

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет инженерно-физический  
Кафедра геологии и природопользования  
Специальность 21.05.02 – Прикладная геология

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
И.о. заведующего кафедрой  
\_\_\_\_\_ Д.В. Юсупов  
«25» июня 2022 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

на тему: Эколого-геохимическая оценка территории листа N-52-VI (Амурская область, Хабаровский край)

Исполнитель  
студент группы 715-ос \_\_\_\_\_ Л.А. Чолоян

Руководитель  
профессор, д.г.-м.н. \_\_\_\_\_ И.В. Бучко

Нормоконтроль  
ст. преподаватель \_\_\_\_\_ С.М. Авраменко

Рецензент \_\_\_\_\_ Р.А. Улуханов

Благовещенск 2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Инженерно-физический факультет  
Кафедра геологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ Д.В. Юсупов  
«25» июня 2022 г.

**ЗАДАНИЕ**

К выпускному квалификационной работе студента Чолоян Людмилы Анатольевны

1. Тема дипломной работы – Эколого-геохимическая оценка территории листа N-52-VI (Амурская область, Хабаровский край)

(утверждено приказом от 15.03.2022 №506-уч)

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: 16.06.2022

3. Исходные данные к дипломному проекту: опубликованная литература, фондовые материалы, нормативные документы

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов): общая часть, геологическая часть, методическая часть, статистическая обработка, камеральная обработка, анализ и обсуждение

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.):

2 рисунка, 2 графических приложения, 28 библиографических источников и 55 страниц печатного текста

6. Консультанты по дипломному проекту (с указанием относящихся к ним разделов): общая, геологическая, методическая и производственная части – Д.В. Юсупов; экономическая часть – И.В. Бучко; безопасность и экологичность – Т.В. Кезина

7. Дата выдачи задания: 27.12.2021

Руководитель дипломного проекта: Бучко Инна Владимировна, профессор

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата) 27.12.2021

\_\_\_\_\_   
подпись студента

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 56 страниц печатного текста, 2 рисунка, 2 графических приложения и 28 литературных источников.

ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОЧЕРК, СТРАТИГРАФИЯ, МАГМАТИЗМ, ТЕКТОНИКА, ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ, МЕТОДИКА РАБОТ.

Приведены основные сведения о районе работ; краткие сведения о геологическом строении и полезных ископаемых района, а также методика проводимых работ, необходимая для дальнейших расчётов

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

БЛ - Буровая линия

БУ – Буровая установка

ГРР – Геолого-разведочные работы

ГСМ – Горюче-смазочные материалы

МПИ – Месторождение полезных ископаемых

ДФО – Дальневосточный Федеральный Округ

ПДК – предельно-допустимые концентрации

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Общая часть	6
1.1 Геолого-экономическая характеристика района	6
1.2 История геологических исследований района	9
2 Геологическая часть	13
2.1 Геологическое строение района	13
2.1.1 Стратиграфия	13
2.1.2 Магматизм	18
2.1.3 Тектоника	23
2.1.4 Полезные ископаемые района	30
3 Методическая часть	37
3.1 Донное опробование	37
3.2 Радиометрия	38
3.3 Создание эколого-геохимической карты	42
4 Интерпретация эколого-геохимической карты	47
Заключение	49
Библиографический список	52

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность:** Эколого–геохимическое состояние территории показывает наличие и распределение зон неудовлетворительного экологического состояния.

Карта позволяет решать следующие задачи:

- оценить степень загрязнения компонентов ПГС с выделением территорий с неудовлетворительным эколого–геохимическим состоянием;
- выявить источники загрязнения, определить их природу.

**Цель:** Оценка эколого–геохимического состояния территории ГХО–200

**Задачи:**

- 1) Собрать имеющуюся информацию о участке работ (материалы предшественников);
- 2) Провести статистическую и программную обработку результатов данных радиометрии и донного опробования;
- 3) Выделить и оконтурить ареалы химического загрязнения компонентов ПГС токсичными элементами и соединениями, установить его структуру и состав

## 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Географо-экономические условия проведения работ

Лист N-52-VI расположен в координатах: 55°20' - 56°00' с. ш. и 131°00' - 132°00' в. д [11]. В административном отношении он входит в состав Дальневосточного федерального округа РФ и находится на территориях Амурской области и Хабаровского края. Общая площадь листа – 4670,9 км<sup>2</sup>.

Площадь работ расположена в пределах Станового хребта и его отрогов, протянувшегося в субширотном направлении и разделяющего листы на практически равные части. Рельеф осевой части хребта и отрогов – альпинотипный: скалистые вершины, крутые склоны (до 30-40°), многочисленные скальные гребни и цирки ледникового происхождения. Абсолютные высоты достигают 2132 м (г. Дёсс), глубина эрозионного вреза – до 1000 м. На общем фоне резкорасчленённого средне - высокогорного рельефа выделяются относительно пониженные участки: южная часть Токинской впадины (на северной части площади) и долины рек Аюмкан, Кун-Маньё, - с абсолютными отметками порядка 900-1200 м. Южная и северо-восточная части описываемой площади представляют собой слабо расчленённое среднегорье с широкими залесёнными водоразделами и пологими склонами. Абсолютные отметки на юге варьируют от 1300 до 1700 м, на северо-востоке (Алданский щит) – до 1950 м [12].

Разветвлённая гидросеть района принадлежит трём речным бассейнам - Ленскому, Амурскому и Удскому. К Ленскому бассейну относятся реки Саргаканда, Идюм и Дёсс, дренирующие северную часть листа. В верховьях эти реки имеют узкие каньонообразные долины, врезанные в расширенные трюги, течение бурное, порожистое со скоростью до 2 м/сек. За пределами горного участка долины рек резко расширяются, течение становится более спокойным.

Реки юго-западной части территории относятся к бассейну р. Амур. Наиболее значимыми из них являются реки Купури и Бол. Мутюки, представленные своими верховьями.

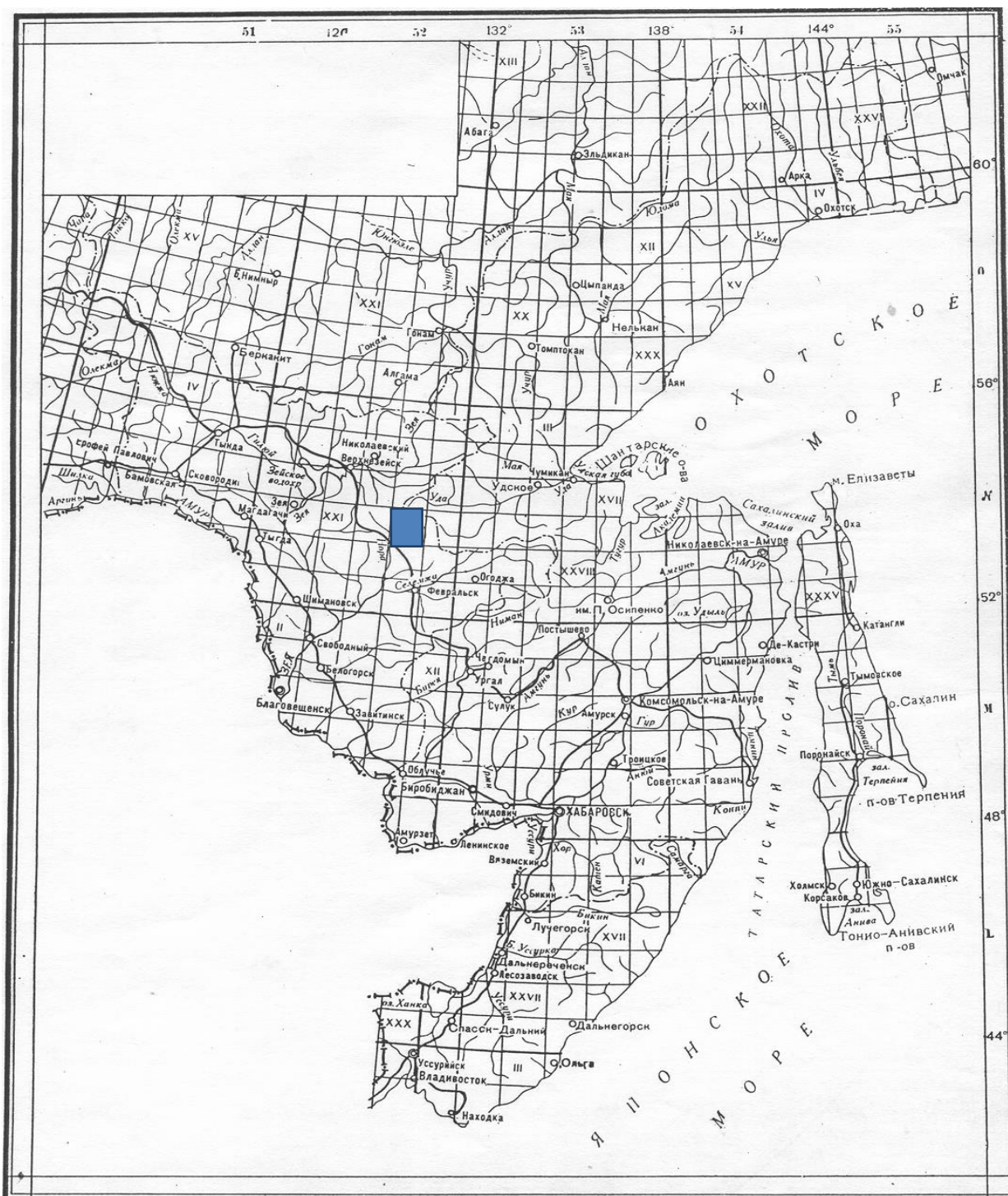


Рисунок 1 - Обзорная карта, масштаб 1:10 000 000

Юго-восточная часть площади, отделённая Становым хребтом и хребтом Джугдыр, относится к Удскому бассейну с наиболее крупным водотоком –



р. Мая, образованной слиянием рек Аюмкан и Кун-Маньё [13]. Её притоки имеют типичный горный характер. В среднем и нижнем течении долина р. Аюмкан заболочена, однако скорость течения составляет 1,6 м/сек. Долина реки Май представляет собой каньон с многочисленными врезанными меандрами. Ширина русла достигает 150-200 м, глубина – до 8-10 м. Скорость течения – 1,7 м/сек.

Все реки района отличаются неравномерным стоком, связанным с режимом питания: помимо весеннего половодья, наблюдаются летние паводки, связанные с обильными продолжительными дождями. Уровень воды поднимается до 2-4 м. В зимнее время мелкие водотоки полностью перемерзают. В высокогорной части площади имеются озёра ледникового происхождения. В северной части площади много озёр, из которых наиболее крупные - Сугджар и Нерунда.

Климат района резко континентальный. Он характеризуется суровой малоснежной зимой продолжительностью до 7 месяцев и коротким (3 месяца) тёплым и дождливым летом. Среднегодовое количество осадков в районе достигает 629 мм, причём большая часть из них (до 80%) приходится на летние месяцы (июнь, июль, август). Среднегодовая температура воздуха равна -3,5°С. Минимальная температура (январь) -50-60°С, максимальная (июль) +23°.

Горный характер рельефа обуславливает четко выраженную вертикальную зональность в распространении растительности. В долинах рек произрастают смешанные леса из лиственницы, березы, ольхи, рябины, чозения и тополя. До высоты 1400 м преобладают лиственничные леса с подлеском из осины, березы, стланика, от 1400 м до 1600 м господствует кедровый стланик, верхний (гольцовый) пояс представляет собой каменистую лишайниково-моховую тундру. На расширенных участках речных долин встречаются сильно заболоченные площади, покрытые травянисто-кустарниковой растительностью. На открытых участках водоразделов и склонов произрастает брусника, в долинах – голубика, жимолость, смородина, клюква, морошка.

