министерства обороны, малые котельные и жилые дома с печным отоплением, в которых сжигаются бурые угли, обогащённые кадмием, различные природные рудные объекты. Не исключается трансграничный перенос кадмия из КНР и загрязнение им западных территорий Ханкайской зоны.

Крупных по размерам территорий химического загрязнения почв в пределах рассматриваемой зоны не выявлено. Преимущественно в единичных точках установлено накопление комплекса токсичных элементов по составу и концентрации аналогичного таковому донных отложений водотоков (исключая кадмий).

В пробах донных отложений р. Уссури, отобранных вблизи пос. Чугуевка установлены повышенные содержания органических веществ: нефтепродуктов до 0,04 мг/кг; фенолов до 0,22 мг/кг, СПАВ до 3,6 мг/кг. Потенциальными источниками техногенного загрязнения кроме сельхозугодий являются склады ядохимикатов и минеральных удобрений в пос. Чугуевка, а также инфраструктура посёлка. В двух пробах донных осадков р. Раздольной, отобранных по течению ниже г. Уссурийска, установлено содержание СПАВ в количестве 3,04 мг/кг.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В пределах изученной части Приморья выделено несколько десятков аномально загрязнённых химическими элементами территорий, из которых наиболее неблагоприятными в экологическом отношении являются следующие эколого-геохимические структуры: Южно-Приморская зона, Ханкайская подзона, Дальнегорский район, Кавалеровский и Лучегорский узлы, Арсеньевская аномалия кадмия.

2. Для решения проблем экологического неблагополучия в Приморье необходима целевая программа экологической реабилитации территорий, опасных для здоровья проживающего в их пределах населения.

3. К числу первоочередных для проведения среднемасштабных эколого-геохимических работ относятся:

- Ханкайская эколого-геохимическая подзона общей площадью около 22000 км² (включая акваторию оз.Ханка), характеризующаяся на значительной части своей территории критическим состоянием среды обитания - листы L-52-XXX, XXXVI, L-53-XXV,XXXVI (западная половина), XXXI; XXXII (западная половина);

- Дальнегорский эколого-геохимический район с напряжённым, критическим и чрезвычайным состоянием почв и донных осадков (расположен в пределах южной части листа L-53-XXVIII и северо-восточной части листа L-53-XXXIV);

- Кавалеровский эколого-геохимический район с напряжённой и критической экологической обстановкой (расположен на границе листов L-53-XXXIII, XXXIV);

- Арсеньевская аномалия кадмия площадью более 2000км²;

4. В Ханкайской зоне первоочередными задачами в решении экологических проблем являются следующие.

4.1. Проведение геоэкологических и медико-экологических исследований с целью оценки экологического состояния бассейна оз. Ханка, выявления и последующей нейтрализации главных источников наиболее опасного химического загрязнения окружающей среды, негативно влияющих на здоровье проживающего здесь населения.

4.2. Разработка и реализация научно обоснованных мероприятий по снижению антропогенного прессинга на среду обитания.

4.3. Прогнозирование экологического состояния среды обитания средствами компьютерного моделирования. Для этих целей необходимо использовать как вновь полученные данные, так и все материалы экологического содержания, накопленные различными организациями за многие годы.

5. В Дальнегорском геоэкологическом районе с критической и чрезвычайной экологической обстановкой необходимо принятие экстренных мер по:

- а) проведению эколого-геохимических исследований на территории площадью порядка 2000км² с одновременным медико-экологическим обследованием населения;

- б) экологической реабилитации территорий с критической и чрезвычайной экологической обстановками, в том числе снижению техногенной химической нагрузки на селитебные зоны;

- в) разработке и реализации программы рационального экологически безопасного расселения жителей в пределах населённых пунктов.

6. В пределах Кавалеровской геоэкологической аномалии на площади около 800 км² с напряжённой и критической экологической обстановкой (расположена на границе листов L-53-XXXIII, XXXIV) рекомендуется провести эколого-геохимические исследования, аналогичные сформулированным в п.п."5. а), б)".

