

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

Геологический факультет

Кафедра экологической геологии

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ  
ВЕРХНЕКАНЧАЛАНСКОЙ ПЛОЩАДИ АНАДЫРСКОГО РАЙОНА  
ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

Бакалаврская работа  
Направление 05.03.01 Геология  
Профиль «Экологическая геология»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ д.г.-м.н., проф. И.И. Косинова \_\_.\_\_.2021 г.

Обучающийся \_\_\_\_\_ П.А. Суханов

Руководитель \_\_\_\_\_ д.г.-м.н., проф. И.И. Косинова

Воронеж 2021

**УДК 55:504.064.2**

**Аннотация**

Суханов. П.А. Эколого-геохимическая оценка территории Верхнеканчаланской площади Анадырского района Чукотского автономного округа [Текст]: выпускная квалификационная работа / П.А. Суханов – Воронеж: ВГУ, 2021. – 49 с.

Существует повышенное естественное содержание химических элементов, которое оказывает определенное воздействие на окружающие экосистемы. Динамика возрастания фоновой концентрации химических элементов тесным образом связана с рудоносными площадками, которые взаимодействуют с компонентами эколого-геологических систем и способствуют понижению качества комфортности среды обитания. Проблема естественного эколого-геохимического преобразования территорий является актуальной, так как проживание человека на участках повышенной экологической опасности не является нормой для обеспечения благоприятной жизнедеятельности населения. Цель работы заключается в эколого-геохимической оценке участка по полученным результатам обработки и анализа данных по содержанию химических элементов в литолого-геохимических пробах. Методика исследований включает комплексы геохимических и эколого-геохимических работ. В пределах исследуемой площади с использованием имеющихся аналитических данных выделено 15 участков неудовлетворительного эколого-геохимического состояния.

**Ключевые слова:** эколого-геохимическая оценка, фоновое содержание, эколого-геологическая система, Чукотский автономный округ.

## **Том 1. Текст ВКР**

### **Содержание**

Введение.....	5
1 Эколого-геологические условия территории.....	7
1.1 Физико-географический очерк.....	7
1.2 Геоморфология и орогидрография.....	8
1.3 Стратиграфия и литология.....	9
1.4 Тектонические и неотектонические особенности территории.....	14
1.5 Гидрогеологическая характеристика района.....	18
1.6 Растительность и животный мир.....	21
1.7 Техногенная инфраструктура района исследований.....	22
2 Методы проведенных исследований.....	23
2.1 Подготовительные работы.....	23
2.2 Полевые работы.....	24
2.3 Аналитические работы.....	26
2.4 Камеральные работы.....	26
3 Эколого-геохимическая оценка территории Верхнеканчаланской площади Анадырского района Чукотского автономного округа.....	33
3.1 Экологический мониторинг компонентов ЭГС территории Верхнеканчаланской площади.....	41
Заключение.....	43
Список литературы.....	46
Список сокращений.....	49

## **Том 2. Приложения**

### **Содержание**

- 1 Приложение А – Геологическая карта дочетвертичных и четвертичных образований. Масштаб 1:200 000. Северо-восточный ПГО Анадырь

- 2 Приложение Б – Геологические разрезы и условные обозначения к геологической карте дочетвертичных и четвертичных образований
- 3 Приложение В – Тектоническая схема и схема тектонического районирования. Северо-восточный ПГО Анадырь
- 4 Приложение Г – Карта фактического материала Верхнеканчаланской площади Анадырского района Чукотского автономного округа. Масштаб 1:200 000
- 5 Приложение Д – Карта эколого-геохимической оценки степени комфортности среды обитания по почвенным отложениям территории. Масштаб 1:200 000
- 6 Приложение Е – Карта эколого-геохимической оценки степени комфортности среды обитания по донным отложениям территории. Масштаб 1:200 000
- 7 Приложение Ж – Карта рудогенный проявлений и зон гипокомфортного состояния компонентов ЭГС Верхнеканчаланской площади. Масштаб 1:200 000
- 8 Приложение К – Карта экологического мониторинга компонентов ЭГС Верхнеканчаланской площади. Масштаб 1:200 000

## **Введение**

Северо-восточные территории РФ в меньшей степени подвержены влиянию антропогенного воздействия, но опасное фоновое содержание химических элементов присутствует и оказывает определенное воздействие на окружающие экосистемы. Динамика возрастания фоновой концентрации химических элементов тесным образом связана с рудоносными площадками, которые взаимодействуют с соседними территориями, в результате природного синтеза содержание элементов увеличивается в разы. Рудосодержащие горные породы, в состав которых входят ртуть, никель, хром, йод, ванадий, кобальт, медь, мышьяк и другие, потенциально опасны для живых организмов.

Таким образом проблема естественного эколого-геохимического преобразования территорий является актуальной, так как проживание человека на участках повышенной экологической опасности не является нормой для обеспечения благоприятной жизнедеятельности населения.

**Цель работы** – составление эколого-геохимической оценки территории Верхнеканчаланской площади Анадырского района Чукотского автономного округа для последующего освоения территории

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

1. изучить эколого-геологические условия территории;
2. рассмотреть основные методики подготовительных, полевых, лабораторных, аналитических работ
3. освоить методы камеральной обработки результатов полевых исследований;
4. составить эколого-геохимическую оценку территории.

**Объектом** исследования является территория Верхнеканчаланской площади Анадырского района Чукотского автономного округа.

**Предмет** изучения – естественные эколого-геохимические преобразования почв и донных отложений в результате рудопроявления и эколого-геохимическая оценка

территории Верхнеканчаланской площади Анадырского района Чукотского автономного округа.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) составлена по материалам производственной и преддипломной практик, производственных отчетов и собственных исследований автора.

ВКР состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованной литературы и списка сокращений.

# 1 Эколого-геологические условия территории

## 1.1 Физико-географический очерк

Территория листов Q-60-XV-XVI принадлежит Анадырскому району Чукотского автономного округа Российской Федерации. В региональном тектоническом плане территория расположена в пределах Пекульнейско-Золотогорской зоны Кони-Танюерерской складчатой системы Корякско-Камчатской складчатой области.

Климат района арктический с продолжительной (от 7 до 8 месяцев) холодной зимой и коротким прохладным летом. Среднегодовая температура воздуха минус 8,7 °С, средняя температура января минус 23,6 °С (минимальная минус 49,5 °С), июля плюс 12,8 °С (максимальная плюс 30 °С), годовое количество осадков от 327 до 532 мм, большая часть их выпадает зимой. Устойчивый снежный покров ложится в конце сентября и сходит в июне. Ледостав на реках наступает в конце сентября, вскрываются реки в начале июня. Зимой дуют продолжительные пурги, скорость ветра достигает 40 м/с при температуре воздуха ниже минуса 15 °С. Число пурговых дней в году от 50 до 60. Район находится в зоне криолитогенеза, глубина сезонной оттайки грунта от 0,2 до 3 м [1].

Территория относится к холодной биоклиматической зоне с многолетней сплошной, блоковой мерзлотой и резким преобладанием физического выветривания при преобладающем механическом сносе. Здесь развиты в основном эрозионно-денудационный и, в меньшей степени, аккумулятивный (долины крупных рек) типы рельефа и преобладают горно-тундровые ландшафты. Для сильно расчлененных горных участков характерна арктическая мохово-лишайниковая растительность, а по долинам крупных рек и в нижних частях склонов развит травянисто-кустарниковый тип тундры. Примерно на половине площади почвенно-растительный покров отсутствует или имеет преимущественно мелкоостровной характер. На остальной части территории почвенно-растительный слой развит повсеместно. Почвы в основном тундровые глеевые [2].

Район экономически освоен слабо, населенные пункты, за исключением поселка на руднике «Валунистый», отсутствуют. В качестве путей сообщения пригодны долины крупных рек, по которым летом возможно передвижение гусеничного транспорта, а зимой по автозимнику автомашин повышенной проходимости. На территории имеются две автодороги с грунтовым покрытием, соединяющие месторождение Валунистое с морским портом Эгвекинот на побережье Берингова моря и с северо-западными районами Чукотки – поселком Комсомольским. Экономическое развитие территории связывается с освоением месторождения Валунистого, которое в настоящее время эксплуатируется [3].

## **1.2 Геоморфология и орогидрография**

Рельеф территории низкогорный, интенсивно расчлененный, абсолютные отметки вершин от 500 до 1065 м, относительные превышения до 600 м. Территория относится к Чукотскому нагорью, которое на юго-западе постепенно переходит в Нижнеанадырскую низменность, а на северо-востоке – в Амгуэмскую низменность.

Наиболее крупными водотоками территории являются горные реки Ныгчекваам, Гачгагыргываам, Тнеквеем, Кытэмнайваам и Ильмынейвеем. Кроме реки Ныгчекваам, впадающей в Танюрер, остальные водные артерии района являются в основном притоками являются притоками рек Канчалан и Танюрер, впадающих в Анадырский залив Берингова моря. Речная сеть густая разветвленная. Длина водотоков от 20 до 60 км, ширина русел до 100 м, глубина на перекатах от 0,3 до 0,6 м, на плесах 1,5 м, скорость течения от 1,5 до 2 м/с. В межень перекаты легко переходимы вброд, в паводки уровень воды поднимается на 1,5 м. Реки не судоходны, возможен сплав на резиновых лодках.

Гидрологическому режиму рек свойственны общие черты, обусловленные региональными физико-географическими и климатическими особенностями рассматриваемой территории:

- 1) снегодождевое питание с ежегодным формированием весеннего половодья и нескольких дождевых паводков;



- 2) ограниченность подземного питания и вследствие этого маловодная летне-осенняя межень;
- 3) промерзание малых и средних водотоков с отсутствием стока в зимний период;
- 4) значительная неравномерность внутригодового распределения стока (основной объем стока приходится на июнь-сентябрь, в остальные месяцы сток крайне незначителен, либо вовсе прекращается) [3].

### 1.3 Стратиграфия и литология

Согласно Пыкарваамской серийной легенды Госгеолкарты – 200/2 и внесенным в нее изменениям в соответствии с приложением А и Б, на территории листов Q-60-XV, XVI [4] из стратифицируемых образований выделены: в различной степени метаморфизованные вулканогенно-осадочные и осадочные породы условно девонского (уэленейвеемская толща) и ранне-среднекарбонового возраста (зернинская и шумнинская толщи) Танюрерской структурно-формационной зоны (СФЗ); позднеюрско-раннемеловые вулканогенно-осадочные отложения (грунтовская толща) Мургалско-Канчаланской СФЗ; ранне-позднемеловые вулканогенные отложения (нырвакилотская толща) и позднемеловые вулканогенные отложения (амгеньская толща, экитыкинская и леурваамская и нунлигранская свиты) Амгуэмской СФЗ; позднемеловые туфо-терригенные отложения (поперечнинская свита) Мургалско-Канчаланской СФЗ; палеоцен-эоценовые вулканогенные отложения (танюрерская свита) и эоценовые туфо-терригенные отложения (ильмынейвеемская свита) Мургалско-Канчаланской СФЗ; олигоценые терригенные отложения (спокойнинская толща) Амгуэмской СФЗ; рыхлые отложения средней-поздней поры неоплейстоцена и голоцена.

Уэленейвеемская толща (D<sub>3</sub>ul) сложена преимущественно кварцитами, биотитовыми и амфиболовыми сланцами, реже амфиболитами, в подчиненном количестве песчаниками, туфопесчаниками, алевролитами, глинистыми,

известковистыми, углистыми и кремнистыми сланцами, конгломератами, гравелитами, метариолитами, метадацитами, метаандезитами, метабазальтами, туфами кислого и основного составов, известняками. Нижняя граница толщи не установлена, она согласно перекрывается озернинской толщей нижнего карбона. Неполная мощность уэленейвеемской толщи 800 м.

Озернинская толща ( $C_1 oz$ ) сложена известняками, мраморизованными известняками и мраморами, кварцитовидными песчаниками, хлорит-серицитовыми сланцами. В подчиненном количестве присутствуют известковистые и полимиктовые песчаники, туфопесчаники, алевролиты, известковистые, глинистые, углистые и кремнистые сланцы, конгломераты, гравелиты, кварциты, хлорит-актинолитовые, биотит-мусковитовые и биотит-амфиболовые сланцы, альбит-актинолитовые амфиболиты, метаморфизованные эффузивы (метариолиты, метадациты, метаандезиты, метабазальты), туфы кислого состава. Она без видимого несогласия залегает на уэленейвеемской толще и согласно перекрывается шумнинской толщей. Возраст озернинской толщи принят по определениям остатков кораллов, брахиопод, гастропод и морских лилий. Мощность 700 м.

Шумнинская толща ( $C_{1-2} sm$ ) сложена преимущественно мелкозернистыми кварцитовидными песчаниками, алевролитами, углисто-глинистыми и известковистыми сланцами, в подчиненном количестве присутствуют известняки, гравелиты, филлиты, серицит-хлоритовые, кордиерит-андалузитовые и биотитовые сланцы, кварциты, метабазальты, метаандезиты, метариолиты, метадациты, туфы кислого состава; редки амфиболовые сланцы и амфиболиты. Она без видимого несогласия залегает на озернинской толще и со стратиграфическим и угловым несогласием перекрывается пекульнейвеемской свитой (грунтовская толща) верхней юры-нижнего мела. Возраст толщи принят условно. Мощность 900 м.

Грунтовская толща ( $J_3 - K_1 gr$ ) сложена преимущественно полимиктовыми и известковистыми песчаниками, кремнистыми алевролитами, аргиллитами, углисто-глинистыми сланцами, в подчиненном количестве присутствуют конгломераты, гравелиты, известняки, туфопесчаники, туффиты, андезиты, базальты, риолиты и дациты. Она с угловым и стратиграфическим несогласием залегает на озернинской и

шумнинской толщах карбона и стратиграфически несогласно перекрывается нырвакинской толщей нижнего-верхнего мела. Мощность 1000 м.

Нырвакинская толща ( $K_{1-2} nr$ ) сложена роговообманковыми андезитовыми туфами, андезитами и роговообманковыми кварцевыми латитами с линзами туффитов, туфоконгломератов, туфопесчаников, туфоалевролитов. Она с угловым и стратиграфическим несогласием залегает на верхнеюрской-нижнемеловой грунтовой и перекрывает раннемеловые гранитоиды танюерер-золотогорского комплекса, сама со стратиграфическим несогласием перекрывается амгенской толщей. Мощность до 550 м.

Амгенская толща сложена игнимбритами, туфами и эффузивами кислого состава. Несогласно залегает на пекульнейвеевской свите и волчегорской толще и согласно перекрывается экитыкинской свитой. Расчленена на три подтолщи - нижнюю, среднюю и верхнюю.

Нижняя подтолща ( $K_2 am_1$ ) сложена риолитовыми и риодацитовыми игнимбритами, местами спекшимися и нормальными туфами, в подчиненном количестве присутствуют игнимбриты и туфы трахириолитового, трахириодацитового, дацитового и трахидацитового составов, а также единичные потоки риолитов, трахириолитов, риодацитов и дацитов. Мощность 450 м.

Средняя подтолща ( $K_2 am_2$ ) сложена туфами, преимущественно дацитовыми и риодацитовыми, реже риолитовыми, трахидацитовыми и трахириодацитовыми. Мощность 250 м.