Экономически район не освоен. Ближайший населённый пункт - посёлок Эльга располагается в 120 км к северо-западу от площади листа. В 20 км к юго-востоку от листа предполагается строительство горно-обогатительного комплекса на базе месторождения «Кун-Маньё» с прокладкой автодороги от села Бомнак (150 км от южной рамки листа) [13].

На участке работ дороги отсутствуют. Территорию листа пересекает несколько пешеходных (оленьих) троп. Возможно передвижение на вездеходной технике в зимнее время по зимникам, проложенным по рекам Купури, Аюмкан и Мая.

Население района представлено общинами коренных малочисленных народов, не имеющих постоянных поселений. Родовая община эвенков «Тайга», базирующаяся в пос. Бомнак, осуществляет на площади выпас домашних оленей и ведение охотничьего промысла.

Для защиты от внешнего воздействия уникальной по ландшафтно-биологическим характеристикам местности в 2010-2020 гг. создан Токинский национальный парк. Организованный в 2010 г. при поддержке Всемирного фонда дикой природы в качестве заказника, он, после экспедиции Русского географического общества в 2018 г., с 2020 года приобрёл статус национального парка.

## **1.2 История геологических исследований района**

Геохимическая изученность территории листа крайне неравномерна. Основной объём геологосъёмочных и поисковых работ в пределах листа N-52-VI осуществлён в 50-60-х годах прошлого века. Среднемасштабное картирование завершено в 1964 г., когда карта масштаба 1:200 000 была утверждена НРС ВСЕГЕИ [15]. Год издания материалов съёмки листа N-52-VI: геологическая карта и карта полезных ископаемых с объяснительной запиской – 1964 г. Карта составлена Г. Б. Гиммельфарбом по полевым материалам, полученным им в 1959-1960 гг [15]. Все геологосъёмочные маршруты сопровождалось литохимическим (металлометрическим) опробованием с

шагом 800-1000 м. Сеть металлометрического опробования сгущалась на участках, благоприятных для поиска полезных ископаемых. На всех выявленных проявлениях проводилось детальное профильное литохимическое опробование и сколковое опробование по сети. Пробы подвергались полуколичественному спектральному анализу на 26 элементов и золото. В результате проведённых работ были обнаружены проявления каменного угля, коренного золота, полиметаллических и железных руд, молибдена, урана, пункты редкоземельной минерализации. Данные геохимических поисков вынесены на соответствующие карты и планы участков, но архивные первичные материалы литохимических поисков за давностью лет и в результате многочисленных структурных преобразований не сохранились.

Все последующие геохимические работы проведены лишь в южной части листа, на территории Амурской области.

В 1981-1986 гг. южная половина листа была покрыта аэрофотогеологическим картированием масштаба 1:50 000 [19]. В ходе проведённых работ были установлены геохимические особенности пород различных геологических комплексов исследованной территории. Геохимические группы формировались не менее чем из 15-20 проб однотипных пород, неизменённых или в одинаковой степени проработанных метасоматическими процессами. Каждая проба составлялась из 5-10 сколков весом 150-200 г. Пробы истирались до 0,04 мм и подвергались полуколичественному спектральному анализу на 35 элементов. Все пробы анализировались на одном приборе ДФС-13 одним и тем же исполнителем. Для выделения связей внутри выделенных геохимических групп и их комплексов был применён метод многократной корреляции. Результатом расчёта явились геохимические формулы, указывающие на корреляцию химических элементов. По литохимическому опробованию по методике А. П. Соловова произведена количественная оценка перспектив территории на полезные ископаемые.

В южной части площади, в пределах Амурской области, проведена литохимическая съёмка масштаба 1:200 000 по потокам рассеяния с шагом опробования 500 м [18]. Пробы подвергались полуколичественному спектральному анализу на 36 элементов и золото. Была установлена система аномальных градаций содержаний элементов в донных осадках, которая учитывала как геохимический фон элементов, так и аномальные значения элементов для известных рудных объектов. При проведении литохимической съёмки были выявлены контрастные потоки никеля, меди, платины и палладия, а также единичные пункты минерализации платины и меди. Оконтурен ряд аномальных геохимических узлов в ранге рудных узлов, перспективных на поиски золота, свинца, цинка, молибдена, вольфрама, висмута и иттрия. В осевой части Станового хребта установлена крупная геохимическая аномалия элементов группы железа: титана, ванадия, хрома, марганца, никеля, кобальта, меди и фосфора. Её наличие связывалось с выходами архейских кристаллосланцев [27]. Проведены поисковые работы на золото на участках Инарогда, Иковка и Караялах.

Территория листа охвачена геолого-экологическими работами масштаба 1:1 000 000, проведёнными на территории Амурской области. Проведена типизация ландшафтов и их геологической основы. Определены фоновые концентрации элементов-загрязнителей 1-3 классов опасности для Становой складчато-блоковой системы и предельно допустимые концентрации элементов в водных потоках и почвах. Оценено экологическое состояние геологической среды. В связи с крайней удалённостью и необжитостью территории более детальные эколого-геохимические работы на территории не проводились [20].

В 2000 г. были завершены тематические работы по созданию геохимического атласа северной части Амурской области, проведённые в масштабе 1:500 000 [28]. Они базировались на результатах литохимической съёмки масштаба 1:200 000 по потокам рассеяния, которой на тот период был охвачен весь север Приамурья. В результате проведённых исследований была

составлена база данных литохимического опробования по потокам рассеяния на электронных носителях. Установлены закономерности состава и строения аномальных геохимических полей, в частности, впервые выделена объёмная геохимическая зональность. Разработана методика прогнозно-геохимических построений: выделены структурные и концентрационные геохимические признаки рудогенных систем; разработаны способы их геометризации; разработан алгоритм геохимического прогноза. С использованием методики осуществлена прогнозно-геохимическая оценка Северного Приамурья. В пределах картируемой площади по геохимическим данным оконтурен Купуринский золото-платиново-молибденоворудный аномальный геохимический район (АГР) в ранге потенциального рудного района (ПРР), характеризующийся высоким значением коэффициента рудоносности. В его контуре по структурным геохимическим признакам на площади листа N-52-VI выделяется Верхнекупуринский золото-полиметалльно-молибденоворудный аномальный геохимический узел (АГУ) в ранге потенциального рудного узла (ПРУ) с рядом аномальных геохимических полей (АГП), специализированных на следующие металлы: Анегия – золото, серебро, полиметаллы, молибден; Амнус – золото, медь, цинк; Анисьенское – золото; Иковское – золото, серебро, медь, молибден, вольфрам; Ноль – золото, серебро, цинк, висмут, вольфрам; Пакчи – золото, цинк [26].

## 2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Геологическое строение участка

#### 2.1.1 Стратиграфия

На территории листа картируются терригенные отложения учурской серии, омахтинской свиты (нижний рифей) и беркакитской (верхняя юра) свит; вулканогенные биранжинская и иковкинская толщи (нижний мел, апт-альб) и окононская (эоплейстоцен-средний квартал) свиты; аллювиальные, озёрные и ледниковые отложения квартала [13].

#### **Мезозойская эратема**

#### **Юрская система**

#### ***Верхний отдел***

*Беркакитская свита* ( $J_3bk$ ) образует разрозненные выходы в южной части Токинской впадины, в междуречьях Десс – Идюм - Худуркан - Утук. Свита представлена песчаниками, алевролитами с прослоями углистых аргиллитов, линзами каменных углей (до 0,2 м) и конгломератов. Мощность свиты – до 450 м. Песчаники мелко- и среднезернистые полимиктовые или аркозовые, массивные или грубослоистые, изредка – косослоистые. Свита относится к угленосной лимнической формации. Севернее рассматриваемой территории к ней приурочено Эльгинское месторождение каменных углей.

#### **Меловая система**

#### ***Нижний отдел***

#### ***Аптский и альбский ярусы***

*Биранжинская толща* ( $K_1br$ ) слагает Пакчинское вулканическое поле (ВП) в юго-западной части листа N-52-VI и нижнюю часть Иковкинского ВП в юго-восточной части листа. Толща выделена в легенде Джугджурской серии [16].

*Пакчинское ВП* расположено в междуречье рек Пакчи и Бол. Мутюки. В рельефе оно выражено изолированной горной грядой с альпийским рельефом.

Поле обладает трёхчленным делением эффузивно-пирокластических фаций и вмещает несколько жерловин и экструзий. Снизу вверх прослеживаются: 1) туфы андезитов и дациандезитов, туффиты, туфопесчаники, фангломераты; 2) дациты, риодациты, реже – дациандезиты, их лавобрекчии, игнимбриты.

В Иковкинском ВП нижние потоки представлены андезибазальтами, андезитами, дациандезитами, их туфами и лавобрекчиями, туффитами, туфопесчаниками, фангломератами. Мощность толщи доходит до 400 м. Контакты вулканитов с подстилающими архейскими образованиями преимущественно тектонические. Налегание на них несогласное под углами 5-40°. Экзоконтакты вулканического поля интенсивно сульфидизированы. К ним приурочены проявления золота, молибдена и полиметаллов.

***Иковкинская толща*** ( $K_{1ik}$ )слагает Иковкинское вулканическое поле (ВП) в юго-восточной части листа. Толща выделена в легенде Джугджурской серии. Ряд исследователей сопоставляет вулканиты толщи с бомнакской свитой [16].

*Иковкинское ВП* расположено в верховьях р. Иковка. В рельефе ему отвечает депрессия с высотными отметками 1200-1400 м и группами сильно расчленённых сопок с превышениями до 250 м. В пределах проектируемой площади поле обладает двучленным делением эффузивно-пирокластических фаций и вмещает несколько жерловин и экструзий. В составе толщи отмечены риодациты, риолиты, их лавобрекчии. Контакты вулканитов с подстилающими архейскими образованиями преимущественно тектонические, по кольцевым разломам. Общее падение бомнакской свиты на юго-запад под углами 10-30°. Отмечается несогласное налегание вулканитов на гранодиориты удско-зейского комплекса. Мощность толщи доходит до 250 м. С вулканитами толщи связаны окварцевание и сульфидизация.

### **Кайнозойская эратема**

#### **Четвертичная система (квартер)**

Четвертичные образования представлены ледниковыми моренами двух возрастных уровней и аллювием речных террас и пойм. Кроме того, при

картировании масштаба 1:50000 [19] выделяются гляциофлювиальные, лимнические, лимнопалюстринные, пролювиальные, коллювиальные и делювиально-солифлюкционные образования. Возраст всех четвертичных отложений определён палинологическим методом.

### ***Неоплейстоценовый раздел***

#### *Среднее звено*

*Аллювий высоких террас* ( $aQ_{II}$ ) слагает в долинах крупных рек немасштабные останцы. Их высота меняется от 70-80 до 100-110 м над урезом воды.

Террасы первого уровня (70-80 м) прослеживаются редкими и мелкими фрагментами в междуречье Салакит – Аюмкан. Размер самого крупного останца – 0,9х0,25 км, или 0,2 км<sup>2</sup>. Террасы уровня 100-110 м также отмечаются редкими немасштабными останцами вблизи выходов террас первого уровня. Палеодолины прослеживаются цепью бугров высотой до 3 м, выполненных хорошо отсортированными отложениями. Состав аллювия: пески гравелистые, часто косослоистые, галечники, пласты и линзы погребённых торфов (до 3 м). Гальки хорошо окатанные, с рыжей «рубашкой» выветривания. На гальках и валунах отмечаются «рубашки» выветривания. Мощность аллювия – до 30-40 м (бассейн р. Аюмкан) [13].

*Ледниковые отложения (морены)* ( $gQ_{II}$ ) тазовского оледенения отмечаются повсеместно севернее широты 55°20'. Наиболее широкие поля морены слагают в Токинской котловине.