7. На территории г. Владивостока, характеризующейся напряжённой и критической экологическими обстановками, необходимо организовать проведение экомониторинга: наблюдения за динамикой изменения уровней химического загрязнения почв, растительности, снежного покрова, воздуха, питьевых вод.

8. С целью повышения надёжности оценок эколого-геохимического состояния увеличить число проб почв и донных осадков, анализируемых на содержание в них органических и хлор-органических веществ.

9. Эколого-геохимические работы необходимо проводить в комплексе с медико-биологическими исследованиями, что позволит оценить влияние неблагополучных экологических обстановок на живые организмы и в первую очередь – на человека.

10. Провести специализированные детализационные работы по оценке экологической обстановки в населенных пунктах Приморского края, в первую очередь в городах, включая Уссурийск, Арсеньев, Спасск-Дальний, Лесозаводск, Дальнереченск, Лучегорск, Партизанск, Находку, и др.

Литература
(ссылки)

Опубликованная

1. **Бураго А.И.** Математическая модель геохимического поля и количественный прогноз оруденения. В кн.: Геохимия в локальном металлогеническом анализе. Новосибирск, 1986¹, с. 52-54.
2. **Бураго А.И.** Геохимические аспекты математического моделирования концентрационных полей рудных объектов. В кн.: Геохимия в локальном металлогеническом анализе. Новосибирск, 1986², с. 54-56.
3. **Бураго А.И.** Формализованная модель аномального геохимического поля. В кн.: Теория и практика геохимических поисков. М., Наука, 1990, с. 50-68.
4. **БУРАГО А.И., БУРАГО В.А.** ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЛОГИИ. РАЗВЕДКА И ОХРАНА недр, № 3, 1998, с. 12-14.
5. **Бураго А.И., Бураго В.А.** Теория и методы геохимической томографии в задачах поисковой геохимии. В кн. Прикладная геохимия, вып. 3. М., ИМГРЭ, 2002, с. 49-85.
6. **Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г.** Справочник по геохимии, М., "Недра", 1990, 477 с.
7. **Сает Ю.Е., Ревич Б.А. Янигн Е.П., и др.** Геохимия окружающей среды. М. «Недра», 1990, 334 с.
8. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1000000". Москва, ИМГРЭ, 1999г. 102 с.

Фондовая

1. **Андронов В.И. и др.** Результаты поисковых работ, проведенных на участке Находкинском. Информационный отчет ТОО МПФ «Экоцентр» за 1991-94 г.г. Приморский ТГФ, 1994.
2. **Старов О.Г.** Эколого-геохимическая характеристика г. Владивостока (Отчёт участка Санаторного-2 Центральной геохимической партии по результатам детальных эколого-геохимических работ за 1987- 1991 г.г.), Владивосток, 1992
3. **Цой Б.В.** Результаты гидрохимической и литохимической съёмки Владивостокского промышленного района по оценке степени загрязнения окружающей среды химическими элементами. (Отчёт Центральной геохимической партии о результатах работ по участку Санаторному, проведённых в 1986- 1987 г.г.). Владивосток, 1987
4. **Шлыков С.А., Бураго А.И.** Эколого-геохимическая характеристика акваторий Амурского и Уссурийского заливов и прилегающих к ним территорий. Отчёт участка «Амурский залив» по результатам эколого-геохимических работ за 1991-1995 г.г. Владивосток, 1995.

ТЕКСТОВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

к прогнозно-геохимической и схематической эколого-геохимической картам Приморского и южной части Хабаровского краёв масштаба 1:1000000.

Приложение 1. Кадастр рудогенных АГП (к прогнозно-геохимической карте Приморского и южной части Хабаровского краёв).

Приложение 2. Кадастр месторождений и рудопроявлений к прогнозно-геохимической карте масштаба 1:1000000

Приложение 3. Кадастр аномальных эколого-геохимических полей, выделенных на схематической эколого-геохимической карте Приморского и юге Хабаровского краёв масштаба 1:1000000.

Приложение 4. Перечень промышленных и сельскохозяйственных предприятий – источников химического загрязнения среды по отраслям хозяйственной деятельности.