Верхняя подтолща ( $K_2 am_3$ ) сложена игнимбритами и туфами дацитового, трахидацитового, риодацитового, трахириодацитового и риолитового составов, а также дацитами, трахидацитами, риодацитами, трахириодацитами, риолитами и трахириолитами; незначительно распространены дацитовые туфолавы. Мощность 500 м.

Экитыкинская свита ( $K_2 ek$ ) сложена андезитами, кварцевыми латитами, латитами, трахиандезитами, андезибазальтами, трахиандезибазальтами, базальтами и трахибазальтами; в незначительном количестве присутствуют дациты и трахидациты, туфы андезитовые, андезибазальтовые и дацитовые, а также единичные линзы

туфопесчаников, туфоалевролитов, туфоаргиллитов, туфогравелитов и потоки риодацитовых игнимбритов. Мощность 500 м.

Леурваамская свита сложена игнимбритами, туфами и эффузивами кислого состава, залегает на экитыкинской свите и амгеньской толще, перекрывается нунлигранской свитой. Возраст леурваамской свиты по определениям флоры позднегуронский. Она расчленена на три подсвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю подсвиты.

Нижняя подсвита ( $K_2 lr_1$ ) сложена риолитовыми и риодацитовыми туфами, слагающими пласты мощностью от 5 до 20 м. Мощность нижней подсвиты 150 м.

Средняя подсвита ( $K_2 lr_2$ ) сложена риодацитовыми и риолитовыми игнимбритами. Мощность средней подсвиты 200 м.

Верхняя подсвита ( $K_2 lr_3$ ) сложена риолитами, трахириолитами, риодацитами, трахириодацитами, дацитами, трахидацитами, а также игнимбритами, местами туфами риолитового, трахириолитового, риодацитового, трахириодацитового, дацитового и трахидацитового составов, местами незначительно распространены потоки витрофировых эффузивов, линзы туфоконгломератов, туфопесчаников, туфоалевролитов. Мощность 350 м.

Нунлигранская свита ( $K_2 nn$ ) сложена базальтами и трахибазальтами, в подчиненном количестве в разрезах присутствуют андезибазальты, трахиандезибазальты, андезиты, латиты, кварцевые латиты, редко – пикробазальты, лейцитовые тефриты, туфы базальтовые, андезитовые, латитовые и дацитовые, единичные линзы базальных туфоконгломератов. Она без видимого несогласия залегает на верхней подсвите леурваамской свиты. Ископаемых растительных остатков в нунлигранской свите не найдено. Она перекрывает леурваамскую свиту верхнего турона и датируется коньяком. Мощность 400 м.

Поперечнинская свита ( $K_2 pp$ ) сложена галечными и валунными конгломератами, редко лавоконгломератами, включающими пласты гравелитов, песчаников и алевролитов, реже туфопесчаников, туффитов, туфов кислого состава, а также единичные потоки риолитов, дацитов и андезитов. Неполная мощность

поперечнинской толщи 500 м. На смежной с запада площади в ней собраны многочисленные растительные остатки, позволяющие датировать ее ранним сеноном.

Танюрерская свита ( $P_{1-2}tn$ ) сложена базальтами, трахибазальтами, реже пикробазальтами, андезибазальтами, андезитами, латитами и кварцевыми латитами. Стратиграфически несогласно залегает на верхней подсвите леурваамской свиты, перекрывается ильмынейвеемской толщей. Мощность 550 м.

Ильмынейвеемская свита ( $P_2il$ ) сложена риолитовыми туфами, туффитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами, полимиктовыми разнозернистыми песчаниками, углистыми алевролитами и аргиллитами, валунно-галечными конгломератами, туфоконгломератами и лавоконгломератами, гравелитами. Породы слабодиагенезированы, при выветривании, особенно во влажной среде, легко разрушаются и превращаются в песок, супесь и суглинок. Между пластами осадочных и вулканогенно-осадочных пород заключены потоки базальтов, трахибазальтов и андезитов. По всему разрезу свиты содержатся углефицированная и окаменевшая древесина, кора деревьев, тонкая углистая крошка, редкие линзочки угля, прослой и линзы хрупких черных лигнитов, похожих на битум. Судя по конфигурации границы, она без видимого несогласия залегает на танюрерской свите и перекрывается четвертичными отложениями. Мощность 200 м.

Спокойнинская толща ( $P_3sp$ ) сложена галечниками с валунами, гравием и супесью; стратиграфически несогласно залегает на нунлигранской и леурваамской свитах. Мощность 50 м.

Неоплейстоцен, среднее звено, вторая часть, ледниковые отложения ( $gQII^2$ ) представлены валунно-галечными суглинками и супесями мощностью до 120 м

Неоплейстоцен, верхнее звено, первая ступень, озерные отложения ( $lQIII_1$ ) представлены песками с гравием и галькой, суглинками и глинами мощностью до 55 м.

Неоплейстоцен, верхнее звено, вторая ступень, ледниковые ( $gQIII_2$ ) и флювиогляциальные ( $fQIII_2$ ) отложения представлены галечниками, валунниками с дресвой, суглинком и супесью, галечниками с валунами, гравийниками, супесями, суглинками мощностью до 40 м.

Неоплейстоцен, верхнее звено, третья ступень, аллювиальные ( $aQ_{III_3}$ ), пролювиальные ( $pQ_{III_3}$ ), озерно-аллювиальные ( $laQ_{III_3}$ ) отложения представлены галечниками, гравийниками, песками и супесями, торфами мощностью до 15 м; пролювиальными галечниками, песками с дресвой, супесью и суглинком; озерно-аллювиальными песками, галечниками с супесью и торфом.

Голоцен, аллювиальные ( $aQ_{H^1}$ ) и пролювиальные ( $pQ_{H^1}$ ) отложения представлены галечниками с валунами, гравийниками, песками и супесями первой надпойменной террасы и галечниками, валунниками, щебенем, дресвой, супесью и суглинком конусов выноса [5].

#### **1.4 Тектонические и неотектонические особенности территории**

Территория листов Q-60-XV, XVI включает структуры Пекльнейско-Золотогорской складчатой зоны Кони-Танюерерской складчатой системы Корякско-Камчатской складчатой области и наложенные на них образования Охотско-Чукотского и Анадырско-Бристольского вулканогенных поясов согласно приложению В.

В вертикальном направлении в строении территории выделяются шесть структурных этажей:

1) Палеозойский этаж сложен метаморфизованной вулканогенно-карбонатно-терригенной формацией основания Пекульнейско-Золотогорской островной дуги, представленной дислоцированными породами уэленейвеемской, озерненской и шумнинской толщ;

2) Верхнеюрско-нижнемеловой этаж сложен островодужной туфо-терригенной формацией, представленной дислоцированными вулканогенно-осадочными породами грунтовой толщи;

3) Нижнемеловой этаж сложен коллизионными гранитоидами танюерер-золотогорского комплекса (габбро-плагиогранит-тоналитовая формация);

4) Нижне-верхнемеловой этаж в Амгуэмской СФЗ сложен вулканоплутоническими образованиями Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП),

представленными следующими формациями: андезит-базальтовой (нырвакинотская толща), дацит-риолитовой (амгеньская толща и субвулканические аналоги); базальт-трахиандезит-андезитовой (экитыкинская свита и субвулканические аналоги); габбро-диорит-монцонитовой (экитыкинский интрузивный комплекс); риолит-трахириолитовой (леурваамская свита и субвулканические аналоги); гранит-лейкогранитовой (леурваамский интрузивный комплекс); риолит-трахибазальт-базальтовой (нунлигранская свита и субвулканические аналоги);

5) Палеоцен-эоценовый этаж сложен базальт-андезитовой формацией (танюрерская свита) и терригенно-вулканогенной формацией (ильмынейвеемская свита) Анадырско-Бристольского вулканогенного пояса;

6) Олигоцен-голоценовый структурный этаж сложен образованной в внутриплитной обстановке песчано-галечной формацией (спокойнинская толща и рыхлые отложения квартера), заполняющей долины и межгорные впадины.

На территории исследуемого района выделены следующие наиболее крупные структуры: Уэленейвеемское и Ильмынейвеемское антиклинально-блоковые поднятия; несколько вулканотектонических депрессий и вулканических просядок, интрузивно-купольных и вулкано-купольных структур; Амгуэмская и Нижнеанадырская неотектонические впадины.

Уэленейвеемское поднятие находится в северо-западной части района в бассейне реки Уэленейвеем. Центральная его часть сложена дислоцированными в серию сопряженных антиклиналей и синклиналей близмеридионального, северо-западного, реже северо-восточного простираний породами уэленейвеемской и озернинской толщ, прорванными Верхнетанюрерским и Уэленейвеемским интрузивными массивами. Многочисленные разрывные нарушения Уэленейвеемское поднятие разделяют на ряд блоков, в которых складки прослеживаются только в виде отдельных фрагментов. По расчетам длина складок от 7 до 15 км, ширина от 3 до 6 км, углы наклона крыльев варьируют от 20 до 70°.

Ильмынейвеемское поднятие расположено в южной части площади в бассейне реки Ильмынейвеем. Центральная его часть сложена породами шумнинской толщи смятыми в сопряженные антиклинали и синклинали меридионального, северо-

западного, реже северо-восточного простираний. Длина их от 5 до 7 км, ширина от 2 до 3 км, углы наклона крыльев от 25 до 80°. Складки прослеживаются отдельными фрагментами. Краевые части поднятия также, как и в Уэленвеевском поднятии выполнены дислоцированными породами пекуль нейвеевской свиты.

Из вулканно-тектонических депрессий отмечается Голубинская и Кытэмнайваамская.

Голубинская вулканотектоническая депрессия широтного простирания на территории листов представлена своим южным окончанием длиной 43 км и шириной от 8 до 18 км. Она ограничена системой прямолинейных и дуговых ступенчатых сбросов северо-восточного и северо-западного простираний, юго-западное окончание ее наложено на Уэленей веевское антиклинально-блоковое поднятие. В плане структура асимметричная.

Кытэмнайваамская вулканотектоническая депрессия расположена южнее Голубинской депрессии и отделена от нее Центральным вулканическим полем и разломом северо-восточного простирания. Депрессия вытянута в близмеридиональном направлении на 120 км при ширине 70 км и продолжается на смежной с юга площади.

К вулканическим просадкам относится Короткинская диаметром 20 км, по периферии сложена породами экитыкинской и частично леурваамской свит, залегающими центриклинально под углами от 10 до 15°. В ее центральной части близгоризонтально залегают базальты нунлигранской свиты.

Из вулканно-купольных структур выделяется Валунистая. Структура диаметром 4 км, в плане круглая и ограничена кольцевым разломом. В геохимическом поле структура выделяется высококонтрастными вторичными ореолами рассеяние золота и серебра, а также молибдена и других сопутствующих элементов. Строение структуры сложное, что обусловлено высокой насыщенностью ее субвулканическими образованиями, широко распространенными разломами и гидротермально измененными породами.

Амгуэмская неотектоническая впадина на территории представлена юго-западным окончанием. Выполнена преимущественно озерно-аллювиальными



конгломератами спокойнинской толщи олигоцена, незначительно распространены четвертичные отложения.

Нижнее-Анадырская неотектоническая впадина выполнена ледниковыми, флювиогляциальными и аллювиальными отложениями среднего, верхнего неоплейстоцена и голоцена.

Разрывные нарушения широко распространены на исследованной территории. Выделяются два типа разломов – главные и второстепенные. Морфологически они выражены и трассируются в виде системы тесно сближенных близпараллельных и кулисообразных дизъюнктивов, среди которых преобладают крутые ( $70^\circ$ ) сбросы с амплитудами смещения до 600 м; местами отдельные дизъюнктивы по простиранию переходят в зоны тонкой трещиноватости и брекчирования. К категории главных отнесены разломы Северный и Южный, ограничивающие осевую часть Канчаланской зоны разломов, а также – Западный и Восточный, ограничивающие Ныгчекваамскую зону разломов.

Канчаланская зона разломов северо-восточного простирания прослеживается в складчатом основании вулканитов от юго-западной до северо-восточной границы исследованной территории на 320 км и продолжается за ее пределами. На юго-западе она перекрывается палеогеновыми базальтами и фрагментарно прослеживается до реки Танюрер, а на северо-востоке трассируется до реки Амгуэма. В пределах района ширина Канчаланской зоны разломов от 12 до 30 км. Она является главной рудоконтролирующей структурой территории, в ее пределах сосредоточены все выявленные перспективные объекты золотосеребряной формации.

Ныгчекваамская зона разломов близмеридионального простирания прослеживается от реки Чумэвеем на юге до озера Безымянного на севере; ограничена главными разломами Западным и Восточным. Длина зоны 60 км, ширина от 8 до 12 км. Морфологически она выражена аналогично Канчаланской зоне – серией сближенных дизъюнктивов, зон трещиноватости, брекчирования и гидротермально метасоматических изменений пород. Ныгчекваамская зона контролирует золотую, молибденовую, медную, свинцовую, платиновую и железную минерализацию.

Проявлений в ее пределах не выявлено, в металлогеническом отношении она значительно уступает Канчаланской зоне разломов.

## **1.5 Гидрогеологическая характеристика района**

Гидрогеологические условия района сложились под влиянием ряда геологических и природно-климатических факторов. К первым относится сложность геологической структуры, высокая степень литификации и дислоцированности дочетвертичных пород, ко вторым – распространение многолетней мерзлоты, в разной степени расчлененный рельеф, разветвленная гидросеть [7].

Территория исследований расположена в области сплошного развития многолетнемерзлых пород (ММП), которые в районе работ имеют повсеместное распространение и мощность от 100 до 400 м. мощность ММП закономерно уменьшается от водоразделов к долинам крупных водотоков. Температура пород у поверхности ММП в долинах рек изменяется от минуса 3 до минуса 6 °С, а на водоразделах – от минуса 5 до минуса 8 °С. Выше ММП повсеместно располагается сезонно-талый слой, мощность которого, в зависимости от положения в рельефе, экспозиции склона и литологического состава отложений изменяется от 0,35 до 3 м. Являясь региональным водоупором, многолетняя мерзлота определяет пространственное положение водоносных горизонтов.

По взаимоотношению с ММП водоносные образования разделяются на надмерзлотные (воды сезонно-талого слоя и надмерзлотных таликов), сквозных, редко межмерзлотных таликов и подмерзлотные. Последние отвечают зоне затрудненного водообмена, характеризующейся преимущественно микротрещинной водопроницаемостью пород и, в меньшей степени, локальной трещинной водопроницаемостью в зонах тектонического дробления. Таликовые воды сосредоточены, в основном, в долинах рек в зоне активного водообмена, которая отличается макротрещинной и трещинно-жильной проницаемостью пород, связанной преимущественно с гипергенными процессами.

Воды сезонно-талого слоя широко распространены в районе работ. Они приурочены к четвертичному покрову. Мощность данного слоя зависит от многих обстоятельств и, в частности, от литологического состава пород. Локализованы в верхней части аллювиальных, ледниковых, водно-ледниковых отложений в днищах речных долин, щебнисто-супесчаных отложений на пологих склонах водоразделов. Максимальная глубина оттайки в наиболее благоприятных условиях (крупноглыбовые отложения по южным склонам высот, лишенных растительности) достигает 1,6 м, а на северных задернованных склонах не превышает 0,6 м. На поверхности в летнее время эти воды появляются в виде многочисленных ключей с дебитом до 4 м<sup>3</sup>/с. Воды безнапорные и слабонапорные (в пределах крупных речных долин и впадин). По химическому составу воды этого горизонта близки к поверхностным и, как правило, ультрапресные и пресные, чистые, прозрачные, без запаха и цвета, на равнинных участках тундры они приобретают буроватый цвет, содержат гумусовые кислоты и агрессивную уголекислоту. Воды прозрачные, бесцветные, без запаха и вкуса. По химическому составу воды нейтральные, слабокислые, в единичных случаях слабощелочные. Воды сезонно-талого слоя в основном гидрокарбонатные.