Моренные отложения в южном обрамлении Токинской котловины залегают на склонах водоразделов с абсолютными высотами до 1000 м. Морена представлена валунниками, песками, супесями с глыбами и валунами и щебнем (до 30 м). Валуны и глыбы состоят из архейских метаморфитов и юрских песчаников, а также известняков с вендскими микрофитолитами. Ближайшие выходы последних располагаются на расстоянии не менее 70 км на северном обрамлении Токинской котловины. Тазовские морены перекрываются



сартанскими (верхненеплейстоценовыми) моренами. В них вложена 2-я надпойменная терраса р. Дёсс поздненеоплейстоценового возраста [13].

#### *Верхнее звено*

*Аллювий и флювиогляциал 1 и 2-й надпойменных террас объединённые* (aQ<sub>III</sub>), относимый к казанцевскому горизонту, развит ограниченно. Небольшие фрагменты цокольных террас этого уровня узкими полосами протягиваются вдоль рек Кукур и Салакит, Кун-Маньё и Мая [14]. На р. Анегия терраса сложена галечно-песчаным материалом с примесью щебня и валунов. Аллювиальная толща смята в складку с углами падения крыльев 20-60°, что обусловлено, по-видимому, действием новейших подвижек вдоль Станового разлома. Высота аллювиальных террас 3-5 м, но она может колебаться от 3 до 7 м. Флювиогляциал замещает аллювиальные фации по мере приближения к участкам зырянского оледенения. Он отмечается на реках Зезя, Ивак и Накит. Отложения сложены валунно-галечными отложениями и грубозернистыми галечными песками. Средняя высота террас – 25-35 м. Мощность отложений около 17 м.

*Ледниковые отложения* (gQ<sub>III</sub>) предположительно зырянского периода представлены продуктами горно-долинного оледенения: боковыми, донными и конечными моренами. Они развиты на севере района в долинах рек Луча и Аюмкан, где выполняют троговые долины. Небольшие фрагменты моренных отложений отмечены в долине р. Сивакан. Моренные отложения сложены песками грубозернистыми, глинами валунно-галечными, суглинками и супесями. Их мощность колеблется от 100 до 200 м. В ряде случаев затруднено отнесение морен к сартанскому или к зырянскому горизонтам.

#### *Голоцен*

*Аллювий русел и пойм* представлен гравийно-галечным материалом, песками, валунниками. Мощность варьирует в зависимости от порядка водотока и достигает 5 м.

#### *Неоплейстоцен, среднее звено и голоцен нерасчленённые*

*Элювий* отмечается на вершинах водоразделов и выражен глыбняками мощностью 1-2 м.

*Солифлюксий* отмечается на пологих прибрежных склонах гор и на обрамлении Токинской впадины с уклонами до  $15^\circ$  и представлен суглинками, супесями и песками щебнистыми с линзами погребённых торфяников. Мощность солифлюксия – 10-15 м [14].

*Десерпциосолифлюксий* покрывает средневысотные склоны южной части листа с уклонами  $15-20^\circ$  и представлен суглинками и супесями щебнисто-глыбовыми мощностью 3-10 м.

### ***Неоплейстоцен, верхнее звено и голоцен нерасчленённые***

*Коллювиодесерпций* накапливается у подножий очень крутых склонов: стенок каров, тектонических уступов и др. Он сложен щебнисто-глыбовыми отложениями мощностью 3-5 м.

*Лимний и гляциолимний* распространён в Токинской впадине, где он дешифрируется обилием мелких ледниковых озёр, а также береговыми отложениями оз. Сугджар и Нерунда. Ограничено озёрные и озёрно-ледниковые отложения отмечаются и по берегам небольших ледниковых и подпрудных озёр. Они сложены илами, песками и валунами мощностью 3-5 м.

*Проллювиodelювий* формируется в устьях распадков, пересыпанных делювиальными образованиями, и особенно выражен вдоль рек Амнус, Луча и Купури. Он сложен глыбами, щебнем, дресвой и несортированными песками мощностью 5-10 м [14].

*Десерпций* образует шлейфы осыпного генезиса в долинах южной части листа. Он сложен щебнем, глыбами, суглинками и супесями мощностью 3-5 м.

*Сейсмоколлювий и сейсmodelяпсий* накапливается у подножий очень крутых склонов: стенок каров, тектонических уступов и др. во время землетрясений, частых на площади. С обвалами сейсмогенной природы связано формирование ряда мелких подпрудных озёр. Образования сложены глыбами, щебнем, суглинками щебнистыми мощностью от 30 до 40 м.

## 2.1.2 Магматизм

На площади листа, по данным предшествующих работ, выделяются интрузии позднеархейского, раннепротерозойского, палеозойского, раннемелового и эоплейстоценового возраста. Не выделен в легенде к предварительной ГК-200, но рассматривался на сопредельной с севера площади раннеархейский древнеалданский комплекс, описание которого также приводится далее. Описание plutonic комплексов приводится далее по данным ГК-1000/3 с необходимыми добавлениями по более крупномасштабным работам. Тектоническое районирование указывается согласно легенде Джугджурской серии [16].

### **Архейский акрон**

#### **Раннеархейский эон**

##### ***Становий***

***Древнеалданский комплекс(enAR<sup>1</sup>da)*** – эндербиты, чарнокиты, гнейсохарнокиты, граниты, гнейсоплагиограниты. Породы комплекса распространены на севере листа в пределах Тырканского блока Алданского щита. Это аляскитовые мясо-красные или белые граниты, часто пегматоидные, с гнездовыми обособлениями малинового граната и скиалитами вмещающих пород. Они насыщают разрезы метаморфических толщ маломощными послойными телами. Участки, где гранитоиды занимают не менее 50% объема, на геологической карте показаны в качестве массивов. По сути, это лейкосомагранитогнейсов тырканского комплекса. Площадь выходов пород – от первых квадратных метров до первых десятков и сотен квадратных километров. Гранитоиды залегают согласно с вмещающими породами, содержат ксенолиты кристаллосланцев и гнейсов. Контакты с вмещающими породами нечеткие, с постепенными переходами через зоны ассимиляции. Мощность послойных тел гранитоидов колеблется от 1 см до нескольких десятков метров.

#### **Позднеархейский эон**

## ***Сахаборий***

***Нюкелинский комплекс чарнокитовый плутонический*** –эндербиты, чарнокиты, плагиоچارнокиты гнейсовидные ( $\gamma AR_2^1 nk$ ). Ранее все интрузии чарнокитоидов Алданского массива были объединены в составе этого комплекса. Позднее среди них были выделены несколько самостоятельных комплексов. Образование гранитоидов комплекса [23] связано с процессами ультраметаморфизма главного этапа позднеархейской складчатости на юго-востоке Алданской гранулитогнейсовой области.

Породы комплекса образуют пластообразные тела причудливых очертаний, реже мелкие конкордантные тела среди вмещающих метаморфитов туксанийского комплекса сахабория, контакты с которыми, как правило, нечеткие, через теневые и послойные мигматиты, с множеством скиалитов и ксенолитов вмещающих пород. Центральные части более крупных пластовых тел сложены гиперстеновыми гранитами и плагиогранитами. В эндоконтакте наблюдаются биотит-пироксеновые и биотит-роговообманковые разности. В гранитоидах отмечается постоянное присутствие ксеноморфного кварца, имеющего голубовато-серую или сиреневую окраску. В отличие от чарнокитов древнеалданского комплекса, в породах хорошо выражены гипидиоморфнозернистые структуры. В них меньше реликтов магматитов основного состава, они более однородны, а ксенолиты вмещающих пород имеют более четкие контакты. Также для них характерны более низкие содержания окислов железа и магния, они менее глиноземистые и титанистые.

## **Протерозойский акрон**

### **Раннепротерозойский эон**

#### ***Удоканий***

***Идюмский комплекс лейкогранитовый плутонический*** ( $l\gamma PR_1^1 i$ ) – микроклиновые лейкограниты, монцолейкограниты, аляскиты, пегматиты-выделен Г.Ф. Гиммельфарбом [15]. Петротипический Идюмский массив площадью около 900 км<sup>2</sup> расположен в бассейне верхнего течения р.Идюм

среди образований туксанийского комплекса и ориентирован в северо-западном направлении параллельно простиранию метаморфических толщ Тырканского блока. Некоторые исследователи выделяют в составе комплекса две фазы. К наиболее ранним отнесены гнейсовидные биотит-роговообманковые граниты и плагиограниты, слагающие пластовые складчатые тела мощностью от 1 до 40 м, группирующиеся иногда в обширные поля, вытянутые согласно структурам вмещающих пород. Реже они слагают близизометричные массивы площадью до 15 км<sup>2</sup>. Магматиты, вероятно, образовались в результате проявления процессов ультраметаморфизма и гранитизации. Вблизи юго-восточного фланга Идюмского массива, наряду с интенсивной мигматизацией позднеархейских метаморфитов, наблюдаются пластовые тела гранитов. Зона перехода от гранитов через мигматиты в инъекционные гнейсы достигает 1 км. В эндоконтакте массива наблюдаются многочисленные ксенолиты мигматизированных кристаллосланцев тырканского комплекса.

### ***Улканий***

Маймаканский комплекс габбро-долеритовый гипабиссальный ( $vPR_1^2m$ ) – дайки и малые тела габбро, габбродолеритов, долеритов - выделен в серийной легенде. Породы комплекса образуют рои даек северо-западного простирания в центральной части листа, в бассейнах рек Амнус, Аюмкан, Кун-Маньё и др [13]. Структура габброидов мелкозернистая, переходная от габбровой к долеритовой. Текстура сланцеватая или массивная. Падение даек на северо-восток под углами 60-90°. Их мощность – первые метры до десятков метров, протяжённость – до 2-4 км. Они сопутствуют дайкам кун-маньёнского комплекса и, не исключено, что являются их комагматами.

Рои даек этого комплекса показаны на сопредельном листе N-53 и прослеживаются на листах доизучения.

Кунманьёнский комплекс гипербазитовый плутонический ( $vPR_1^1k$ ;  $\sigma PR_1^1k$ ) – кортландиты и вебстериты: малые пластовые тела и дайки - выделен при составлении ГК-1000/3, по аналогии с сопредельным с востока листом N-

53-I, где при производстве поисковых работ на никель установлено широкое развитие рассматриваемых образований в виде ареалов малых интрузий и даек, которые концентрируются в северном крыле Туксани-Майского глубинного разлома в бассейнах верхнего течения рек Аюмкан и Мая. Преобладают вебстериты и перидотиты, слагающие дайки, дайко-, штоко-, лополито- и лакколитообразные тела. В последнее время в составе комплекса обнаружены кортландиты. Ареалы распространения тел, а также сами тела имеют в плане продолговато-линзовидную форму и северо-западное простирание, субпараллельное Туксани-Майскому линеamentу. Мощность даек и дайкообразных тел варьирует от 5 до 100 м, протяжённость – от 100 до 1000 м, редко до 4,5 км [13].

### **Мезозойская эра**

#### ***Юрский период, поздняя эпоха – меловой период, ранняя эпоха***

***Удско-зейский комплекс диорит-гранодиоритовый плутонический*** на площади листа представлен двумя фазами. *Вторая фаза* – гранодиориты биотит-роговообманковые, часто порфиroidные, в зоне эндоконтакта – кварцевые диориты ( $\gamma\delta J_3-K_1uZ_2$ ); дайки диорит-порфиритов ( $\delta\pi J_3-K_1uZ_2$ ), кварцевых диорит-порфиритов ( $q\delta\pi J_3-K_1uZ_2$ ), гранодиорит-порфиритов ( $\gamma\delta\pi J_3-K_1uZ_2$ ). *Третья фаза* – граниты роговообманково-биотитовые, иногда порфиroidные ( $\gamma J_3-K_1uZ_3$ ), дайки гранит-порфиритов ( $\gamma\pi J_3-K_1uZ_3$ ). Гранитоиды слагают площадь не менее 500 км<sup>2</sup>. Простирание массивов: Окононского и Салакитского – субширотное.

Окононский массив сложен преимущественно средне-крупнозернистыми слабо порфиroidными гранодиоритами, постепенно переходящими в граниты. В серийной легенде граниты отнесены к третьей фазе комплекса [25]. Эндоконтактовая зона мощностью до сотен метров представлена гранодиорит-порфирами с жилами аплитов. Контакты с вмещающими докембрийскими породами резко секущие. В экзоконтакте по архейским мраморам развито

скарнирование. Как в эндо-, так и в экзоконтакте наблюдаются окварцевание, пиритизация, эпидотизация.

Салакитский массив меняет своё простирание с северо-западного на субширотное. Он сложен в равной степени гранитами и гранодиоритами, иногда порфиroidными. Вдоль северного контакта эпизодически отмечаются кварцевые диориты. На востоке массива отмечается апофиза северо-западного простирания, выполненная порфиroidными гранодиоритами, до гранодиорит-порфиroidов. В эндоконтактной зоне закалки уменьшается зернистость пород. Контакты с вмещающими докембрийскими породами резко секущие. В экзоконтакте по архейским мраморам развито скарнирование.

По геолого-геофизическим данным Оконойский и Сиваканский плутоны представлены крупными пологозалегающими телами сложной плито- и лакколитообразной формы, соединяющимися на глубине. «Перемычка» между массивами выражена густым роем даек кислого состава, что свидетельствует о неглубоком залегании «слепого» тела гранодиоритов. На контакте с вмещающими метаморфитами в гранитоидах наблюдается большое количество шпиров диоритового состава. Мелкозернистые биотитовые граниты слагают небольшие штокообразные тела округлой и неправильной формы в эндоконтактах массивов. По химическому составу магматиты комплекса соответствуют нормальному щелочноземельному ряду калиево-натриевой серии с натриевым типом щелочности [24].

### **Меловой период**

#### ***Ранняя эпоха***

***Амуро-становой комплекс лампрофировый гипабиссальный*** представлен редкими дайками спессартитов и керсантитов ( $\chi K_{1as}$ ), трассирующих разломы северо-западного простирания. Комплекс выделяется по аналогии с сопредельной легендой Становой серии листов, где по радиологическим и геологическим признакам доказано готерив-аптское время внедрения даек лампрофиров.

### ***Ранняя-поздняя эпохи***

***Ираканский комплекс диорит-лейкогранитовый плутонический*** на площади листа сложен двумя фазами. *Первая фаза* – диориты и габбродиориты ( $\delta K_{1-2}i_1$ ); *вторая фаза*: лейкограниты, монцолейкограниты ( $l\gamma K_{1-2}i_2$ ). Комплекс образует серию мелких штокообразных тел, прорывающих интрузии удско-зейского комплекса. Наиболее крупные массивы первой фазы картируются в истоках р. Амнус, второй – в слиянии рек Салакит и Иковка, где состав пород доходит до гранодиоритов в эндоконтактах тел.

### ***Поздняя эпоха***

***Талгыгский комплекс лейкогранитовый гипабиссальный*** выделяется в соответствии с Джугджурской СЛ. На территории листа к нему отнесены дайки монцогранит-порфиров ( $\mu\gamma\tau K_{2t}$ ) и монцолейкогранит-порфиров ( $\mu l\gamma\tau K_{2t}$ ), прорывающих раннемеловые вулканиты Пакчинского и Иковкинского ВП. Структура основной массы даек плохо раскристаллизована, часты крупные дипирамидальные фенокристаллы кварца. Иногда в дайках встречаются мелкие ксенолиты риолитов иковкинского комплекса, диорит-порфиритов удско-зейского комплекса и лампрофиров [16].

#### **2.1.3 Тектоника**

Проектируемый район расположен в зоне сочленения Алданского массива и Становой складчато-блоковой области (СБС) (рисунок 2), тектоническая природа которой является одним из наиболее спорных вопросов геологии Дальнего Востока. Определяющей в тектонике территории является блоковая структура. Блоки, ограниченные крупными разломами, сложены разновозрастными метаморфическими и интрузивными формациями докембрия. Архейские структуры сформированы в результате трёх крупных тектонических этапов, каждый из которых включал осадконакопление, складчатость, метаморфизм и гранитообразование [22].

В состав Алданского массива входят Тырканский и Туксанийский блоки.



В *Тырканском блоке* обнажаются наиболее древние породы раннего архея: алдания. Породы метаморфизованы в низкотемпературных субфациях гранулитовой фации с  $P = 6 \text{ кБар}$ ,  $T = 700-800^\circ\text{C}$ . Складчатость сложная, с множеством разломов, в том числе соскладчатых. Преобладают брахиформные антиклинали с северо-западным и близширотным простиранием осей, между которыми расположены более узкие и сложно устроенные синклинали. В синклиналях резко возрастает насыщенность раннескладчатыми гранитоидами древнеалданского комплекса. Позднескладчатые гранитоиды идюмского и нюкелинского комплексов тяготеют к ядрам антиклиналей. Крылья антиклиналей прямые и опрокинутые, шарниры ундулируют в различных направлениях, но в большинстве таких структур установлены периклинальные части. Антиклинали часто ограничены более поздними разломами.

*Туксанийский блок*, по классическим представлениям, сложен троговыми образованиями сахабория (позднего архея). Троговая структура локализована между крупнейшими разломами северо-западного простирания: Становым и Тыркандинским. Прогрессивный метаморфизм осуществлялся в условиях гранулитовой фации, гиперстен-силлиманитовой субфации, с максимальными параметрами  $800^\circ\text{C}$  и  $9 \text{ кБар}$ . Более высокие условия давления по сравнению с Тырканским блоком могли создаваться при встречном движении двух крупных плит: Алданской и Становой. Здесь наблюдается равномерное распределение положительных и отрицательных складок. Интенсивно развита изоклиная складчатость. Между складчатыми структурами широко развиты магматогенные. Это цепочки интрузий габброидов идюмо-тырканского и верхнеундытканского комплексов, гипербазитов кунманьёнского комплекса, мигматит-плутоны и мелкие пластовые тела идюмского комплекса [22].

*Учурская впадина* знаменует этап платформенного структурообразования в конце докембрия. Её структуры несогласно налегают на метаморфиты Тырканского блока и перекрыты юрскими отложениями Токинской впадины. Они сохранились только в северо-восточной части

территории, развиты весьма ограниченно и представлены терригенно-карбонатными отложениями учурской серии нижнего рифея. Залегание пород в сохранившихся фрагментах субгоризонтальное, реже наклонное (до 15-30°) вблизи разрывных нарушений.

Породы раннего рифея образуют пологие субширотные складки с размахом крыльев до 100м, углами падения 3-10°.

**Становая СБС. Сивакано-Купуринский блок** сложен супракрустальными породами становия, разделёнными крупным Окононским массивом гранодиоритов позднеюрского-раннемелового возраста на две части: северную и южную. В южной части температура метаморфизма пород – 635-690°С, давление – 6,8 кБар. РТ-условия соответствуют гранат-кианит-биотит-мусковитовой субфации фации альмандиновых амфиболитов. На севере, в зоне Станового надвига, температура метаморфизма пород – 500-600°С, давление – 4-10 кБар. РТ-условия соответствуют эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма с переходом в цоизит-кианит-кварцевую (эклогитовую) фацию [24].

Смещения по многочисленным разломам усложнили структуру блока, придав ей чешуйчато-надвиговой облик. Часть разломов, вероятно, имеет соскладчатую природу. Структуры имеют линейную или овально-купольную форму протяжённостью до первых десятков километров при ширине до 10 км. Углы падения меняются в широких пределах. Вытянутая к северо-западу часть блока на севере, в верховьях р. Ток, осложнена чашевидной структурой с поперечником до 40 км. В зонах разломов наблюдается интенсивное смятие мигматитов в изоклинальные складки с разрывом сплошности, а также интрузии гнейсовидных гранитов, диоритов и гранодиоритов.

**Мезозойские орогенно-активизационные структуры.** Данные структуры на площади представлены плутоногенными, вулканогенными и молассоидными образованиями.

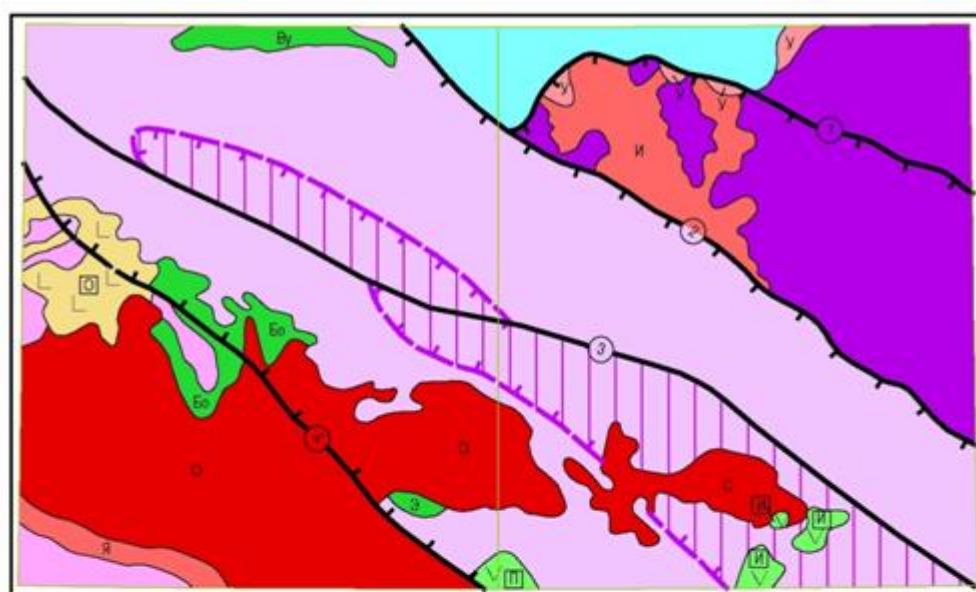
В северо-восточной части территории расположен небольшой фрагмент Токинской впадины. Токинская впадина, выполненная позднеюрскими угленосными отложениями беркакитской свиты, со структурным несогласием налегает на Учурскую впадину. Юрский ярус образует моноклираль, наклонённую к северу, то есть к центру Токинской впадины, под углами 3-4°.

К Становой вулканоплутонической зоне (ВПЗ) относятся интрузии тындинско-бакаранского и ираканского комплексов и вулканические поля, выполненные эффузивами бомнакской свиты. Становая ВПЗ характеризуется площадным распространением крупных пологозалегающих плутонов трещинного типа тындинско-бакаранского комплекса гранит-гранодиоритовой формации: Окононского и Сиваканского [24]. Интрузии имеют преимущественно субширотную и северо-западную ориентировку, что свидетельствует о сдвиговых деформациях по Становому разлому.

Вулканические поля: Пакчинское и Иковкинское – приурочены к диагонально расположенным тектоническим нарушениям северо-западной и северо-восточной ориентировки. Контакты вулканитов с подстилающими архейскими образованиями преимущественно тектонические. Налегание на них несогласное под углами 5-40° в Пакчинском ВП и 10-30° в Иковкинском ВП [16].

**Разрывные нарушения.** Рассматриваемая территория характеризуется широким развитием разрывных нарушений. Процессы блокового раздробления, заложения новых и обновления древних разломов протекали на протяжении всей истории геологического развития, достигая максимума в орогенные эпохи – раннепротерозойскую и мезозойскую. Роль разломов в формировании современного структурного облика региона чрезвычайно велика. Из региональных разломов на проектируемой площади проявлены Токинский, Тыркандинский и Становой надвиги, а также крутопадающий Туксанийский разлом.

**Токинский надвиг** прослеживается от южного берега оз. Токо в бассейны рек Идюм и Дёсс и далее на восток. Он ограничивает с юго-запада Токинскую впадину и является внутривпадинным для Тырканского блока. Он проявлен зонами милонитов, катаклизмов и диафоритов общей мощностью до 2 км. Падение их относительно крутое, до  $60^\circ$ , в юго-западных румбах. Так как разлом ограничивает распространение позднеюрских осадочных отложений, то его заложение, по-видимому, связано с раннемеловой активизацией территории.