Питание вод сезонно-талого слоя осуществляется за счет атмосферных осадков и конденсации паров воды из воздуха. В летнее время пополняют поверхностные воды.

В пределах развития мерзлых пород встречаются многочисленные надмерзлотные талики, преимущественное распространение которых приурочено к поймам рек и днищам долин. Под руслами крупных рек и на участках с высокими значениями продольных уклонов формируются сквозные таликовые зоны. Воды устойчивых надмерзлотных таликов (подрусловые потоки) предполагаются по поймам рек Гачгагыргываам, Тнеквеем, Уэленейвеем, Ныгчекваам. По сквозным таликовым зонам осуществляется тесная гидравлическая связь поверхностных и подземных вод, восполнение подмерзлотных трещиноватых зон, в зимний период осуществляется разгрузка подземных вод, приводящая, как правило, к образованию наледей.

Водоносные горизонты подозерных таликов приурочены к озерным песчано-гравийно-галечным отложениям. Они формируются в основном под крупными озерами. Подозерные талики по площади часто совпадают с акваторией озер. Глубина залегания горизонта в среднем от 0,5 до 12 м, реже до 46 м. Питание подозерных таликов осуществляется за счет вод озера, сезонно-талого слоя и атмосферных осадков.

Межмерзлотные воды приурочены к толще ММП и представлены водоносными горизонтами сквозных таликов, образующихся на участках пересечения разломов и зон трещиноватости с речными долинами либо в основании конусов выноса и под днищами крупных озер. Воды залегают на глубине от 8 до 10 м, приурочены к аллювиальным и озерным отложениям. Мощность их от 1 до 2, реже 25 м.

Подмерзлотные воды распространены на всей территории района, под слоем многолетнемерзлых пород. Они ассоциируются с зонами гипергенеза и тектонических нарушений и связанной с ними повышенной трещиноватостью горных пород. В основном подмерзлотные воды, представляющие практический интерес, распространены сразу под слоем ММП преимущественно до глубины 170 м от поверхности земли. Ниже трещиноватость и водообильность горных пород, как правило, резко затухает. В зонах, прилегающих к тектоническим нарушениям мощность интенсивно-трещиноватых пород увеличивается.

Подмерзлотные воды в основном сульфатные натриевые, карбонатные кальциево-магниевые.

Питание подмерзлотных вод происходит в зонах водопоглощающих разломов в верховьях долин водотоков непосредственно за счет атмосферных осадков. Движение направлено от верховий к подножьям склонов и вниз по долинам, разгрузка происходит в сквозные талики, где под действием высоких гидростатических напоров подмерзлотных вод происходит интенсивный водообмен подмерзлотных и таликовых вод. Разгрузкой подмерзлотных вод по зонам водовыводящих разломов объясняется образование крупных наледей в долинах небольших водотоков.

Наледь – довольно распространенное явление на исследуемой территории. Среди наледей встречаются сезонные и многолетние. Сезонные наледи отмечены по

долинам рек Многолетняя наледь наблюдалась на изгибе рек Гачагыргываам, Короткой и в верхнем течении Ильмынейвеем. Площади наледей до 3 км<sup>2</sup>, мощность льда до 3 м. Пространственно крупные наледы обычно связаны с зонами разломов, по которым предполагается поступление вод. Кроме крупных встречаются небольшие наледы, круглогодично существующие по мелким ручьям, стекающим по северным склонам гор.

Перспективы водоснабжения можно оценить следующим образом. Воды района в основном пригодны к употреблению. В случае промышленного освоения территории, для водоснабжения в летнее время могут быть использованы поверхностные воды, подрусловые и подозерные талики, а также подмерзлотные трещинно-жильные воды, которые, в плане экологической защищенности, наиболее предпочтительны для организации хозяйственно-питьевого водоснабжения. В холодное время года водоснабжение района может осуществляться только за счет подмерзлотных вод [8].

## **1.6 Растительность и животный мир**

Угнетенное состояние растительного и животного мира обуславливается климатическими условиями территории. Район изучения расположен в зоне арктической лишайниково-моховой тундры.

К преобладающим представителям растительного царства относятся арктические и горные тундры, на которых произрастают травы, низкорослые кустарники, мхи и лишайники, которых насчитывается более 400 видов. Реже встречаются карликовые березы, лиственницы, светлохвойные леса.

Только в долинах крупных рек произрастают ольховник, кустарниковая береза, ива, местами тополь. В долине реки Тнэквеем, в устье реки Кытэмнайваам и на подрусловых таликах сохранилась реликтовая тополево-чозениевая роща.

Животный мир является арктическим и представлен таким разнообразием как: снежный баран, овцебык, волки, россомахи, горностаи, длиннохвостые суслики, северный олень, бурый и белый медведь [9].

## 1.7 Техногенная инфраструктура района исследований

Среди техногенных процессов, связанных с хозяйственной деятельностью и неблагоприятно воздействующих на природные ландшафты, а также негативно отражающихся на жизнедеятельности населения в регионе исследования, выделяется открытая разработка месторождения Валунистый.

При разработке золото-серебряного месторождения в районе рудника кроме горных выработок, созданы хвостохранилища золотоизвлекательной фабрики, являющиеся ощутимой потенциальной угрозой загрязнения почв, поверхностных и подземных вод.

Из-за отсутствия дорог с твердым покрытием повсеместное использование гусеничного транспорта при выполнении всех видов геологических работ и транспортном сопровождении оленеводческих бригад нарушает почвенно-растительный слой. Это приводит к активизации термоэрозионных процессов – оттаиванию высокольдистой почвы и ее разрушению с образованием рытвин, оврагов, термокарстовых провалов. Наиболее уязвимы в этом отношении равнинные ландшафты и полого наклонные террасы крупных речных долин. Единственная грунтовая дорога на территории расположена на северо-востоке территории и соединяет поселок Эгвекинот с городом Певек. Так же на юго-востоке располагается зимник Валунистый-Анадырь, который эксплуатируется и в летнее время [10].

Вывод: эколого-геологическая обстановка, создаваемая комплексом современных геолого-морфологических факторов, которые оказывают влияние на особенности функционирования биоты, является условно-благоприятной. Основным фактором отнесения исследуемой территории к условно-благоприятной – климатические и мерзлотные условия [11].

## **2 Методы проведенных исследований**

### **2.1 Подготовительные работы**

В подготовительный период осуществлялся сбор и анализ всех геохимических данных по территории листов Q-60-XV, XVI для оценки степени и качества ее геохимической изученности.

Вся территория покрыта геохимической съемкой масштаба 1:200 000 по потокам рассеяния, на перспективных площадях выполнены геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000. По результатам оценки степени и качества геохимической изученности сделан вывод, что территория листов Q-XV, QXVI полностью изучена кондиционными геохимическими работами, аналитические данные удовлетворяют требованиям к качеству, а использованные геохимические методы соответствуют условиям территории.

Подготовительные работы включали:

- 1) оцифровку карт фактического материала геохимического опробования, проведенного предшественниками;
- 2) ввод в компьютер результатов аналитических определений с привязкой проб и характеристиками аналитических методов.

Результаты подготовительных работ показали, что основные карты геохимической основы масштаба 1:200 000 листов Q-60-XV, XVI могут быть составлены по материалам предшественников [12]. Для дополнительной оценки уровня концентраций химических элементов в различных вещественно-структурных комплексах и определения их геохимической специализации было запланировано геолого-геохимическое опробование при проведении поисково-съёмочных маршрутов.

## 2.2 Полевые работы

В полевой сезон 2020 года для доизучения геохимической специализации стратифицированных и нестратифицированных образований при проведении поисково-съёмочных маршрутов были отобраны 227 сколковых (точечных) проб, 11467 литохимических проб по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:10 000. Количество имеющихся геохимических проб по вторичным ореолам рассеяния составляет 55,5 тысяч проб.

Были опробованы следующие геологические образования: стратифицированные – уэленейвеемская толща, озернинская толща, нырвакинотская толща, амгенская толща, экитыкинская свита, леурваамская свита, нунлигранская свита, танюрерская свита, ильмынейвеемская свита; нестратифицированные – танюрер-золотогорский и экитыкинский интрузивные комплексы, субвулканические образования леурваамского и нунлигранского комплексов [12].

Опробованию подлежали наименее изменённые породы, находящиеся в коренном залегании. В каждой точке пробоотбора отбиралось от 15 до 20 сколков коренных пород весом до 20 г с последующим объединением их в единую геохимическую пробу массой от 300 до 350 г в соответствии с рисунками 2.1 и 2.2.





Рисунок 2.1 – Выход коренных пород, место отбора геохимических сколков



Рисунок 2.2 – Геохимические образцы сколков

## **2.3 Аналитические работы**

Аналитические исследования сколковых геохимических проб и литохимических проб по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:10 000 на геохимическую специализацию выполнялись в аккредитованной лаборатории.

Все пробы на геохимическую специализацию были проанализированы методом окислительного разложения в четырех кислотах с последующим определением 48 основных элементов методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

Необходимая точность измеряемых параметров при проведении аналитических исследований обеспечивалась применением исправных технических средств и методикой выполнения измерений в соответствии с нормативными документами [13].

## **2.4 Камеральные работы**

В камеральный период проведена оценка качества аналитических данных и составлена карта фактического материала в соответствии с приложением Г. Все имеющиеся аналитические данные, как предшественников, так и собственные, были введены в полистные базы данных.

При составлении баз данных соблюдались следующие требования. Все множество проб было разделено на информационные блоки. В один блок включались данные, отобранные одной организацией по одной методике из одинакового компонента эколого-геологической системы (ЭГС). Данные одного информационного блока содержат один перечень элементов, расположенных в одинаковой последовательности, определенных с одинаковыми пределами обнаружения, записанных в одинаковых единицах измерения; проанализированные в одной лаборатории. Для каждой пробы информационного блока приведены следующие характеристики: авторский номер; вид опробованного компонента ЭГС; координаты отбора проб; значения содержаний каждого из анализировавшихся элементов [14].

К каждому информационному блоку прилагается информационная справка, содержащая следующие данные: номенклатура листа масштаба 1:200 000 и географические координаты угловых точек; географическое название площади, масштаб работ, плотность пробоотбора, год проведения работ; название организации-исполнителя и ФИО ответственного исполнителя; способ пробоотбора и методика исследований; вид анализа, название лаборатории, тип прибора; ландшафтно-геохимическая и геологическая характеристика площади пробоотбора; перечень анализируемых элементов – индексы элементов и метрика их измерений; оценки метрологических характеристик; места хранения дубликатов проб; каталоги номеров спектрограмм; место хранения первичной информации в архиве предприятия.

Базы данных аналитической информации по листам Q-60-XV, XVI, использованные при составлении геохимической основы, состоят из 14 информационных блоков, которые представлены в таблице 2.1.

Проведена оценка геохимических фонов. По результатам литохимического опробования потоков рассеяния масштаба 1:200 000, проведенного Канчаланским государственное хозяйственное объединение (ГХО), были составлены фоновые выборки отдельно для крупных структур, сложенных различными вещественными комплексами, и рассчитаны их статистические параметры. Для участков литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния, выполненного Канчаланским ГХО, Короткой партией, Осенним ГХО, Жильным ГХО, фоновые параметры были рассчитаны статистическим методом и частично скорректированы по данным предшественников, приведенным в соответствующих отчетах [15].

Таблица 2.1 – Информационные блоки базы данных

№ блока	Наименование организации проведения работ	Количество проб	Год	Масштаб
1.	Канчаланское ГХО	3042	2010-2011	1:200 000
2.	Канчаланское ГХО	3986	2011-2012	1:200 000
3.	Осеннее ГХО	9168	2013	1:50 000
4.	Осеннее ГХО	9790	2013	1:50 000

Продолжение таблицы 2.1

№ блока	Наименование организации проведения работ	Количество проб	Год	Масштаб
5.	Короткая партия	23469	2013-2014	1:50 000
6.	Жильный отряд	10052	2014-2015	1:50 000
7.	Канчаланское ГХО	5501	2014-2016	1:25 000
8.	Осеннее ГХО	4368	2015	1:10 000
9.	Осеннее ГХО	2146	2016	1:10 000
10.	Жильный отряд	2589	2013-2015	1:10 000
11.	Жильный отряд	2753	2015-2016	1:10 000
12.	Валунистая партия	11467	11467	1:10 000
13.	Верхнеканчаланская партия	138	2020	Без масштаба
14.	Верхнеканчаланская партия	89	2020	Без масштаба

Статистическая обработка фоновых выборок производилась с использованием программы Microsoft Excel.

Фоновые содержания элементов в массивах проб по потокам рассеяния определялись как антилогарифмы средних логарифмов содержаний в пределах фоновых участков, в выборку включалось не менее 100 проб. Аномальные содержания первого, второго и третьего уровня определялись как произведение фонового содержания элемента на стандартное отклонение в первой, второй и третьей степени.

Эколого-геохимическая карта составлялась с целью оценки эколого-геохимического состояния эколого-геологической среды.

С использованием эколого-геохимической карты решались следующие задачи:

- 1) Выявление зон загрязнения донных отложений и почв определенными токсичными элементами;
- 2) Установление природы повышенных концентраций токсичных элементов в донных отложениях и в почвах;

3) Оконтуривание зон неудовлетворительного эколого-геохимического состояния;

4) Дифференциация территории по степени экологической опасности.

Для определения эколого-геохимического состояния территорий были использованы ретроспективные результаты геохимического опробования донных отложений и почв. Использовались аналитические данные полученные предшественниками, проведенные в различных лабораториях, в разные годы, с различным набором определяемых элементов и их нижними пределами обнаружения. Для каждого блока геохимических данных отдельно рассчитывались фоновые значения.

Технология создания карты включала следующую последовательность операций:

1) Создание ландшафтно-функциональной основы и объединение территорий по природно-хозяйственным особенностям;

2) Расчет коэффициентов концентраций химических элементов первого, второго и третьего классов опасности согласно таблице 2.2 по отношению к фоновым содержаниям для всей площади проведенных предшественниками исследований;

3) Расчет и анализ распределения суммарного показателя загрязнения (СПЗ) компонентов природно-геологической среды;

4) Выделение зон с повышенным значением СПЗ больше 8;

5) Расчет геохимических характеристик выделенных зон загрязнения;

6) Определение зон с учетом всех характеристик с минимальным, слабым, средним уровнем загрязнения;

7) Определение вероятного источника загрязнения.

Ландшафтно-функциональная основа эколого-геохимической карты создавалась на единой топографической основе путем дифференциации территории по типам и геохимическим особенностям ландшафтов, степени их нарушенности в результате хозяйственной деятельности [16].

По степени нарушенности выделялись 2 группы ландшафтов: природные (ненарушенные) территории и техногенно-измененные территории. Каждому

выделенному контуру присваивался буквенно-числовой индекс, отражающий тип ландшафта и степень вовлечения его в хозяйственную деятельность.