Масштаб 1 : 1000000

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Алданский массив:		Вулканические поля:	
	Тырканский блок (AR <sub>1</sub> )		Раннемеловые: П - Пакчинское, И - Иювкинское
	Туксанийский блок (AR <sub>1</sub> )		Плиоцен-раннеплейстоценовое Оюнонское
	Учурская впадина (RF <sub>1</sub> ): выходы на поверхность		Массивы основных пород: Бу - Верхнеундытканского, Бо - Большеюнонского, Э - Этматинского
	Токинская впадина (J <sub>2</sub> )		Массивы кислых пород: Архейских: И - Идюмского, Я - Ялваканского
	Становая СБС: Сивакано-Купуринский блок (AR <sub>2</sub> )		Позднеюрско-раннемеловых: О - Оюнонского, С - Сиваканского
	Крутопадающие главные разломы: 3 - Туксанийский		Площадь распространения малых пластывых тел кунманьёнского комплекса
	Главные надвиги: 1 - Токинский, 2 - Тыркандинский, 4 - Становой		

Рисунок 2 - Тектоническая схема Кун-Маньёнской площади (N-52-V и N-52-VI)

**Тыркандинский надвиг** разграничивает Тырканский и Туксанийский блоки Алданского массива. Его ориентировка и падение сходны с

характеристиками Токинского разлома. Разлом заложился ещё в конце раннего архея, в становии, являясь структурой, ограничивающей с севера Туксанийский трог.

**Становой надвиг** разграничивает две крупных литосферных плиты: Алданский массив и Становую СБС. В пределах площади он, в основном, залечен крупным Окононским массивом тындинско-бакаранского комплекса, где тектонические нарушения проявлены линейными зонами эпидотизации и катаклаза. Во вмещающих метаморфитах он выражен зонами диафторитов и милонитов общей мощностью до 3 км. Падение разлома в северо-восточных румбах под углами 5-50° [23].

**Туксанийский разлом** простирается в северо-западном направлении, трассируясь долинами рек Аюмкан, Кукур, Луча и Туксани, и уходит за пределы рассматриваемой площади как на запад, так и на восток. Он может быть квалифицирован как сбросо-сдвиг с опущенным южным крылом и амплитудой вертикальных перемещений по нему 1-3 км. Сдвиговые дислокации по нему достигают десятков километров. Зона Туксанийского разлома представляет собой полосу субпараллельных разрывов, выраженных катаклизмом и милонитизацией пород. Ширина этой полосы составляет 3-5 км. Более слабые явления диафтореза проявлены гораздо шире (до 10-12 км) [21].

Туксанийский разлом выражается на картах поля силы тяжести отчётливой зоной градиентов с переходом от положительных значений поля силы тяжести к отрицательным. Он трассируется густой сетью пластовых базит-гипербазитовых тел кунманьёнского комплекса, что свидетельствует о его зарождении в раннем протерозое и о глубине его заложения, достигающей мантии Земли. К зоне Туксанийского разлома приурочено Окононское поле плиоцен-ранненеоплейстоценовых щелочных базальтов. Разлом активен и в настоящее время (раздел «Неотектоника») [23].

**Второстепенные северо-восточные разломы** являются сбросами и взбросами и выражены развитием катаклаза, брекчирования, эпидотизации и

различных гидротермалитов вплоть до прожилков низкотемпературного кварца. Сдвиговых нарушений подобной ориентировки практически не выявлено. Исключение составляет разлом, трассируемый долинами рек Пакчи и Амнус. По нему смещением полей силы тяжести фиксируется сдвиг, смещающий зону Туксанийского разлома на 10 км к югу.

**Второстепенные субмеридиональные разломы** хорошо дешифрируются на МАКС и в строении гидросети, но плохо отражены в геологическом строении территории. Это, по-видимому, самая молодая система нарушений, активно влияющая на формирование ландшафта.

**Неотектоника.** На неотектонической стадии площадь была вовлечена в общее дифференцированное воздымание. Ограничения неотектонических структур выражены преимущественно разнопорядковыми ступенями рельефа, положение которых большей частью наследует докайнозойскую блоковую структуру [9]. Об интенсивных новейших воздыманиях, достигающих 25 мм в год, свидетельствует и развитие на площади альпийского рельефа с остроконечными пиками и водораздельными поверхностями шириной не более 0,5 м. Для большей части Станового хребта вне проектируемой площади характерен сглаженный среднегорный рельеф с широкими водораздельными поверхностями.

Новейшие (плиоцен-голоценовые) процессы проявлены сейсмоактивностью, вулканизмом, блоковыми вертикальными подвижками, сопровождающимися смещением речных долин, образованием антецедентных участков и мест речного перехвата, сквозных долин, водопадов и т. д. Наиболее представительной является сквозная долина рек Зея, Луча и Туксани, прорезающая Становой хребет и трассирующая подновлённый Туксанийский разлом [21]. Смещения по новейшим разломам, имеющим преимущественно субвертикальное падение, достигают сотен метров.

Наибольшая амплитуда и контраст неотектонических движений отмечается для хр. Токинский Становик, воздымание которого, возможно,

началось еще в плиоцене, но особенно ярко проявилось в плейстоцене и сопровождалось щёлочно-базальтоидным вулканизмом в Окононском ВП. Амплитуда опусканий в плейстоцене здесь составила 600 м, поднятий – 800 м, а общее неотектоническое воздымание достигало 2400 м [14].

Современная тектоническая активность отражается в повышенной сейсмичности территории [14]. Район Токинского Становика является зоной 8-балльной сейсмической активности (землетрясения 1937 и 1939 гг.).

#### 2.1.4 Полезные ископаемые

Площадь листа расположена на сочленении двух минерагенических провинций (МП): Алданской и Становой. В пределах Алданской МП выделяются следующие минерагенические зоны (МЗ): Тыркано-Учурская уран-редкометалльно-редкоземельная и Кун-Маньёнская платино-медно-никелевая потенциальная. В пределах последней оконтурен Туксани-Кукурский платино-медно-никелевый рудный узел потенциальный (ПРУ) с тремя потенциальными рудными полями (ПРП): Аюмканским, Борогонским и Утанахским. Кроме того, к выходам беркакитской свиты приурочена южная часть обширного Эльгинского каменноугольного района вне минерагенических зон [22].

В Становой МП на площади проектируемых листов располагается Северо-Становая молибденово-серебро-золоторудная МЗ с двумя рудными узлами: Окононским серебро-молибденово-золоторудным потенциальным и Купури-Майским серебро-молибденово-золоторудным [26].

#### **Каменный уголь**

В пределах Эльгинского каменноугольного района известно *проявление р. Худуркан* в отложениях беркакитской свиты позднеюрского возраста. Угли образуют пласт мощностью 1 м и многочисленные линзовидные прослойки мощностью 0,05-0,2 м. Протяжённость угольного пласта в обнажениях до 300 м. С учётом территориальной близости разрабатываемого Эльгинского месторождения углей проявление представляет поисковый интерес.

#### **Железо**

Пункт магнетитовой минерализации на р. *Иковка* приурочен к скарнированным мраморам туксанийского комплекса в экзоконтакте Сиваканского массива гранодиоритов удско-зейского комплекса. Содержание в рудах магнетита – 70-80%. Совместно с магнетитом в протолочных пробах обнаруживаются пирит, галенит, сфалерит и др.

Повышенная концентрация магнетита (до 10%) отмечается в магнетит-двупироксеновых кристаллосланцах туксанийского комплекса. Мощность прослоев – от сантиметров до первых метров, протяжённость – первые километры.

### **Свинец, цинк**

Проявление *Сфалеритовое*. Оруденение приурочено к контакту линз и прослоев мраморов мощностью до 7 м и двупироксеновых кристаллосланцев туксанийского комплекса. Выявлены три рудные зоны протяжённостью от 1,0 до 1,5 км. В пределах зон вскрыты по 2 залежи протяжённостью до 100 м при мощности 0,9-4,5 м (средняя около 3 м). Состав руд: сфалерит, галенит, магнетит, пирит, халькопирит, кварц, кальцит, актинолит. В них содержится: свинец – до 1,56% (среднее 0,7%), цинк – до 5,5% (среднее 4,6%), медь – 0,3%, молибден – 0,5%, висмут – 0,1%, кобальт – 0,1%, золото – от 1 до 5 г/т, серебро – от 1 до 60 г/т, единичные пробы до 3000 г/т (среднее 200 г/т). Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  составляют: свинец – 8 тыс. т, цинк – 50 тыс. т [11].

### **Никель, кобальт**

На площади листа N-52-VI коренная минерализация никеля и кобальта пока не обнаружена. Однако в 2004 г. в непосредственной близости от восточной рамки листа N-52-VI открыто крупное медно-никелевое месторождение Кун-Маньё. На Государственном балансе по месторождению числятся следующие запасы категорий  $C_1+C_2$ : никель – 500 тыс. т, медь – 150 тыс. т; кобальт – 20 тыс. т; платиноиды – 50 т; золото – 3 т. Оруденение приурочено к линейно вытянутому в северо-западном направлении рою рудоносных базитов и гипербазитов кунманьёнского комплекса.



Геохимическими поисковыми признаками служат донные литохимические потоки второго порядка со следующими содержаниями (в %): никель – более 0,008; медь – более 0,005; кобальт – более 0,004. Им зачастую сопутствуют литохимические потоки платины различной интенсивности [27].

### **Молибден**

Все известные на территории проявления молибдена парагенетически связаны с ираканским комплексом гранитоидов.

Проявление *Встречное* расположено в истоках р. Купури, на водоразделе с р. Мая. Оно приурочено к штоку гранит-порфиров ираканского комплекса, контролируемому пересечением разломов северо-восточного и северо-западного простирания и расположенному на восточном фланге Сиваканского массива удско-зейского комплекса. Содержание молибдена колеблется от 0,01 до 0,1%, в среднем составляет 0,062%. Прогнозные ресурсы молибдена категории  $P_2$  – 31 тыс. т при расчёте на глубину 200 м [15].

Проявление *Устьиковское* находится в верховьях р. Салакит. Штокверковая кварц-молибденитовая минерализация пространственно ассоциируется с телом гранитов ираканского комплекса, прорывающим гранодиориты удско-зейского комплекса. Прогнозные ресурсы молибдена категории  $P_2$  – 122 тыс. т при расчёте на глубину 200 м.

Проявление *Перевальное* в верховьях р. Купури приурочено к эндоконтакту Салакитского массива гранитоидов удско-зейского комплекса, прорванных мелкозернистыми лейкократовыми гранитами ираканского комплекса. Содержание молибденита в рудном теле колеблется от 0,01 до 0,3%, среднее 0,05%. Прогнозные ресурсы молибдена категории  $P_2$  – 3 тыс. т [15].

В пределах Тыркано-Учурской уран-редкометалльно-редкоземельной МЗ имеется ряд литохимических ореолов молибдена и шлиховых – молибденита. Они приурочены к участкам интенсивной гранитизации архейских метаморфитов тырканского и туксанийского комплексов. Для гранитов архея подобная металлогения не характерна.

## **Олово**

В пределах Тырканского блока имеется ряд литохимических ореолов олова. Они приурочены к участкам интенсивной гранитизации раннеархейских метаморфитов тырканского комплекса. Для гранитов раннего архея подобная металлогения не характерна. Не исключена связь ореолов с денудацией приразломных кварцевых жил, вероятно, с вкраплениями касситерита [18].

## **Редкие земли**

Проявления и пункты редкоземельной минерализации сосредоточены преимущественно в Тыркано-Учурской уран-редкометалльно-редкоземельной МЗ. Они связаны с жилами ортотектитов и малыми пластовыми телами древнеалданского комплекса [22].

Проявление *Саргаканда* связано с жилами ортотектитов мощностью 1-2 м и протяжённостью 10-15 м. Рудные минералы: монацит, магнетит, сфен, циркон. Содержание суммы редких земель достигает, по данным химического анализа, 0,12%. Спектральным анализом установлено содержание церия до 0,3%, лантана до 0,03%, иттрия 0,003%, иттербия 0,001%.

В бассейне р. Дёсс, в междуречье её правых притоков Толакан и Талакачан, выявлено 9 пунктов редкоземельной минерализации. При проектируемых работах их предполагается объединить в *Толаканское ПРП*. Нижнеархейские биотит-гранатовые гнейсы тырканской серии прорваны жилами ортотектитов древнеалданского комплекса мощностью от 0,2 до 1,5 м и протяжённостью до 100 м. Содержание редких земель 0,05-0,82%, тория до 0,06%. Породы обладают повышенной радиоактивностью.

На правом берегу р. Дёсс (пункт минерализации Дёсс-9) на площади 2,8 км<sup>2</sup> обнажается пластовая интрузия аляскитовых гранитов древнеалданского комплекса, обладающих повышенной радиоактивностью. Рудные минералы: монацит, циркон, рутил, ильменит, молибденит. Редкие земли связаны с монацитом, содержание которого в породе достигает 1,29 кг/т. Содержание

суммы редких земель до 0,29%. Спектральным анализом установлены лантан (0,01%), иттрий (0,003%), иттербий (0,001%).

### **Золото**

*Золото рудное.* Все золоторудные объекты расположены в пределах Северо-Становой молибденово-серебро-золоторудной МЗ.

В Купури-Майском РУ известны проявления Караялах и пункт минерализации Турмалиновый. Они парагенетически связаны с малыми телами ираканского комплекса и располагаются в бассейне р. Мая и её притока р. Караялах, где выделяется Караялахское рудное поле [26].

Проявление *Караялах* представляет собой выход коренных пород в левом борту р. Караялах длиной 45 м и высотой 8 м. Обнажаются гранитизированные кристаллические сланцы туксанийского комплекса, прорванные многочисленными дайками диорит-порфиров раннемелового возраста. Содержания золота до 3 г/т, реже 10 г/т, серебра - до 100 г/т, меди и цинка – до 0,1%, мышьяка - 0,03%, молибдена - 0,003%, вольфрама - 0,04%, висмута - 0,001%, церия - 0,06%, бария - 0,8%.

Пункт минерализации *Турмалиновый* расположен в пределах геохимического ореола с аномальными концентрациями золота в ассоциации с серебром и медью. Он приурочен к пропилитам по гранитам ираканского комплекса. Содержание золота (штуфное опробование) колеблется от 1 до 6 г/т, редко 16 г/т, серебра - 50 г/т, меди - 0,05-0,1%, свинца - 0,1-0,3%, цинка - 0,3%, висмута - 0,01-0,03%, молибдена - 0,02-0,04%.

На водоразделе рек Иковка и Караялах на площадях 70 км<sup>2</sup> и 25 км<sup>2</sup> проведены литохимические работы по сети 500x100 м [17]. Получена серия вторичных ореолов золота и серебра с содержаниями до 0,2 г/т и 30 г/т соответственно.

Впоследствии в Караялахском РУ проведены работы на рудное золото, которые не были завершены. По литохимическим пробам оконтурен ряд ореолов с содержанием золота в пробах от 0,05 г/т до 1 г/т. Золото было

обнаружено в 38 штуфных пробах из сульфидизированных метасоматитов и эпидот-диопсид-магнетитовых скарноидов, в том числе: 4 пробы – 8,2-8,8 г/т; 2 пробы – 1,4-3,4 г/т; 4 пробы – 1-1,4 г/т; 28 проб – 0,1-0,9 г/т.

Прогнозные ресурсы золота и серебра категории  $P_3$  в Караялахском РУ составляют соответственно 115 т и 1150 т [22]. Более поздняя оценка прогнозных ресурсов золота в Караялахском РУ выглядит скромнее:  $P_2$  (по геохимическим данным) – 19,3 т,  $P_3$  – 27 т.

*Золото россыпное.* В бассейне р. Мая и её притока р. Караялах известны короткие непромышленные россыпи золота, берущие своё начало от мелких тел ираканского комплекса. Из них наиболее значительной является малая россыпь руч. Крутогорка (левый приток р. Караялах). В целом специализация территории на россыпное золото не проявлена.

### **Платина**

Среднеинтенсивные литохимические ореолы платины со значениями 0,004-0,008 г/т выявлены в устье р. Анисья и в верховьях р. Аюмкан. Наиболее вероятный источник металла – малые тела гипербазитов кун-маньёнского комплекса среди кристаллосланцев туксанийского комплекса.

### **Уран, торий**

Повышенные, до 100-800 мкР/час, значения радиоактивности преобладающей ториевой природы отмечались преимущественно в Тыркано-Учурской уран-редкометалльно-редкоземельной МЗ. Здесь они сопутствуют пегматитам и ортотектитам, вмещающим редкоземельную минерализацию. В южных частях листа они также сопутствуют пунктам редкоземельной минерализации, приуроченной к пегматитам и диафторитам по породам туксанийского комплекса. На юге листа N-52-VI имеется пункт повышения радиоактивности до 200 мкР/час (*Кукур*), приуроченный к диафторитам зоны Туксани-Майского разлома. Диафториты нарушены серией пегматитовых жил с редкоземельной минерализацией, с которыми и связаны повышения радиоактивности. Рудные минералы: ортит, радиоактивный циркон [11].

## **Поделочные и драгоценные камни**

*Мрамор.* Пласты и линзы мраморов мощностью до 400-600 м постоянны в разрезе туксанийского комплекса. Они имеют белый, желтоватый или серый цвета. Часто мраморы скарнированы, за счёт чего приобретают пёструю окраску.

*Гранат.* В долине ручья *Эликчен* (левый приток р. Аюмкан) обнаружены глыбы и коренные обнажения гранатсодержащих гнейсов туксанийского комплекса гранулитовой фации метаморфизма. Содержание граната до 10%, гранат образует скопления размером до 3-4 см. Пункт минерализации относится к перспективному типу и заслуживает ревизионной оценки масштабов и качества сырья.

*Шпинель, смарагдит.* Проявление *Куку* приурочено к пласту кальцит-доломитовых мраморов и кальцифиров видимой мощностью 6 м среди роговообманково-двупироксеновых сланцев туксанийского комплекса. Протяжённость пласта 50 м, азимут падения  $215^\circ$ , угол  $30^\circ$ . Объект считается потенциально перспективным на камнесамоцветное сырьё.

На левом борту р. *Амнус*, возле устья р. Анегия, находится коренное обнажение кальцифиров шириной 4 м с линзами шпинель-флогопитового и шпинель-кальцитового состава мощностью до нескольких дециметров. Шпинель чёрная и тёмно-синяя, размер кристаллов до 1 см.

В аллювии ручья *Ноль*, левого притока р. Купури, встречены обломки кальцифиров с линзами золотистого крупночешуйчатого флогопита и вкрапленностью синевато-серых кристаллов шпинели (до 8 мм) [15].

## **Графит**

Минерал содержится практически повсеместно в породах тырканского комплекса. Обогащённые им разности образуют линзы мощностью до 100 м и протяжённостью в несколько километров. Графит чешуйчатый, размер чешуек 2x2 см. Содержание графита не более 5%.

## 3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Донное опробование

Поиски по потокам рассеяния эффективны только для тех элементов-индикаторов и спутников оруденения, которые обладают хорошей миграционной способностью в поверхностной водной среде. К ним, в первую очередь, относятся цинк, медь, свинец, молибден и уран, в меньшей степени, никель, сурьма и мышьяк. Потоки рассеяния элементов донных осадков постоянно и временно действующих водотоков могут рассматриваться как внешние зоны их вторичных ореолов, примыкающие к ним своими головными частями [2].

Полевые работы заключаются в отборе проб илистых русловых отложений или песчано-глинистых фракций аллювиальных и пролювиальных отложений, часто обогащенных органическим веществом. При отсутствии подобного материала в русловых отложениях опробуются пойменные образования и верхние кромки заболоченных речных долин рыхлых илисто-глинистых отложений временных водотоков, а при слабо развитой гидросети — сходные по составу рыхлые отложения нижних частей склонов долин. Пробы массой 50—100 г отбираются непосредственно с поверхности или с глубины 15—20 см. Густота маршрутов и длина шага опробования зависят от масштабов съемок и степени разветвленности гидросети. При мелкомасштабных съемках длина шага опробования составляет 300—500 м, а с укрупнением масштабов уменьшается до 100—200 м [3].

В южной части площади, в пределах Амурской области, проведена литогеохимическая съёмка масштаба 1:200 000 по потокам рассеяния с шагом опробования 500 м [18]. Пробы подвергались полуколичественному спектральному анализу на 36 элементов и золото. Была установлена система аномальных градаций содержаний элементов в донных осадках, которая учитывала как геохимический фон элементов, так и аномальные значения

элементов для известных рудных объектов. При проведении лито-химической съёмки были выявлены контрастные потоки никеля, меди, платины и палладия, а также единичные пункты минерализации платины и меди. Оконтурен ряд аномальных геохимических узлов в ранге рудных узлов, перспективных на поиски золота, свинца, цинка, молибдена, вольфрама, висмута и иттрия. В осевой части Станового хребта установлена крупная геохимическая аномалия элементов группы железа: титана, ванадия, хрома, марганца, никеля, кобальта, меди и фосфора. Её наличие связывалось с выходами архейских кристаллосланцев. Проведены поисковые работы на золото на участках Инарогда, Иковка и Караялах. Работы, проведённые в южной части листа под руководством В. В. Домчака, характеризуются высокой эффективностью и практической значимостью, соответствуют инструктивным требованиям по полноте спектра определяемых элементов с удовлетворительным качеством аналитических работ [17].

Всего по южной части листа отобрана 3 531 донная проба, проанализированная полуколичественным спектральным и спектрозолотометрическими методами. Анализ на платину и палладий были подвергнуты выборочно 1 469 проб. Точки отбора и результаты опробования вынесены автором [18] на кальку-накладку. Первичные результаты опробования на платиноиды в архивных материалах отсутствуют. Рентгеноспектральному анализу на уран и торий была подвергнута каждая вторая, нечётная, проба; итого 1 761 проба.

### **3.2 Радиометрия**

Все радиометрические методы поисков основаны на выявлении радиационных ореолов вокруг урановорудных или редкометалльных скоплений, их первичных и вторичных ореолов в коренных породах и рыхлых отложениях, а также на выявлении ореолов радиоактивных эманаций в рыхлых отложениях и почвах [8].

Главные радиометрические методы основаны на регистрации естественного гамма-излучения урана, тория и калия. Значительно реже с этой целью используются бета- и альфа-излучения.

Глубинность проникновения гамма-лучей в горных породах и перекрывающих рыхлых отложениях не превышает одного метра. Однако за счет развития в них вторичных ореолов рассеяния глубинность радиометрических методов часто оказывается значительно большей.

Сущность всех разновидностей гамма-методов сводится к измерению суммарного (интегрального) радиоактивного гамма-излучения или к дифференциальной его регистрации в определенных интервалах энергии частиц с последующим выделением участков повышенной радиоактивности.

По условиям применения радиометрические методы подразделяются [4]:

- на аэрометрические;
- наземные (автомобильные и пешеходные);
- глубинные (в шпурах, скважинах и разведочных горных выработках).

Аэрометрические методы - наиболее совершенные и скоростные методы поисков месторождений радиоактивных металлов. Они основаны на выявлении в приземном слое атмосферы радиационных гамма-ореолов урана (радия), тория и калия с помощью высокочувствительных радиометров-анализаторов [4].