Таблица 2.2 – Класс опасности элементов-загрязнителей для почв

Класс опасности	Элемент	Содержание, г/т
Высокоопасные (первый класс опасности)	As	2
	Hg	2,1
	Pb	32
	Zn	55
Умеренноопасные (второй класс опасности)	Co	20
	Ni	20
	Mo	5,8
	Cu	33
	Cr	20
	Sb	
Малоопасные (третий класс опасности)	V	150
	Mn	1500
	W	6

Коэффициент концентрации элементов рассчитывался по формуле:

$$K_c = C_i / C_{\phi}$$

где  $C_i$  – содержание химического элемента в компоненте ЭГС;  $C_{\phi}$  – фоновая содержание химического элемента территории исследования.

Геохимический фон определялся путем вариационно-статистической обработки всего массива данных одного блока без дифференциации по геохимическим ландшафтам.

Выявление зон загрязнения проводилось на основе анализа распределения СПЗ, рассчитанного для каждой точки отбора по формуле:

$$СПЗ = \sum K_c - (n - 1)$$

где  $\sum K_c$  – сумма коэффициентов концентрации элементов загрязнителей первого, второго, третьего классов опасности;  $n$  – число входящих в расчет химических элементов.

Оконтуривались площади с не менее чем тремя сопряженными водосборами, или точками опробования вторичных ореолов по сети 500 на 50 м и 250 на 50 м, значение СПЗ по которым превышало 8.

Для выделенных зон загрязнения рассчитывались геохимические характеристики, и общий СПЗ в расчет которого входили только элементы-загрязнители со средним коэффициентом концентрации в контуре зоны более 1,5.

Определение уровней загрязнения по значениям суммарного показателя в донных отложениях и почвах проводилось в соответствии с существующими нормативами. Для оценки уровня загрязнения использовалась следующая шкала значений СПЗ:

1. Минимальный уровень – меньше 8;
2. Низкий уровень – от 8 до 16;
3. Средний уровень – от 16 до 32;
4. Высокий уровень – больше 32.

По уровням загрязнения устанавливалось эколого-геохимическое состояние территории. Выделялись территории с удовлетворительным, напряженным и критическим эколого-геохимическим состоянием. Удовлетворительное состояние определяется отсутствием загрязнения по всем опробованным компонентам эколого-геологической системы (ЭГС). Напряженное состояние отвечает низкому уровню загрязнения хотя бы по одному компоненту ЭГС. Критическое состояние выделяется по среднему уровню загрязнения хотя бы одного компонента ЭГС [16].

Геохимическая ассоциация элементов-загрязнителей оформлялась в виде ранжированных по коэффициенту концентрации рядов и представлена в кадастре геохимических характеристик неудовлетворительных по эколого-геохимическому состоянию территорий в зарамочном оформлении эколого-геохимической карты.

Рассчитанные показатели СПЗ и полученные оценки вносились в кадастр геохимических характеристик и указывались при оформлении эколого-геохимической карты.

Определение вероятного источника зон загрязнения донных отложений и почв проводилось на основе анализа эколого-геохимической, прогнозно-геохимической и геологической карт [17].

Окончательная эколого-геохимическая оценка территории проводилась по уровням комфортности среды обитания [18] согласно таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Оценка степени комфортности среды жизнедеятельности

Оценка состояния ЭГС	Оценка степени комфортности среды обитания	Почвы		Донные отложения	
		Токсические элементы (СПЗ)	Органические соединения (ПДК)	Токсические элементы (СПЗ)	Органические соединения (ПДК)
Допустимые	Комфортная	<8	<1	<8	<1
Умеренно опасное	Гипокомфортная	8-16	1-2	8-16	1-2
Опасное		16-32	2-5	16-32	2-5
Высоко опасное	Дискомфортная	32-128	5-10	32-128	5-10
Чрезвычайно опасное	Экстремальная	>128	>10	>128	>10



### **3 Эколого-геохимическая оценка территории Верхнеканчаланской площади Анадырского района Чукотского автономного округа**

Территория листов расположена в пределах Чукотского автономного округа, Анадырского района и относится к Чукотскому нагорью. Речная сеть густая разветвленная [3].

На территории района преимущественное распространение имеют горно-тундровые и тундровые типы ландшафтов.

Экономическое развитие территории связывается только с освоением месторождения Валунистого, которое в настоящее время эксплуатируется, населенные пункты, за исключением поселка на руднике «Валунистый», отсутствуют. На территории имеются две автодороги с грунтовым покрытием и автозимник, соединяющие месторождение Валунистое с морским портом Эгвекинот и пос. Комсомольским [1].

По результатам эколого-геологических исследований построены карты эколого-геохимической оценки почв (смотреть приложение Д) и донных отложений (смотреть приложение Е) территории Верхнеканчаланской площади.

Эколого-геохимическая карта составлена на основе имеющихся ретроспективных данных по содержанию химических элементов в донных отложениях и в почвах. Так как аналитические данные проб по вторичным ореолам рассеяния получены в разных лабораториях, расчет фоновых содержаний и коэффициентов концентраций проводился отдельно по каждому блоку.

Для эколого-геохимической оценки состояния донных отложений и почв на территории работ и анализа фоновых показателей характерных для территории проведено сравнение рассчитанных статистически-вариационным методом местных фоновых содержаний по каждому массиву данных с кларками почв по Боуэну, данные представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Фоновые содержания элементов по каждому массиву аналитических данных

Элемент	Опробование по потокам рассеяния масштаба 1:200 000, шаг 500 м.	Опробование по вторичным ореолам рассеяния					Кларк почв по Боуэну, г/т
		масштаба 1:50 000, по сети 500x50 м				1:25 000, по сети 250 на 50 м	
	Канчаланская площадь ЛЦГЭ	б Q 60-53-В, 54-В, 65-Б, 66-А, Б МГПЛУИ "Анgeo" (г. Магадан)	Q-60-53-В, 54-В, 65-Б, 66-А, Б Лаб. Бронницкой ГГЭ	Q-60-55-Г, 56-Б, В, Г Лаб. Анадырской ГРЭ	Q-60-55-В, 67-А, Б ЦЛ СВГГО (г. Магадан)	уч. Валунистый ЛЦГЭ	
Pb*	23.6	16.1	15.3	27.6	22.8	20.5	17
As*	19.5	7.8	50.2	14.3	16.1	15.7	5
Sb**		15.0	15.0		15.0		2
Cr**	49	110.8	24.2	24.3	77.0		80
W***	4.3	1.4	1.5	2.5	1.2	3.1	1.5
V***	60.3	72.6	88.8	55.7	61.9	46.7	90
Ni**	6.8	24.3	14.7	10.2	13.9		20
Co**	8.2	23.0	8.6	11.8	15.6		10
Sr***		239.2	86.9	121.0	142.1		240
Ge		0.8	0.5	0.6	0.8		2.1
Bi	0.8	0.6	0.9	0.7	0.8	0.4	0.3
Mn***	692	894.5	682.3	685.7	749.5	713.9	530
Ba***	189.4	942.2	221.4	524.2	808.4	218.9	500
Be	1.25	2.1	0.8	1.6	2.0		3
Nb	10.5	8.3	4.6	8.2	8.5		12
Mo**	2.5	2.0	0.7	1.9	2.0	1.3	1.2
Sn	5.5	3.3	2.1	4.3	2.8	5.7	4
Cu**	19.6	39.9	27.5	21.3	25.8	16.8	25
Ag		0.076	0.056	0.094	0.1	0.16	0.07
Zn*	66.7	83.3	67.9	78.8	66.8	64.8	70
Zr	44	77.3	83.1	78.6	107.3		230
Li	18.4	31.1	23.2	31.5	30.6		20
Y	7	24.9	10.0	19.4	21.8	16.2	20
P		656.2	1690.2		610.4		750
Hg*	0.02	0.005			0.008	0.012	0.05

Примечания

- 1 Символом \* выделены элементы-загрязнители первого класса опасности
- 2 Символом \*\* выделены элементы -загрязнители второго класса опасности
- 3 Символом \*\*\* выделены элементы -загрязнители третьего класса опасности

В качестве показателя определения характерных геохимических особенностей территории использовался коэффициент концентрации (Кк) – отношения содержаний в донных отложениях и почвах к их мировым кларкам в почве. Результаты приведены в таблице 3.2.

По значению коэффициентов концентраций и с учетом разных нижних порогов обнаружения можно сделать вывод, что уровень содержания химических элементов первого – Pb, Zn, второго – Co, Ni, Cu, Mo, и третьего – W, V, Sr, Mn Ba классов опасности, в донных отложениях и в почвах отличается от мирового кларка почв незначительно. Повышенные фоновые содержания элементов первого (As) и второго (Sb) классов опасности объясняются высоким пределом обнаружения лабораторного анализа, и последующей замене неопределенных содержаний на половину значения предела обнаружения. Так же для территории характерно пониженное, относительно мирового кларка почв, фоновое содержание ртути (первого класса опасности) [18].

Таблица 3.2 – Отношение фонового содержания к кларку почв по Боуэну

Элемент	Опробование по потокам рассеяния масштаба 1:200 000, шаг 500 м.	Опробование по вторичным ореолам рассеяния				
		масштаба 1:50 000, по сети 500x50 м				1:25 000, по сети 250x50 м
	Канчаланская площадь ЛЦГЭ	б Q 60-53-В, 54-В, 65-Б, 66-А, Б МГППИ "Анgeo" (г. Магадан)	Q-60-53-В, 54-В, 65-Б, 66-А, Б Лаб. Бронницкой ГГЭ	Q-60-55-Г, 56-Б, В, Г Лаб. Анадырской ГРЭ	Q-60-55-В, 67-А, Б ЦДЛ СВНГО (г.Магадан)	уч. Валунистый ЛЦГЭ
Pb*	1.4	0.9	0.9	1.6	1.3	1.2
As*	3.9	1.6	10.0	2.9	3.2	3.2
Sb**		7.5	7.5		7.5	
Cr**	0.6	1.4	0.3	0.3	1.0	

Продолжение таблицы 3.2

Элемент	Опробование по потокам рассеяния масштаба 1:200 000, шаг 500 м.	Опробование по вторичным ореолам рассеяния				
		масштаба 1:50 000, по сети 500x50 м				1:25 000, по сети 250x50 м
	Канчаланская площадь ЛЦЭ	б Q 60-53-В, 54-В, 65-Б, 66-А, Б МПЛПИ "Анgeo" (г. Магадан)	Q-60-53-В, 54-В, 65-Б, 66-А, Б Лаб. Бронницкой ГГЭ	Q-60-55-Г, 56-Б, В, Г Лаб. Анадырской ГРЭ	Q-60-55-В, 67-А, Б ЦЛ СВПО (г. Магадан)	уч. Валунистый ЛЦЭ
W***	2.9	1.0	1.0	1.7	0.8	2.1
V***	0.7	0.8	1.0	0.6	0.7	0.5
Ni**	0.3	1.2	0.7	0.5	0.7	
Co**	0.8	2.3	0.9	1.2	1.6	
Sr***		1.0	0.4	0.5	0.6	
Ge		0.4	0.3	0.3	0.4	
Bi	2.7	2.1	3.1	2.5	2.6	1.4
Mn***	1.3	1.7	1.3	1.3	1.4	1.3
Ba***	0.4	1.9	0.4	1.0	1.6	0.4
Be	0.4	0.7	0.3	0.5	0.7	
Nb	0.9	0.7	0.4	0.7	0.7	
Mo**	2.1	1.7	0.6	1.6	1.7	1.1
Sn	1.4	0.8	0.5	1.1	0.7	1.4
Cu**	0.8	1.6	1.1	0.9	1.0	0.7
Ag		1.1	0.8	1.3	1.5	2.3
Zn*	1.0	1.2	1.0	1.1	1.0	0.9
Zr	0.2	0.3	0.4	0.3	0.5	
Li	0.9	1.6	1.2	1.6	1.5	
Y	0.4	1.2	0.5	1.0	1.1	0.8
P		0.9	2.3		0.8	
Hg*	0.4	0.1			0.2	0.2
<p>Примечания</p> <p>1 Символом * выделены элементы-загрязнители первого класса опасности</p> <p>2 Символом ** выделены элементы -загрязнители второго класса опасности</p> <p>3 Символом *** выделены элементы -загрязнители третьего класса опасности</p>						

По эколого-геохимическому состоянию в пределах листов Q-60-XV, XVI с использованием имеющихся аналитических данных выделено 15 территорий неудовлетворительного состояния донных отложений и почв, данные представлены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Эколого-геохимическая характеристика территорий неудовлетворительного экологического состояния донных отложений

№ на карте	Площадь, км <sup>2</sup>	Компонент ЭГС	Критерий оценки, значение	Геохимическая ассоциация элементов загрязнителей	Оценка состояния ЭГС	Оценка степени комфортности жизнедеятельности
1.	47,9	донные отложения	Zc – 10	Hg <sub>2.8</sub> Cr <sub>2.7</sub> Ni <sub>2.2</sub> V <sub>2.1</sub> Mn <sub>1.8</sub> Cu <sub>1.8</sub> Co <sub>1.6</sub> Mo <sub>1.5</sub> Y <sub>1.5</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
2.	12,4	донные отложения	Zc – 8	Hg <sub>8.1</sub> V <sub>1.5</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
3.	43,7	донные отложения	Zc – 8	Ni <sub>2.9</sub> Cr <sub>2.8</sub> Co <sub>2.3</sub> V <sub>2.2</sub> Y <sub>1.9</sub> Cu <sub>1.7</sub> Mn <sub>1.5</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
4.	25,4	донные отложения	Zc – 27	Hg <sub>22.6</sub> Ni <sub>2.1</sub> Cr <sub>1.9</sub> Y <sub>1.8</sub> V <sub>1.8</sub> Co <sub>1.7</sub> Cu <sub>1.5</sub>	опасное	гипокомфортная
5.	12,2	донные отложения	Zc – 12	Hg <sub>10.9</sub> V <sub>1.5</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
6.	14,2	донные отложения	Zc – 9	Hg <sub>8</sub> V <sub>1.9</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
7.	16,6	донные отложения	Zc – 28	Hg <sub>27.6</sub>	опасное	гипокомфортная

Таблица 3.4 – Эколого-геохимическая характеристика территорий неудовлетворительного экологического состояния почв

№ на карте	Площадь, км <sup>2</sup>	Компонент ЭГС	Критерий оценки, значение	Геохимическая ассоциация элементов загрязнителей	Оценка состояния ЭГС	Оценка степени комфортности жизнедеятельности
1.	3,1	почвы	Zc – 8	Mo <sub>5.7</sub> Pb <sub>1.9</sub> Mn <sub>1.6</sub> As <sub>1.5</sub> Sn <sub>1.5</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
2.	2,0	почвы	Zc – 8	Mo <sub>4.7</sub> As <sub>2.4</sub> Pb <sub>1.9</sub> Sn <sub>1.9</sub> Y <sub>1.5</sub> Mn <sub>1.5</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная

Продолжение таблицы 3.4

№ на карте	Площадь, км <sup>2</sup>	Компонент ЭГС	Критерий оценки, значение	Геохимическая ассоциация элементов загрязнителей	Оценка состояния ЭГС	Оценка степени комфортности жизнедеятельности
3.	50,3	почвы	Zc – 8	Ni <sub>3,4</sub> Cr <sub>2,9</sub> Co <sub>2,1</sub> Sr <sub>1,9</sub> Sn <sub>1,8</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
4.	8,8	почвы	Zc – 8	Mo <sub>5,4</sub> Hg <sub>2,6</sub> Pb <sub>2,1</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
5.	19,7	почвы	Zc – 9	Ni <sub>3,1</sub> Mn <sub>2,4</sub> Co <sub>2,3</sub> Cr <sub>2,3</sub> Pb <sub>2,2</sub> Zn <sub>2,1</sub> V <sub>1,5</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
6.	23,9	почвы	Zc – 9	Mo <sub>4,2</sub> Hg <sub>2,8</sub> Pb <sub>2,6</sub> Cu <sub>2,2</sub> W <sub>2,1</sub> Li <sub>2,0</sub> Co <sub>2,0</sub> Ni <sub>1,9</sub> Cr <sub>1,9</sub> Zn <sub>1,8</sub> V <sub>1,8</sub> Mn <sub>1,8</sub> Bi <sub>1,7</sub> As <sub>1,7</sub> Ge <sub>1,7</sub> Ba <sub>1,7</sub> Sn <sub>1,7</sub> La <sub>1,6</sub> Sb <sub>1,6</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
7.	87,0	почвы	Zc – 8	Hg <sub>8,9</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная
8.	5,5	почвы	Zc – 12	Mo <sub>8,8</sub> Pb <sub>3,5</sub> Zn <sub>1,5</sub>	умеренно-опасное	гипокомфортная

Размеры зон загрязнения для донных отложений варьируются от 12,2 до 47,9 км<sup>2</sup>, для почв – от 2 до 87 км<sup>2</sup>.

Суммарная площадь загрязнения донных отложений составляет 172,4 км<sup>2</sup>, почв – 200,3 км<sup>2</sup>. Большая часть территорий, составляющая 6282,7 км<sup>2</sup>, относится к зонам с допустимым состоянием ЭГС. Статистическое распределение территорий неудовлетворительного экологического состояния представлено на рисунке 3.1.

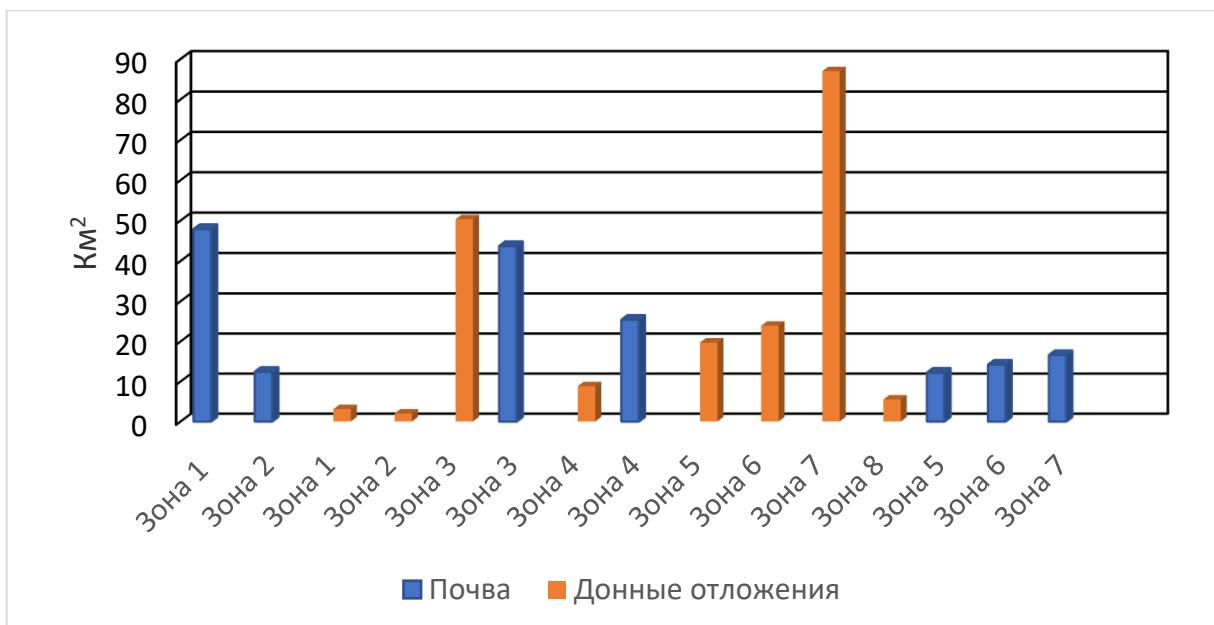


Рисунок 3.1 – Площадная характеристика территорий неудовлетворительного экологического состояния (км<sup>2</sup>)

По оценке степени среды обитания, установлено, что все выделенные неудовлетворительные зоны относятся к гипокомфортной степени среды обитания в соответствии с рисунком 3.2.

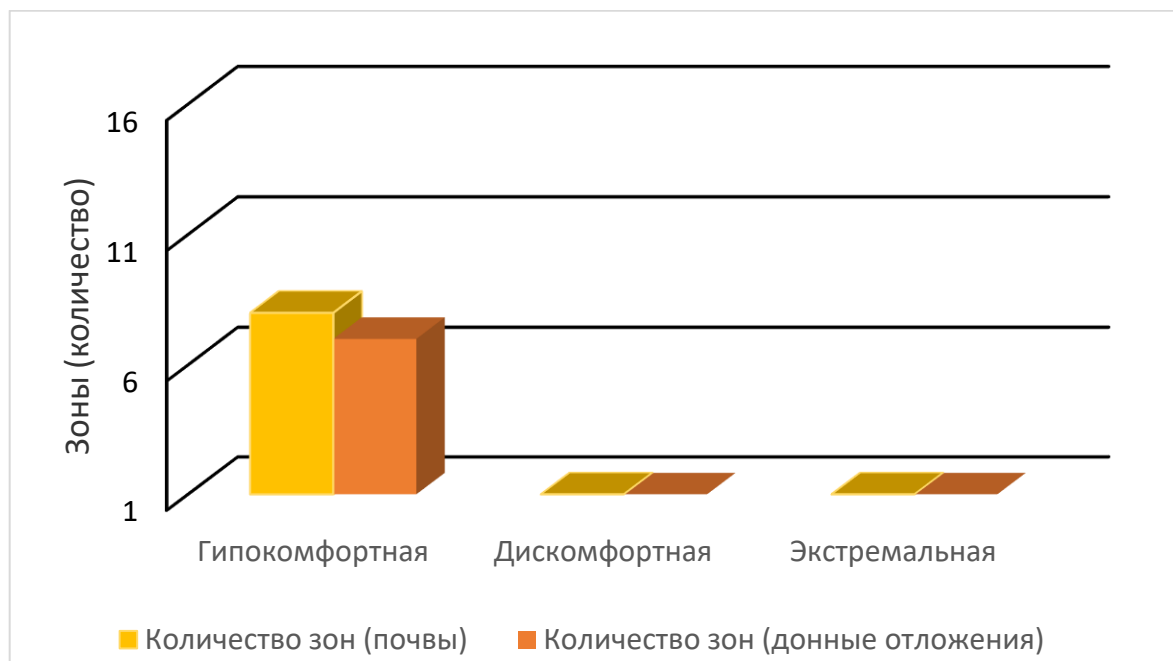


Рисунок 3.2 – Оценка степени комфортности среды обитания

По оценке состояния эколого-геологических систем [17], все зоны с загрязнением донных отложений относятся к умеренно опасному состоянию, среди зон по донным отложениям выявлено только умеренно опасное состояние ЭГС, по почвенным отложениям шесть зон относятся к умеренно опасному и две зоны к опасному состоянию ЭГС в соответствии с рисунком 3.3.

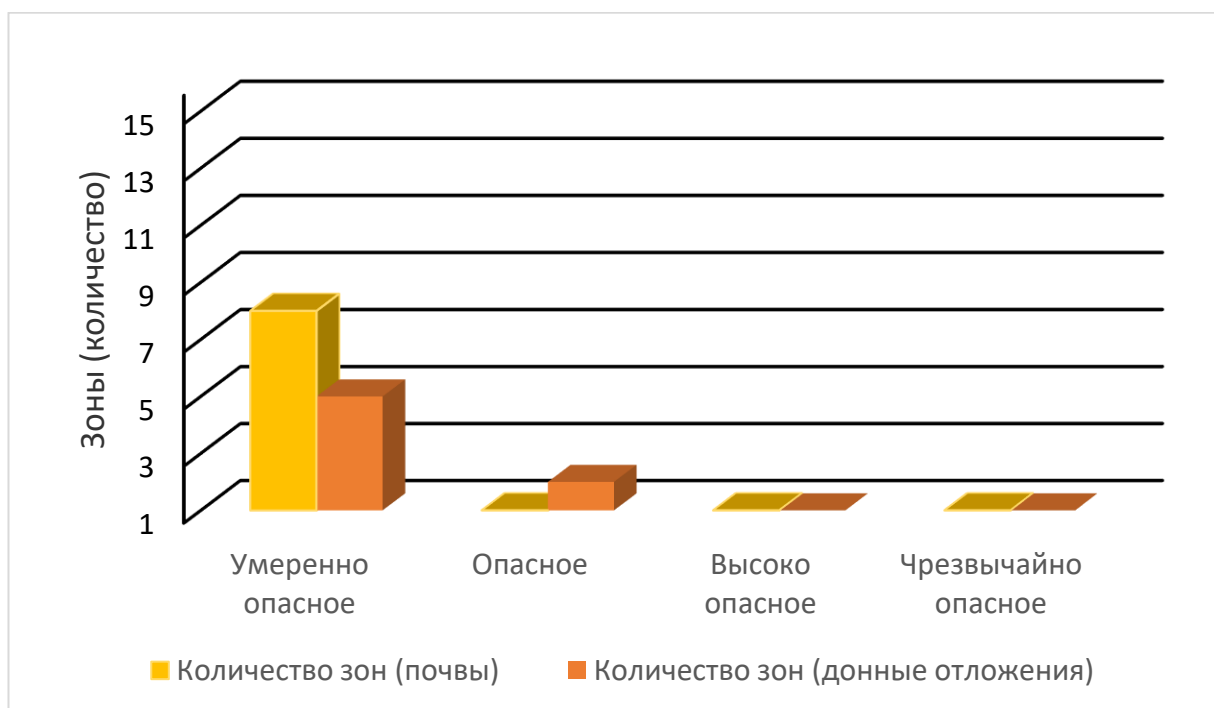


Рисунок 3.3 – Оценка состояния эколого-геологических систем (ЭГС)

Проведенная на основе имеющихся геохимических данных эколого-геохимическая оценка территории позволила установить, что для большей части территории, занятой природными неизменными тундровыми и горно-тундровыми ландшафтам и расчлененного и сглаженного низкогорья, характерно допустимое эколого-геохимическое состояние. Зоны с гипокомфортным эколого-геохимическим состоянием, в основном, связаны с формированием аномальных геохимических полей, обусловленных рудной минерализацией и приурочены к определенным геохимическим полям и узлам.

Зависимость выделенных территорий с рудогенными аномалиями прослеживаемся путем наложения зон неудовлетворительного состояния на участки геохимических ореолов золота, шеелита, киновари в соответствии с приложением Ж.



В монографии «Тяжелые металлы в экосистемах» [19] приведен ряд заключений, доказывающих угнетенность биосферы в зонах повышенного содержания химических элементов, относительно фоновых показателей территории. Признаками влияния зон рудоносности на окружающую биоту являются хлороз, нарушение обмена веществ, инактивация дыхания, замедление или прекращение деления клеток, уменьшение скорости поглощения воды. Накопление избыточного количества токсичных элементов негативно влияет на почвенные процессы, а именно: активизирует изменение физико-химических свойств почв, снижая биологическую активность.

Принимая во внимание, что суммарная площадь установленных зон загрязнения умеренно-опасного состояния составляет 336,1 км<sup>2</sup> или около 5% всей оцениваемой площади, а площади с опасной эколого-геохимической обстановкой занимают только 42 км<sup>2</sup>, или 0,6%, то на данном этапе исследований эколого-геохимическая обстановка территории оценивается в целом, как благоприятная.

В пределах установленных гипокомфортных зон не рекомендуется размещение жилых рекреационных зон.

### **3.1 Экологический мониторинг компонентов ЭГС территории Верхнеканчаланской площади**

Мониторинг состояния почв и донных отложения является одним из важнейших составляющих экологического мониторинга в целом. Перечисленные виды мониторинга направлены не только на выявление антропогенного загрязнения, но и на изучение естественного изменения состояния компонентов ЭГС [20].

В связи с тем, что территория исследования составляет 6655 км<sup>2</sup>, рационально использовать метод ключевых участков для проведения экологического мониторинга. Под ключевым участком понимается территория, которая характеризуется постоянно повторяющимся сочетанием условий рельефа и физико-химических показателей почв и донных отложений.

Каждому ключевому участку присваивается точка, на которой будет осуществляться стационарный экологический мониторинг донных отложений или почв. Помимо этого, с учетом розы ветров выбираются фоновые точки, служащие для выявления эталонных показателей состояния окружающей среды, при полном или частичном отсутствии как антропогенного, так и естественного загрязнения [21].

Среди параметров, контролируемых при проведении мониторинга почв и донных отложений, должны учитываться биохимические и педохимические показатели [22].

В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 [23] и методическими указаниями по осуществлению государственного мониторинга за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных [24] объектов составлена карта экологического мониторинга в соответствии с приложением К.

При наблюдении за уровнем эколого-геохимической динамики состояния почв и донных отложений необходимо иметь представление не только о степени изменения показателей в настоящее время, но и возможности прогнозирования процессов в будущем. Поэтому периодичность проведения экологического мониторинга должна осуществляться не реже одного раза в три года [24].

## Заключение

В результате проведенного исследования была достигнута основная цель работы – составлена эколого-геохимическая оценка территории Верхнеканчаланской площади Анадырского района Чукотского автономного округа по результатам отбора литолого-геохимических проб для последующего освоения территории.

Для реализации этой цели были решены следующие задачи:

1. Изучены эколого-геологические особенности территории, а именно: физико-географический очерк, стратиграфия и литология, тектоническая, неотектоническая и гидрогеологическая характеристики, растительный и животный мир, техногенная инфраструктура района исследования.

В эколого-геологическом отношении исследуемый район расположен в западном секторе Тихоокеанского подвижного пояса. В его пределах развиваются природные ландшафты, относящиеся к Тихоокеанской бореальной группе. Большую часть территории занимают низкогорные и среднегорные ландшафты Чукотского нагорья. Условия рассматриваемой территории сложны, и, как правило, не способствуют проведению хозяйственных работ. Среднегодовая температура минус 9 °С благоприятствует сохранению и развитию многолетней мерзлоты, которая оказывает влияние на рельеф и характер растительности. Район входит в зону умеренно-континентального климата с умеренно-суровой зимой и холодным летом. Рельеф района преимущественно сформирован в результате деятельности ледников, моря и эрозионно-денудационных процессов, равнинные озера обязаны своим происхождением процессам термокарста. Согласно Пыкарваамской серийной легенды Госгеолкарты – 200/1, на исследуемой территории из стратифицируемых образований выделены: породы условно девонского и ранне-среднекарбонового возраста Танюрерской СФЗ; позднеюрско-раннемеловые отложения Мургальско-Канчаланской СФЗ; ранне-позднемеловые отложения и позднемеловые отложения Амгуэмской СФЗ; палеоцен-эоценовые отложения Мургальско-Канчаланской СФЗ. Водоносные образования исследуемого участка разделяются на надмерзлотные, воды сквозных, редко межмерзлотных таликов и подмерзлотные водоносные горизонты.