Для проведения аэрогамма-спектрометрических съемок используется аппаратура повышенной чувствительности - комплексные аэрогеофизические станции типа АГС-70с, ГСА-75 и др., включающие в себя пятиканальный гамма-спектрометр, протонный магнитометр, электроразведочную аппаратуру по методу индукции, курсограф и высотограф. Для предварительной интерпретации данных с целью оперативного обнаружения и проверки аномалий используются специализированные бортовые или множительно-делительные устройства (БУК-4; МДУ; ИКА-2).



Для целей прогноза и поисков урановых и редкометалльных месторождений гамма-спектрометрическая аппаратура монтируется на самолетах или вертолетах [4]. Максимальная эффективность поисков обеспечивается при малых высотах наблюдений порядка 30-50 м, но не более 75 м, при скоростях полетов от 100 до 170 км/ч. Привязка наблюдений осуществляется визуально с применением подвижных ориентиров путем фотографирования последних или радиогодезическим способом (с применением системы "Поиск-М", "Глоннас", GPS-приемников) [8]. Обработка материалов аэрогамма-спектрометрических (АГСМ) наблюдений целесообразно проводить с использованием ЭВМ и компьютерной графики. Поправки вводятся за высоту полета, космическую составляющую остаточного фона, гамма-излучение продуктов атмосферного радона, экранирующее действие лесного покрова (по бонитету), влажность почв и эманирование горных пород.

Аэрогамма-спектрометрические съемки в масштабах 1:200 000-1:50 000 проводятся в урановорудных районах для совершенствования геологической основы поисков и выявления зон метасоматически измененных пород. Аэропоиски проводятся в масштабе 1:25 000 маршрутами через 250 м длиной до 30 км.

Для оценки перспектив ураноносности составляются карты изоконцентраций урана (радия), тория, калия и интегральной интенсивности гамма-полей. Сравнительное изучение таких карт способствует выявлению не только повышенных концентраций урановой (радиевой) природы, но также ореолов, зон и полей метасоматических изменений вмещающих пород, с которыми пространственно связаны многие редкометалльные и урановорудные поля. Среди неизмененных пород такие поля проявляются аномальными соотношениями радиоактивных элементов, маловероятными в статистическом и геохимическом смыслах для фоновой среды [2].

Наземная проверка аномалий и полей проводится с целью их оконтуривания и предварительной оценки [4]. В процессе проверки выясняется геологическая природа аномалий и полей урана, их радиохимические, структурные и минералого-геохимические особенности. Для этого участки аномалий изучаются автомобильной гамма-спектрометрической или пешеходной гамма-съемкой с гамма-спектрометрическими наблюдениями, в комплексе со схематическим геологическим, структурногеофизическим и геохимическим картированием масштаба 1:10 000.

Выявленные аномалии и поля оконтуриваются, закрепляются на местности, вскрываются поверхностными горными выработками и подвергаются выборочному опробованию на уран и элементы-спутники.

Автомобильные гамма- и гамма-спектрометрические поиски развились на основе аэро гамма-методов, заимствовав у них самопишущую аппаратуру и важнейшие теоретические положения метода [4]. Для проведения автомобильных гамма-поисков используются газоразрядные радиометры РА-69, а для автомобильных гамма-спектрометрических поисков - сцинтилляционные гамма-спектрометры АГС-3, которые монтируются на автомашинах ГАЗ-69, УАЗ-469 или на вездеходах.

Радиометр РА-69 обладает повышенной чувствительностью (не менее 65 имп./с на 7,2-10-14 А/кг) и обеспечивает возможность автоматической записи показаний в двух диапазонах до 1200 и 2400 имп./с. Четырехканальный сцинтилляционный гамма-спектрометр АГС-3 обладает чувствительностью интегрального канала около 100 имп./с на 7,2-10-14 А/кг и порогами чувствительности интегрального канала - 23,8-10<sup>4</sup> А/кг, уранового — 1,5-10<sup>4</sup> %, ториевого - 3,0-10<sup>4</sup> % и калиевого - 0,5 %. В комплексе с автогаммарadiометрами использовались топопривязчики ГАЗ-69-ТМГ, с помощью которых прокладывались и разбивались сети наблюдений, наносились на карту ориентиры и выполнялись топографические съемки. В

настоящее время используются GPS-приемники и компьютерные технологии обработки полученной информации.

Возможность применения автомобильных поисков ограничивается условиями проходимости местности.

На территории листа по данным наземной радиометрии [21], подтверждаемой результатами аэрогаммасъёмки, отмечается ряд гамма-аномалий интенсивностью до 400-1630 мкР/час. Загрязнение почв естественными радионуклидами урана и тория обусловлено развитием на территории гранитов идиомского комплекса и связанных с ними пегматитов, содержащих ортит, монацит и другие минералы радиоактивных элементов. В связи с этим для отражения эколого-геохимических особенностей территории дополнительно использовались данные площадной наземной радиометрической съёмки. При оценке уровня опасности радиогенных аномалий использовались градации мощности экспозиционной дозы (МЭД), в мкР/час, [7] 2020: степени загрязнения низкая – 20-55; средняя – 55-200; высокая – 200-400; очень высокая – более 400. На полотне ЭГК отстроены изолинии величин МЭД. Шаг изолиний соответствует утверждённым уровням загрязнения: очень низкому, низкому, среднему и высокому. Участки очень высокой радиоактивности (до 1230-1630 мкР/час) обнаруживаются локально в пределах пегматитовых жил, как правило, при детальном заверочных работах с шагом 0,5-1 м.

### **3.3 Создание эколого-геохимической карты**

Целью создания эколого-геохимической карты является оценка эколого-геохимического состояния территории ГХО-200.

Карта позволяет решать следующие задачи [10]:

- выделить и оконтурить ареалы химического загрязнения компонентов ПГС токсичными элементами и соединениями, установить его структуру и состав;
- оценить степень загрязнения компонентов ПГС с выделением территорий с неудовлетворительным эколого-геохимическим состоянием;

– выявить источники загрязнения, определить их природу.

Объектами картографирования и оценки являются зоны загрязнения компонентов ПГС.

Исходными материалами для составления карты являются собственные и ретроспективные аналитические данные, ландшафтная карта, топографическая основа, карты лесов и гослесфонда, схемы структур сельхозугодий, субъектов РФ, экономико–географические карты, карты полезных ископаемых и др [10].

Содержание карты включает: 1) природно–хозяйственные особенности территории; 2) загрязнение компонентов природно–геологической среды; 3) эколого–геохимическое состояние территории.

Слой «Природно-хозяйственные особенности ландшафтов» создается в соответствии с рекомендациями ГХО-2020. На слое отображается дифференциация территории по степени нарушенности природных ландшафтов, с выделением трех категорий: – природные, – природно-техногенные, – техногенные. Выносятся источники загрязнения. Каждому контуру территорий различной степени нарушенности ландшафтов присваивается буквенный индекс, цвет контуров и индексов – коричневый.

Районирование территории по природно–хозяйственным особенностям проводится путем её дифференциации на типы и подтипы хозяйственного использования. Типы (подтипы) объединяются по степени нарушенности структуры природных ландшафтов в три категории: 1) природные (ненарушенные), 2) природно–техногенные и 3) техногенные.

**Природные ландшафты** включают: природоохранные, лесохозяйственные (леса широкого пользования, резервные леса), сельскохозяйственные (пастбищные, сенокосные) и неосвоенные территории; **природно–техногенные ландшафты** – сельскохозяйственные (земледельческие) и лесохозяйственные (лесопромышленные) территории; **техногенные ландшафты** – селитебные, селитебно–промышленные и горнодобывающие в сочетании с геологоразведочными территориями.

Объекты природно-хозяйственного районирования оформляются в соответствие с настоящими «Методическими указаниями...». Каждому типу (подтипу) хозяйственного использования территории присваивается определенный буквенный индекс. Цвет их контуров и индексов коричневый.

*Загрязнение компонентов природно–геологической среды* показывает его наличие и распределение в почвах, донных отложениях и поверхностных водах. Для количественной оценки степени загрязнения в почвах и донных отложениях используется суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ). Для оценки загрязнения в поверхностных водах используется коэффициент Кпдк. Для оценки характера распределения загрязнения и состава загрязнителей каждого компонента ПГС строятся карты изолиний величин  $Z_c$  или Кпдк [5]. Шаг изолиний соответствует утвержденным уровням загрязнения – очень низкому, низкому, среднему, высокому и очень высокому. Зоны разных уровней загрязнения в различных компонентах ПГС покрываются соответствующей черной штриховкой различного наклона и частоты.

*Эколого–геохимическое состояние территории* показывает наличие и распределение зон неудовлетворительного экологического состояния. Они выделяются на основе данных о загрязнении компонентов ПГС. По уровню загрязнения компонентов ПГС [5, 6] выделяют зоны удовлетворительного, напряженного, критического, чрезвычайного и катастрофического состояния.

Зоны нумеруются арабскими (1, 2, 3, ...) цифрами. Порядок нумерации от верхнего левого угла к нижнему правому.

В зависимости от эколого–геохимического состояния, оцененного по уровню загрязнения компонентов ПГС, площади заливаются цветом (Прил. 1.16, блок 3). На карте рядом с контуром полигона помещается его номер и ассоциация элементов (не более пяти) с максимальными величинами  $K_c$  для компонентов, в которых проявлено загрязнение. Полностью ассоциации элементов–загрязнителей приводятся в кадастре.

Возможно создание дополнительных слоев по усмотрению исполнителей работ. Они могут отражать эколого–геохимические особенности компонентов ПГС, не отмеченных выше. Например, слои, отражающие природную экологическую опасность горных пород, распределение химических элементов в растениях, атмосферном воздухе и снеговых выпадениях, загрязнение компонентов природной среды искусственными (цезий–137) и естественными радионуклидами, нефтепродуктами, пестицидами и т.п.

В зарамочном поле карты помещается таблица «Кадастр зон загрязнения» (Граф. 6). В кадастр вносятся: номер полигона, его площадь, название компонента ПГС, геохимическая ассоциация элементов загрязнителей, значения  $Z_c$  или  $K_{пдк}$ , уровень загрязнения, природно–хозяйственные особенности, природа загрязнения.

Уровень загрязнения компонентов ПГС оценивается по элементам 1, 2, 3 и 4 классов опасности. Для этого используются показатели:

– для оценки загрязнения почв и донных отложений токсичными элементами –  $Z_c$ ,

– для оценки загрязнения поверхностных вод токсичными элементами и биогенными веществами ( $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) – ПДК и  $K_{пдк}$ ;

Суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) рассчитывается по формуле [5]:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1), \text{ где}$$

$K_c$  – коэффициент концентрации, определяемый, как отношение содержания элемента к его фоновому содержанию. Для расчета  $Z_c$  используются элементы с  $K_c \geq 2$ ,  $n$  – число аномальных элементов.

Геохимический фон химических элементов определяется по каждому массиву данных отдельно.

Показатель  $K_{пдк}$  рассчитывается по формуле:

$$K_{пдк} = C/ПДК (ОДК), \text{ где:}$$

$C$  – содержание элемента, ПДК – предельно–допустимые концентрации, ОДК – ориентировочно допустимые концентрации токсичных элементов.

Эколого–геохимическая карта создается в масштабе 1:200 000. Печатный макет карты составляется и оформляется в цифровом виде в ГИС-формате [10]. В зарамочном поле карты помещаются ее легенда и таблица «Кадастр зон загрязнения».

Цифровая модель эколого-геохимической карты состоит из нескольких векторных тематических слоев с атрибутами [1, 6].

В цифровую модель карты входят:

- слой площадных объектов, показывающий природно–хозяйственные особенности территории; его объекты показывают дифференциацию территории по типам и подтипам хозяйственного использования, Прил. 1.16, блок 1);

- слои полигональных объектов, показывающих ареалы загрязнения различных компонентов ПГС (отражают распределение величин  $Z_c$  в почвах и донных отложениях, и при наличии информации - Кпдк в поверхностных водах); строятся отдельно для каждого изученного компонента ПГС; в атрибуты объектов слоев обязательно заносятся состав загрязнителей, которые используются для подписей выделенных ареалов.