Состояние растительного и животного мира угнетенное и обуславливается климатическими условиями территории. Площадь исследования, по общему сейсмическому районированию Северной Евразии входит в зону пятибалльной сейсмической, что позволяет вести строительство многоэтажных сооружений. Среди техногенных процессов, связанных с хозяйственной деятельностью и неблагоприятно воздействующих на природные ландшафты, а также негативно отражающихся на жизнедеятельности населения в регионе, выделяется открытая разработка месторождения Валунистый и организация хвостохранилищ на обогатительной фабрике рудника. В целом, эколого-геологическая обстановка оценивается как условно-благоприятная;

2. Рассмотрены основные методики подготовительных, полевых, аналитических работ

В подготовительный период осуществлялся сбор и анализ всех геохимических данных по территории исследования, получены данные по 55,5 тысяч литохимических проб по вторичным ореолам рассеяния

В полевом этапе отобраны 227 сколковых проб, 11467 литохимических проб по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:10 000.

При проведении аналитических работ полученные образцы проб проанализированы методом окислительного разложения в четырех кислотах с последующим определением 48 основных элементов методом атомно-эмиссионной спектроскопии;

3. Освоены методы камеральной обработки результатов полевых исследований. Проведена оценка качества аналитических данных и построена карта фактического материала. По полученным данным составлены эколого-геохимические карты для выявления зон загрязнения донных отложений и почв и выделены зоны неудовлетворительного эколого-геохимического состояния;

4. Составлена эколого-геохимическая оценка территории Верхнеканчаланской площади. В пределах листов Q-60-XV, XVI выделено 15 территорий неудовлетворительного состояния донных отложений и почв. Суммарная площадь загрязнения донных отложений составляет 172,4 км<sup>2</sup>, почв – 200,3 км<sup>2</sup>. По оценке

степени среды обитания, установлено, что все выделенные неудовлетворительные зоны относятся к гипокомфортной степени. По данным отложениям выявлено умеренно опасное состояние ЭГС всех неудовлетворительных зон, по почвенным отложениям шесть участков относятся к умеренно опасному и две зоны к опасному состоянию ЭГС.

Вероятным источником формирования гипокомфортных участков являются зоны рудной минерализации, такая зависимость выявлена путем наложения территорий неудовлетворительного состояния на участки геохимических ореолов золота, шеелита, киновари.

Площадь установленных зон загрязнения составляет 5,6% всей оцениваемой площади, на данном этапе исследований эколого-геохимическая обстановка территории оценивается в целом, как благоприятная.

В зонах с гипокомфортной степенью среды обитания не рекомендуется размещение жилых рекреационных зон в связи с опасным воздействием естественных областей повышенного содержания токсических химических элементов на показатели биосферы. Негативное фоновое загрязнение проявляется угнетением и отрицательным изменением состояния живых организмов.

## Список литературы

1. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых / ред. кол.: А. А. Барях и др. ; гл. ред. В. Н. Опарин ; учред. Сибирское отделение РАН, Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН. – Новосибирск : СО РАН, 2018. – № 2. – 199 с
2. Кокорин, А. Изменение климата: книга для учителей старших классов общеобразовательных учреждений : [12+] / А. Кокорин, Е. Смирнова, Д. Замолотчиков ; Всемирный фонд дикой природы (WWF). – Москва : Всемирный фонд дикой природы, 2013. – Выпуск 2. Регионы Дальнего Востока. – 235 с.
3. Богданович, К. И. Очерки Чукотского полуострова / К. И. Богданович. – Санкт-Петербург : Тип. А.С. Суворина, 1901. – 404 с.
4. Захаров В.А. Геологическая карта СССР масштаба 1: 200 000. Серия Анадырская. Лист Q-60-XV, XVI. Объяснительная записка. – Магадан, 1979. – 86 с.
5. Геология и геофизика / ред. кол.: В. С. Бабкин и др. ; гл. ред. В. М. Титов ; учред. Сибирское отделение РАН, Институт Гидродинамики им. М. А. Лаврентьева и др.. – Новосибирск : СО РАН, 2016. – Том 57, № 8. – 175 с.
6. Забродин, В. Ю. Разломная тектоника материковой части Дальнего Востока России / В. Ю. Забродин, О. В. Рыбас, Г. З. Гильманова. – Владивосток : Дальнаука, 2015. – 127 с.
7. Никаноров, А. М. Фундаментальные и прикладные проблемы гидрохимии и гидроэкологии : учебное пособие / А. М. Никаноров ; Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимический институт, Российская Академия Наук и др. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2015. – 572 с.
8. Сибирский экологический журнал / ред. кол.: М. И. Гладышев и др. ; гл. ред. Е. В. Банаев ; учред. Российская Академия Наук, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН и др.. – Новосибирск : СО РАН, 2015. – Том 22, № 1. – 175 с.

9. Стариков, Г. Ф. Леса Чукотки (Чукотский национальный округ и северная часть Корякского национального округа) / Г. Ф. Стариков, П. Н. Дьяконов. – Магадан : Областное книжное издательство, 1955. – 113 с.
10. Геология и геофизика / гл. ред. В. М. Титов ; Сибирское отделение Российской академии наук. – Новосибирск : СО РАН, 2019. – Том 60, № 11. – 147 с.
11. Федорян, А. В. Обследование и экологическая оценка территорий : учебное пособие : [12+] / А. В. Федорян. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 117 с
12. Салихов, В. А. Разведка и разработка полезных ископаемых : учебное пособие : [16+] / В. А. Салихов, В. А. Марченко. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 159 с.
13. Гиляров, А. М. Экология биосферы : учебное пособие : [16+] / А. М. Гиляров ; под общ. ред. Д. В. Карелина, Л. В. Полищук. – Москва : Московский Государственный Университет, 2016. – 160 с.
14. Геохимия окружающей среды : учебное пособие / сост. О. А. Поспелова ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2013. – 134 с.
15. Алексеенко, В. А. Геоботанические исследования для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых : учебное пособие / В. А. Алексеенко. – Москва : Логос, 2011. – 243 с.
16. Алексеенко, В. А. Металлы в окружающей среде: оценка эколого-геохимических измерений : [16+] / В. А. Алексеенко, А. В. Суворинов, Е. В. Власова. – Москва : Логос, 2011. – 215 с.
17. Геохимия окружающей среды : учебно-методическое пособие : [16+] / сост. Н. А. Копаева, Г. Ю. Андреева ; Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского. – Липецк : Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. – 59 с.
18. Михальчук, А. А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений : учебное пособие / А. А. Михальчук, Е. Г. Язиков ;

Министерство образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Томский государственный университет. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – Ч. III. Лабораторный практикум. – 200 с.

19. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. М42 Тяжелые металлы в экосистемах / Саратов: «Ракурс», 2017. – 178 с.

20. Околелова, А. А. Экологический мониторинг: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. А. Околелова, Г. С. Егорова ; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), 2014. – 116 с.

21. Шамраев, А. В. Экологический мониторинг и экспертиза : учебное пособие / А. В. Шамраев ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2014. – 141 с.

22. ГОСТ Р 58486-2019 Охрана природы (ССОП). Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния [Текст]. – Введ. 2021-01-01. – М. : Изд-во Стандартиформ, 2019. – II, 8 с.

23. СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы [Текст]. – Введ. 2003-06-15. – М. : Изд-во Минздрав, 2003. – 11 с.

24. Комплексный подход к организации и ведению экологического мониторинга : учебное пособие / С. А. Емельянов, Ю. А. Мандра, Е. Е. Степаненко и др. ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2015. – 52 с.



## **Список сокращений**

ВКР – выпускная квалификационная работа.

ГХО – государственное хозяйственное объединение.

ММП – многолетнемерзлые породы.

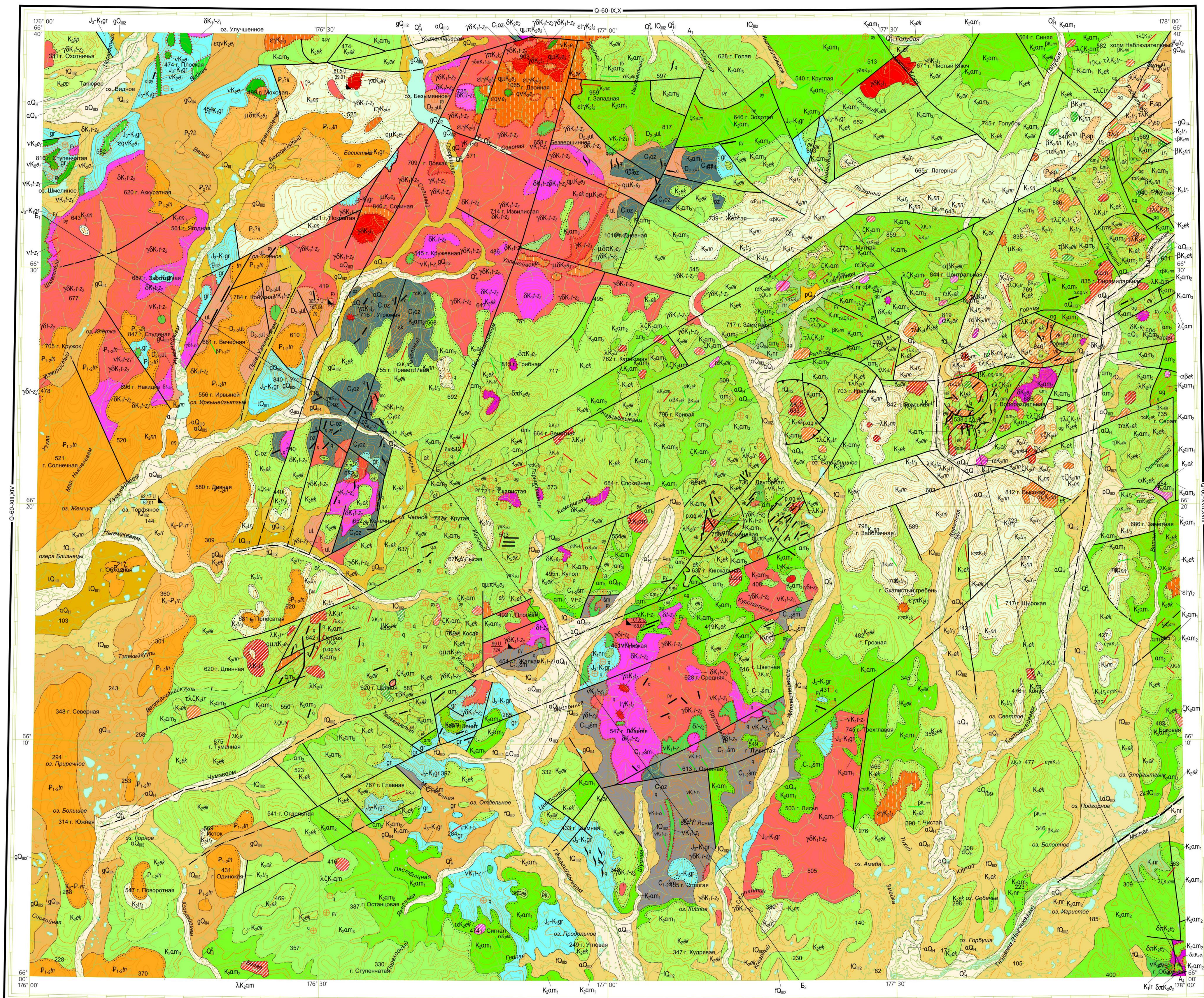
СанПиН – санитарные правила и нормы.

СПЗ – суммарный показатель загрязнения.

СФЗ – структурно-формационная зона.

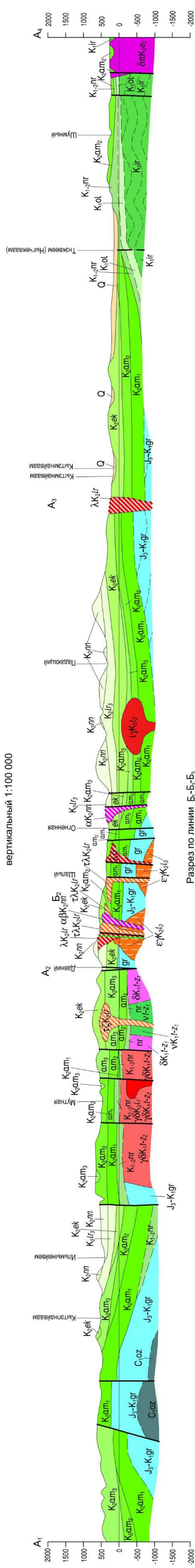
ЭГС – эколого-геологическая система.

# Приложение А. Геологическая карта северных и южных склонов М.Ш. Масштаб 1:200 000. Северный Т.О.А.др.

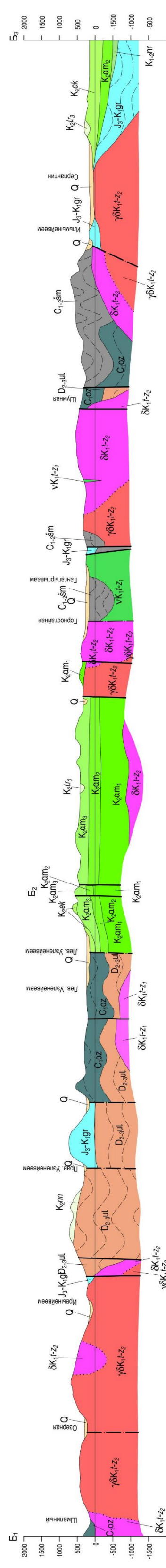


# Приложение 5. Геологические условия формирования и эволюции карстовых и карстово-тектонических формаций

Разрез по линии А<sub>1</sub>-А<sub>2</sub>-А<sub>3</sub>-А<sub>4</sub>  
Масштаб: горизонтальный 1:200 000  
вертикальный 1:100 000



Разрез по линии Б<sub>1</sub>-Б<sub>2</sub>-Б<sub>3</sub>  
Масштаб: горизонтальный 1:200 000  
вертикальный 1:100 000



Геодинамические комплексы Структурно-эволюционные этапы (восточная формация)	Пещеры-Золотоская островная дуга		Остаточные бассейны неясной геодинамической обстановки	Плутонические комплексы коллизионных зон	Вулкано-плутонические пояса		Вулканические обстановки
	Комплекс основания островной дуги	Междугорный бассейн			Восточно-Чуковский сектор ОЧВП	Преддуговая терраса ОЧВП	
ОЛИГОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВЫЙ	КС	МЕ	ОБ	КЗ	ВП	ПТ	МВ
ПАЛЕОЦЕН-ЭОЦЕНОВЫЙ					Турфо-терригенная Андацит-базальтовая		Молассовая песчано-галечная МВ
НИЖНЕ-ВЕРХНЕМЕЛОВЫЙ			Риолит-трахибазальт-базальтовая Риолит-трахириолитовая Базальт-трахиандезит-андезитовая	Диорит-гранодиоритовая Грамит-лейкогранитовая Габбро-диорит-монцитовая	Турфо-терригенная Диорит-гранодиоритовая Грамит-лейкогранитовая Габбро-диорит-монцитовая		
НИЖНЕМЕЛОВЫЙ				Габбро-диорит-гранитовая	Дашит-риолитовая Андрезитовая		
ВЕРХНЕОРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫЙ		Вулканогенно-терригенная	Песчано-коллоидовая				
ПАЛЕОЗОЙСКИЙ	Вулкано-тектоническая терригенная						

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Разрывные нарушения:**
- Разломы достоверные, выходящие на картографированную поверхность
  - Разломы-отражения вулкано-тектонических формаций, выходящие на картографированную поверхность
- Границы формаций:**
- Границы структурно-вещественных комплексов (наблюдены)
  - Границы формаций, конкордных геологических тел и их ассоциаций (наблюдены)
  - Границы структурно-вещественных комплексов (предположены)
- Главные структуры и их номера**
- Ориентированные структуры:
- 1- Длинная
  - 2- Косая
  - 3- Верхнетанайский
  - 4- Сивильский
  - 5- Оленьинский
  - 6- Ильинский
  - 7- Троицкий
- Вулкано-тектонические структуры:
- 13- Сранская
  - 14- Булунская
  - 15- Жилинская
  - 20- Шахская
  - 21- Мокшанская
- Интрузивно-купольные структуры:
- 1- Интрузивные массивы и их номера
  - 2- Косая
  - 3- Верхнетанайский
  - 4- Сивильский
  - 5- Оленьинский
  - 6- Ильинский
  - 7- Троицкий

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА

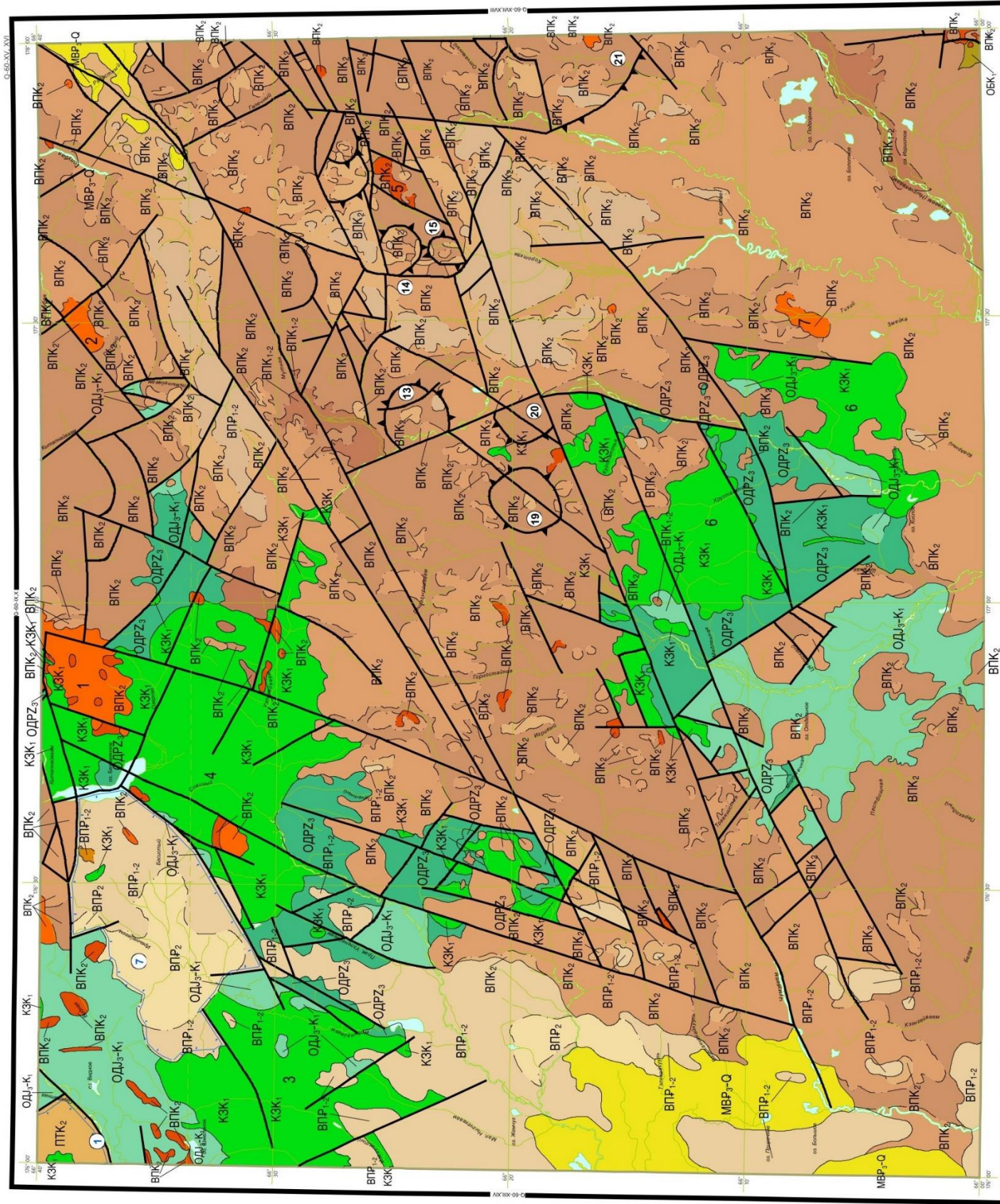
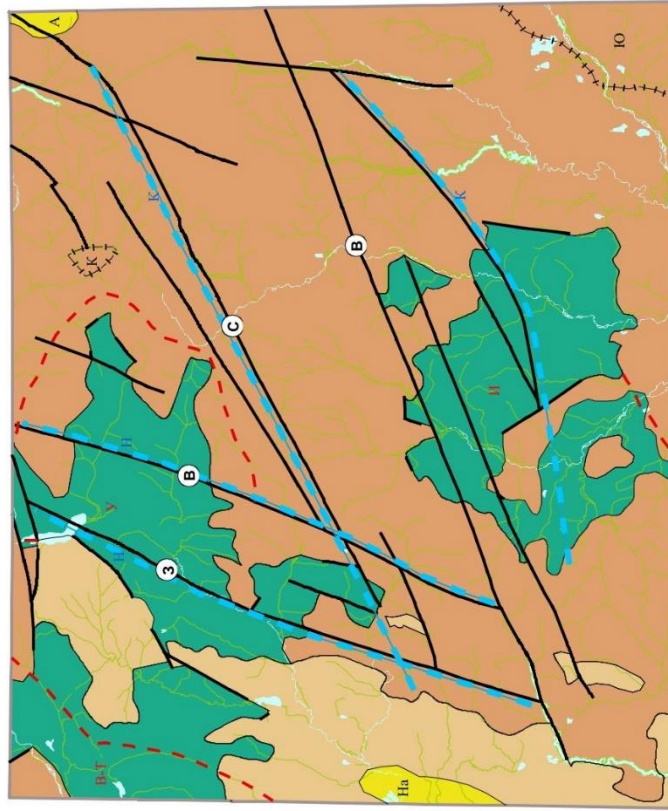


СХЕМА ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

КОРЯККО-КАМЧАТСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ  
Кони-Танорская складчатая система  
Пекульней-Золоторская складчатая зона

Охотско-Чукотский вулканогенный пояс  
Амгузская вулканическая зона

Анадырско-Бристольский вулканогенный пояс

Неотектонические впадины:  
А-Амгузская; Н-Нижнеанадырская

Магматогенные поднятия

Зоны разломов:  
Н-Ныгчеваамская, К-Канчаланская

Границы горстов:  
Ю-Южный, К-Кытапнайваамский

Границы вещественно-структурных комплексов (наблюдаемые)

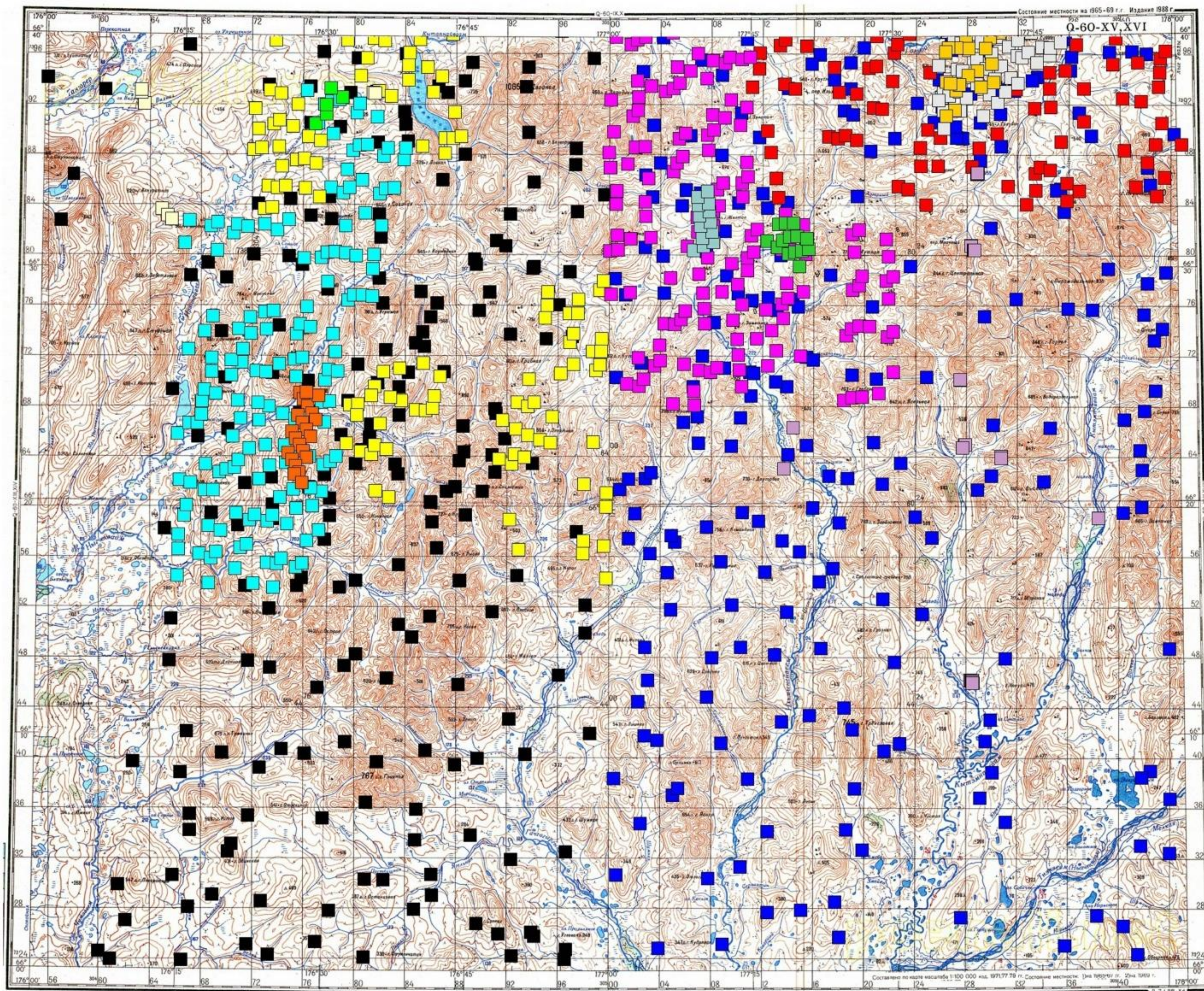
Разломы-ограничения вулкано-тектонических структур

Главные разломы:

- С-Северный
- Ю-Южный
- З-Западный
- В-Восточный



Приложение 7. Картограмма осмотров Верхнего ойтона Андрысрой и Чусовского округа Мисаб 2000



Условные обозначения:

Площадки отбора проб

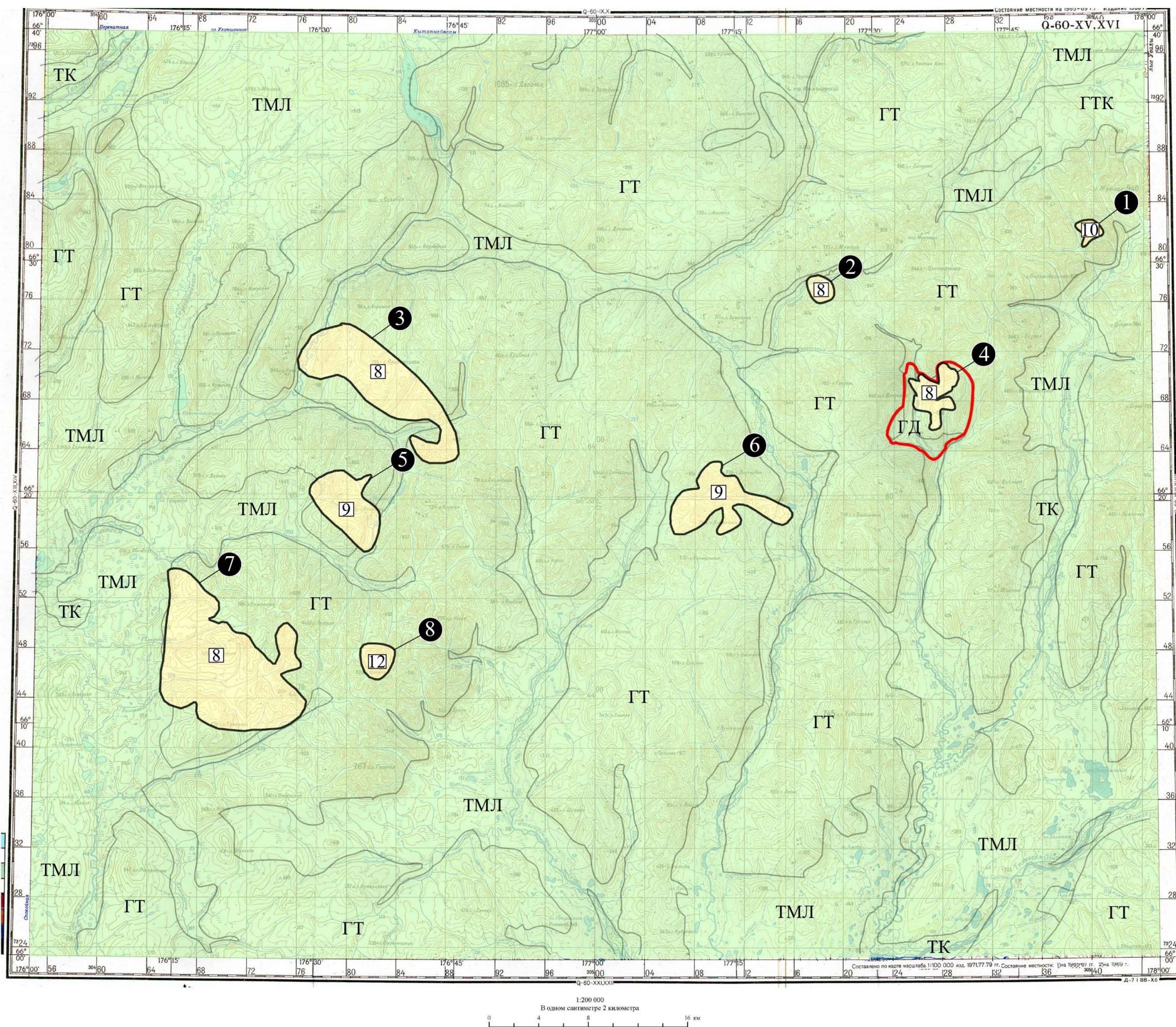
- Канчаланское ГХО 2010-2011 г.г. - 3042 пробы
- Канчаланское ГХО 2011-2012 г.г. - 3986 пробы
- Осеннее ГХО 2013 г. - 9168 пробы
- Осеннее ГХО 2013 г. - 9790 пробы

- Осеннее ГХО 2015 г. - 4368 пробы
- Осеннее ГХО 2016 г. - 2146 пробы
- Жильный отряд 2013-2014 г.г. - 2589 пробы
- Жильный отряд 2015-2016 г.г. - 2753 пробы




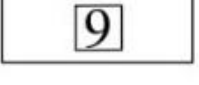


- Короткая партия 2013-2014 г.г. - 23469 пробы
- Жильный отряд 2014-2015 г.г. - 10052 пробы
- Канчаланское ГХО 2014-2016 г.г. - 5501 пробы

- Валунистая партия 2020 г.г. - 11467 пробы
- Верхнеканчаланская партия 2020 г. - 138 пробы
- Верхнеканчаланская партия 2020 г. - 89 пробы

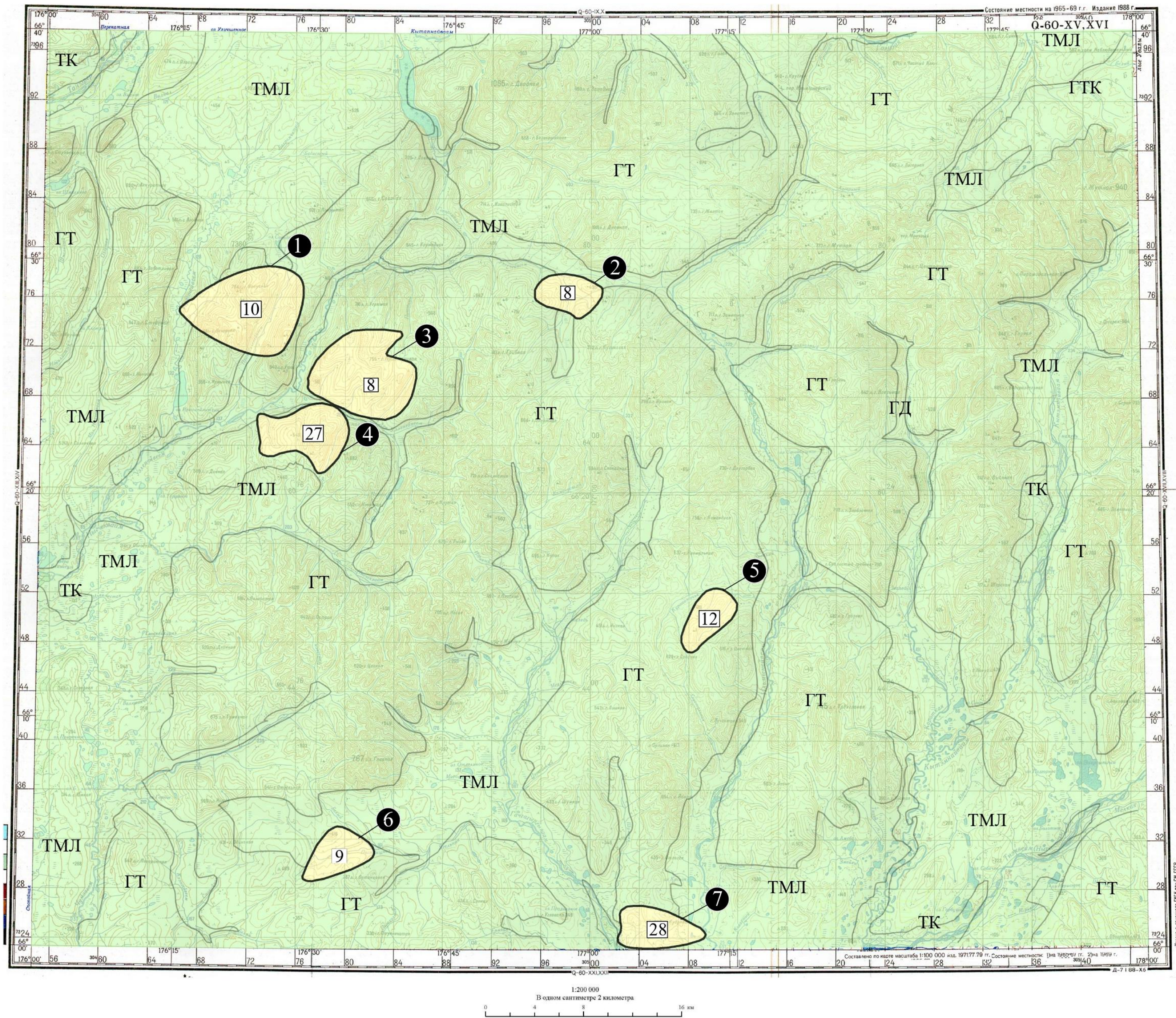
Проект Картограммы экологической обстановки в районе добычи и обогащения полезных ископаемых на территории М. № 612000



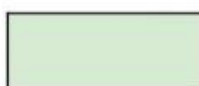
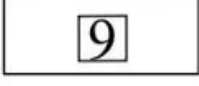
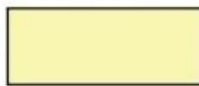


Условные обозначения:

- |   |  |
|---|--|
| 1.  Территория с комфортной степенью жизнедеятельности     | 4.  Номер зоны гипоконфортного состояния  |
| 2.  Территория с гипоконфортной степенью жизнедеятельности | 5.  Показатель суммарного показателя загрязнения  |
| 3.  Рудник Валунистый и прилегающая к нему территория      | 6.  Тип ландшафта: ТМЛ - тундровый мохово-лишайниковый, ТК - тундровый кустарниковый, ГТ - горно-тундровый, ГТК - горно-тундровый каменистый, ГД - горно-добывающий |

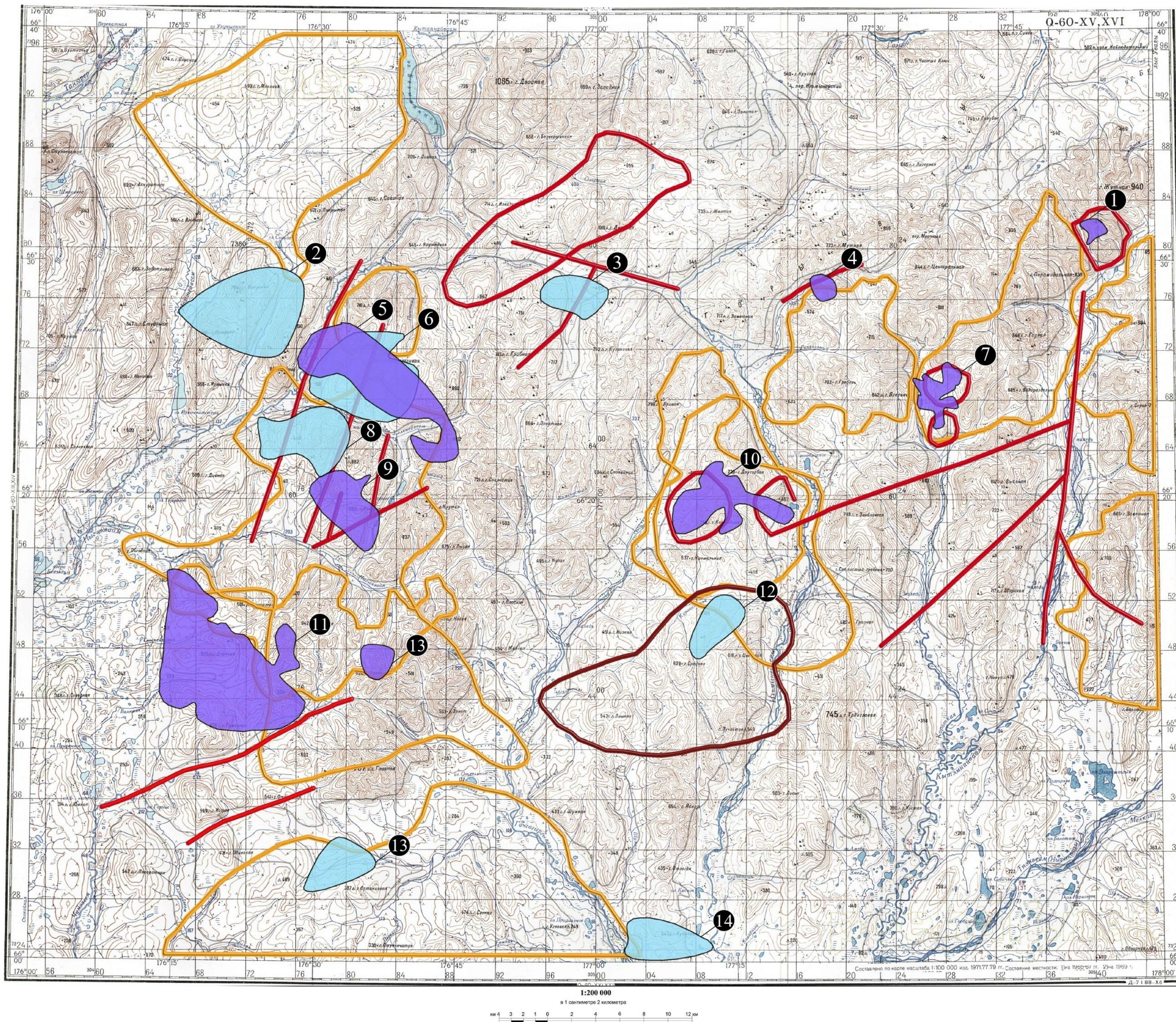
# Приложение К. Картограмма экологического мониторинга биогенного ландшафта М 1:20000









## Условные обозначения:

- |    |   |  |    |   |   |
|----|---|--|----|---|---|
| 1. |  | Территория с комфортной степенью жизнедеятельности     | 4. |  | Показатель суммарного показателя загрязнения  |
| 2. |  | Территория с гипокомфортной степенью жизнедеятельности | 5. |  | Тип ландшафта: ТМЛ - тундровый мохово-лишайниковый, ТК - тундровый кустарниковый, ГТ - горно-тундровый, ГТК - горно-тундровый каменистый, ГД - горно-добывающий |
| 3. |  | Номер зоны гипокомфортного состояния                   |    |   |   |

# Приложение Карусеньский район изникморфосостояния и зон ЭСВ вана и олоци Мс 1:20000

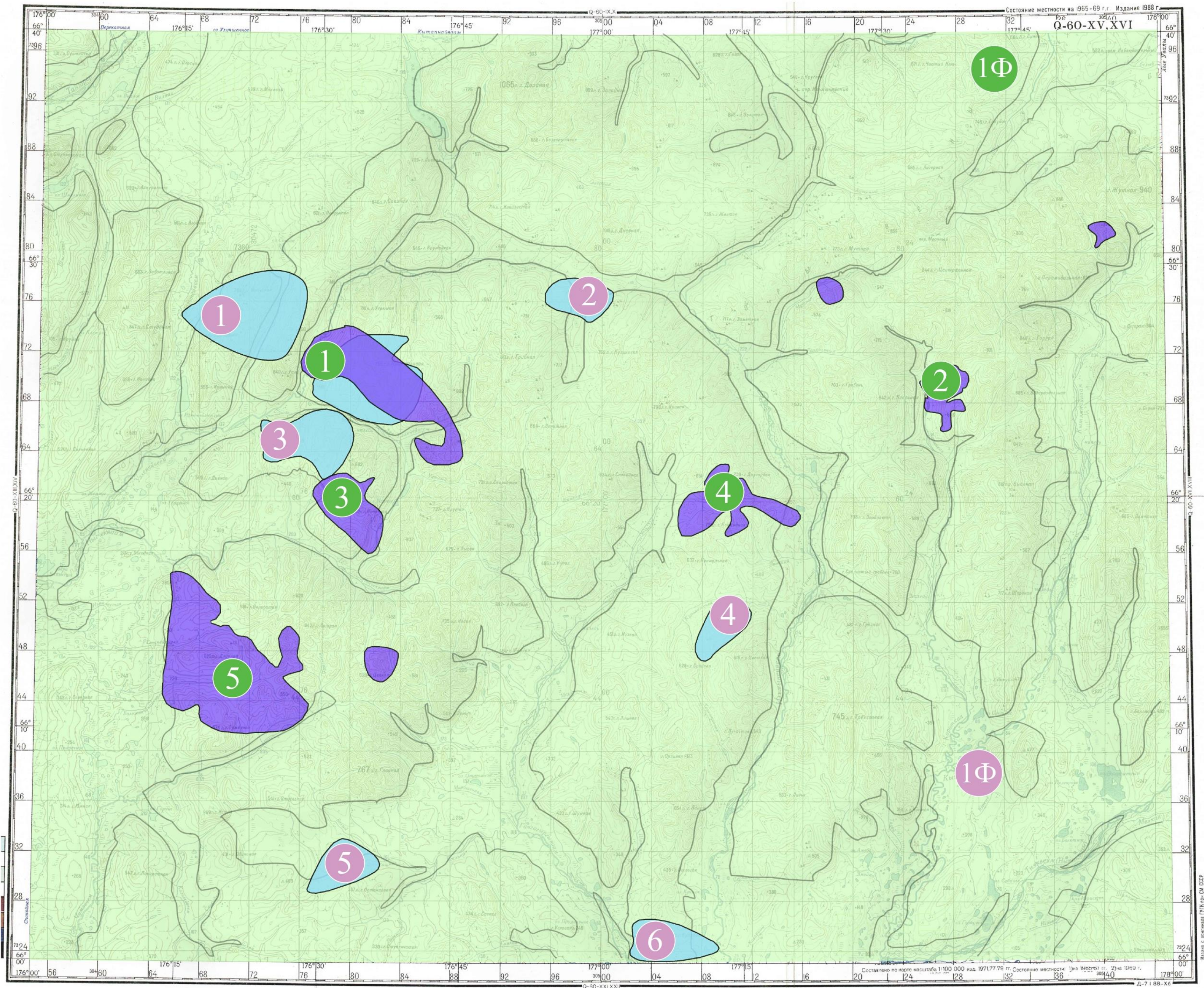


## Условные обозначения:

- |    |   |   |    |   |                               |
|----|---|---|----|---|-------------------------------|
| 1. |  | Зоны гипокомфортного состояния по донным отложениям | 4. |  | Геохимические ореолы золота   |
| 2. |  | Зоны гипокомфортного состояния по почвам            | 5. |  | Геохимические ореолы киновари |
| 3. |  | Номер зоны гипокомфортного состояния                | 6. |  | Геохимические ореолы шеелита  |



# Приложение К Карта оценки экологического состояния в ЭСВ в районе о.Итои Масштаб 1:200000



## Условные обозначения:

- |    |   |   |    |   |   |
|----|---|---|----|---|---|
| 1. |  | Зоны гипокомфортного состояния по донным отложениям               | 5. |  | Фоновая точка экологического мониторинга состояния донных отложений |
| 2. |  | Зоны гипокомфортного состояния по почвам                          | 6. |  | Номер точки экологического мониторинга состояния почв               |
| 3. |  | Зоны допустимого состояния компонентов ЭГС                        | 7. |  | Фоновая точка экологического мониторинга состояния почв             |
| 4. |  | Номер точки экологического мониторинга состояния донных отложений |    |   |   |