- слой полигональных объектов зон неудовлетворительного эколого–геохимического состояния (создается совмещением слоев ареалов загрязнений компонентов ПГС, с последующим их объединением в зоны),

- слой линейных объектов границ территорий с разным типом хозяйственного использования;

- слой линейных объектов границ территорий различного уровня загрязнений компонентов ПГС

- слой линейных объектов границ территорий неудовлетворительного эколого–геохимического состояния

Подписи объектов создаются средствами ГИС-программы, в которой оформляется печатный макет карты [10].

#### 4 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ КАРТЫ

По распределению рудогенных элементов-загрязнителей 1-3 классов опасности в почвах и донных отложениях на общем благоприятном экологическом фоне выделено три территории неудовлетворительного эколого-геохимического состояния.

1. Обширный участок от озёр Сугджар и Нерунда на западе до восточной рамки листа. Напряжённая эколого-геохимическая обстановка связана с выходами крупного Идюмского массива, петротипического для одноимённого плутонического комплекса, и с зонами гранитизации архейских метаморфитов в его экзоконтакте. На массиве в целом слабо повышен (20-42 мкР/час) радиационный фон. Повышенная до 60-80 и даже до 165-220 мкР/час радиоактивность отмечается в пределах Толаканского АГХП, перспективно -го на редкоземельную минерализацию в связи с пегматитами идюмского комплекса. Здесь весьма обильна тундрово-таёжная фауна: бурые медведи, северные олени (сокжой), озёрные чайки и др. Общее эколого-геохимическое состояние территории оценивается как напряжённое.

2. Истоки рек Аюмкан и Саргаканда, осевая часть Токинского Становика. Территория частично заходит в пределы Токинско-Станового национального парка, охватывая ареал обитания снежного барана. Здесь на общем фоне удовлетворительной эколого-геохимической обстановки присутствуют участки среднего загрязнения донных отложений такими элементами 2-3 классов опасности, как никель, кобальт, медь и хром. Предположительно загрязнение связано с роями даек гипербазитов кунманьёнского комплекса. Также отмечаются участки повышенного радиационного фона, который достигает 22 - 38 мкР/час. Это показания первого и второго диапазонов радиометра СРП-68-01, пребывание в зоне которых не опасно для человека и животных. В целом из-за локальности опасных участков земной коры и незначительности площади



особо охраняемой территории её состояние оценивается только как напряжённое.

3. Верховья рек Бол. Мутюки, Анегия, Купури и Салакит. Стабильно отмечается слабо повышенный, в пределах первого диапазона радиометра, радиационный фон, обусловленный выходами гранитов удско-зейского комплекса. Выявлены локальные участки слабо повышенных концентраций в донных отложениях таких элементов-загрязнителей 1-3 классов опасности, как никель, кобальт, медь, хром, марганец, бор, свинец, цинк и молибден, что связано со специализацией удско-зейского и ираканского комплексов. Повышенные концентрации бора связываются с зонами турмалинизации в экзоконтактах гранитных массивов этих комплексов. Высокое содержание в донных пробах никеля, хрома, кобальта и марганца ( $Zc = 45,4$ ) обнаруживается в приустьевой части р. Мал. Ам-нус (левый приток р. Купури). Вероятно обнаружение в пределах этой аномалии тела ги-пербазитов, что косвенно интерпретируется и по геофизическим данным. Общее эколого-геохимическое состояние территории оценивается как напряжённое.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лист N-52-VI расположен в координатах: 55°20' - 56°00' с. ш. и 131°00' - 132°00' в. д. В административном отношении он входит в состав Дальневосточного федерального округа РФ и находится на территориях Амурской области и Хабаровского края. Общая площадь листа – 4670,9 км<sup>2</sup>. Площадь работ расположена в пределах Станового хребта и его отрогов, протянувшегося в субширотном направлении и разделяющего листы на практически равные части.

Основной объём геологосъёмочных и поисковых работ в пределах листа N-52-VI осуществлён в 50-60-х годах прошлого века. Среднемасштабное картирование завершено в 1964 г., когда карта масштаба 1:200 000 была утверждена НРС ВСЕГЕИ. Все последующие геохимические работы проведены лишь в южной части листа, на территории Амурской области.

В 1981-1986 гг. южная половина листа была покрыта аэрофотогеологическим картированием масштаба 1:50 000. В южной части площади, в пределах Амурской области, проведена литохимическая съёмка масштаба 1:200 000 по потокам рассеяния с шагом опробования 500 м. Территория листа охвачена геолого-экологическими работами масштаба 1:1 000 000, проведёнными на территории Амурской области. В 2000 г. были завершены тематические работы по созданию геохимического атласа северной части Амурской области, проведённые в масштабе 1:500 000.

На территории листа картируются терригенные отложения учурской серии, омахтинской свиты (нижний рифей) и беркакитской (верхняя юра) свит; вулканогенные биранжинская и иковкинская толщи (нижний мел, апт-альб) и окононская (эоплейстоцен-средний квартал) свиты; аллювиальные, озёрные и ледниковые отложения квартала.

Проектируемый район расположен в зоне сочленения Алданского массива и Становой складчато-блоковой области (СБС) (рисунок 2),

тектоническая природа которой является одним из наиболее спорных вопросов геологии Дальнего Востока. Определяющей в тектонике территории является блоковая структура. Блоки, ограниченные крупными разломами, сложены разновозрастными метаморфическими и интрузивными формациями докембрия. Архейские структуры сформированы в результате трёх крупных тектонических этапов, каждый из которых включал осадконакопление, складчатость, метаморфизм и гранитообразование.

Площадь листа расположена на сочленении двух минерагенических провинций (МП): Алданской и Становой. В пределах Алданской МП выделяются следующие минерагенические зоны (МЗ): Тыркано-Учурская уран-редкометалльно-редкоземельная и Кун-Маньёнская платино-медно-никелевая потенциальная. В пределах последней оконтурен Туксани-Кукурский платино-медно-никелевый рудный узел потенциальный (ПРУ) с тремя потенциальными рудными полями (ПРП): Аюмканским, Борогонским и Утанахским. Кроме того, к выходам беркакитской свиты приурочена южная часть обширного Эльгинского каменноугольного района вне минерагенических зон.

В Становой МП на площади проектируемых листов располагается Северо-Становая молибденово-серебро-золоторудная МЗ с двумя рудными узлами: Окононским серебро-молибденово-золоторудным потенциальным и Купури-Майским серебро-молибденово-золоторудным.

В южной части площади, в пределах Амурской области, проведена литохимическая съёмка масштаба 1:200 000 по потокам рассеяния с шагом опробования 500 м. Пробы подвергались полуколичественному спектральному анализу на 36 элементов и золото. Была установлена система аномальных градаций содержаний элементов в донных осадках, которая учитывала как геохимический фон элементов, так и аномальные значения элементов для известных рудных объектов.

На территории листа по данным наземной радиометрии, подтверждаемой результатами аэрогаммасьёмки, отмечается ряд гамма-аномалий

интенсивностью до 400-1630 мкР/час. В связи с этим для отражения эколого-геохимических особенностей территории дополнительно использовались данные площадной наземной радиометрической съёмки.

Целью создания эколого–геохимической карты является оценка эколого–геохимического состояния территории ГХО–200.

Карта позволяет решать следующие задачи:

- выделить и оконтурить ареалы химического загрязнения компонентов ПГС токсичными элементами и соединениями, установить его структуру и состав;

- оценить степень загрязнения компонентов ПГС с выделением территорий с неудовлетворительным эколого–геохимическим состоянием;

- выявить источники загрязнения, определить их природу.

Объектами картографирования и оценки являются зоны загрязнения компонентов ПГС.

Исходными материалами для составления карты являются собственные и ретроспективные аналитические данные, ландшафтная карта, топографическая основа, карты лесов и гослесфонда, схемы структур сельхозугодий, субъектов РФ, экономико–географические карты, карты полезных ископаемых и др.

На основе обработки данных предшественников создана эколого-геохимическая карта, таким образом:

- выделены и оконтурены ореолы химического загрязнения компонентов ПГС токсичными элементами и соединениями, установлена его структура и состав;

- оценена степень загрязнения компонентов ПГС с выделением территорий с неудовлетворительным эколого–геохимическим состоянием;

- выявлены источники загрязнения, определена их природа.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Опубликованная

1. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Методология и технология современного анализа данных: учебное пособие / В.П. Боровиков. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. – 288 с.
2. Геохимия. Методические указания по выполнению лабораторных работ / Санкт-Петербургский горный ин-т. Сост.: А.Г. Марченко, В.В. Смоленский. СПб, 2006. 56 с.
3. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. – М.: Недра, 1983. – 191 с.
4. Кузнецов, А.И. Методика прогноза и поисков месторождений цветных металлов. / А.И. Кузнецов. - М. : ЦНИГРИ, 1987 – 257 с.
5. Михальчук, А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть I. Математические основы Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 103 с.
6. Михальчук, А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 150 с.
7. Питулько, В.М. Основы интерпретации данных поисковой геохимии. / В.М., Питулько, И.Н. Кришук. - Л.: Недра, 1990. - 336 с.
8. Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые). — М.: ВИЭМС, 1999.
9. Соколов, С.В. Структуры аномальных геохимических полей и прогноз оруденения. / С.В. Соколов. - СПб.: Наука, 1998. - 154 с.
10. Ткачев, Ю. А. Статистическая обработка геохимических данных: Методы и проблемы / Ю.А. Ткачев, Я.Э. Юдович; АН СССР. Коми филиал. Институт геологии. – М. : Наука, 1975. – 234 с.

## Фондовая литература

11. Владимиров, А.М. Отчёт о результатах работ, выполненных по объекту «Гравиметрическая съёмка масштаба 1:200 000 на Верхне-Зейской площади Амурской области и Хабаровского края (лист N-52-VI; общая площадь 7800 кв. км)». / А.М. Владимиров. – Хабаровск: ОАО «Дальгеофизика», 2013. – 332 л.

12. Волкова, Ю.Р. Отчёт о результатах работ по объекту «Выполнение картосоставительских работ в пределах листа N-52-VII (Унахинская площадь), 1-2 этапы». / Ю.Р. Волкова – Благовещенск: ФГБУ «ВСЕГЕИ», АО ДВ ПГО, 2018.–442 л.

13. Гамалея, Ю.Н. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна верхнего и среднего течения р. Кун-Маньё. Лист N-53-I. / Ю.Н. Гамалея. - Алдан: ВАГТ, 1961. - 772 с.

14. Гиммельфарб, Г.Б. Геологическая карта и карта полезных ископаемых СССР м-ба 1:200 000. Лист N-52-VI. / Г.Б. Гиммельфарб. - М.: ВАГТ, 1964. - 114 с.

15. Гиммельфарб, Г.Б. Геологическое строение и полезные ископаемые верховьев рек Май-Половинной, Зеи, Купури. Лист N-52-VI. / Г.Б. Гиммельфарб. - М.: ВАГТ, 1961. - 584 с.

16. Гурьянов, В.А. Легенда и объяснительная записка к легенде Джугджурской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). / В.А. Гурьянов. - Хабаровск: ХГГП, 1998. - 106 с.

17. Домчак, В.В. Отчёт партии № 3 по литохимической съёмке масштаба 1:200 000 на Верхнезейской и Притуранской (Северная часть) площадях за 1990 г. / В.В. Домчак. - Александров: ОМЭ «Центргеофизика», 1991. - 385 л.

18. Домчак, В.В. Отчёт партии 3/91-93 по литохимической съёмке масштаба 1:200 000 на Амуро-Зейской площади за 1991-94 гг. / В.В. Домчак. - Александров: ГПОМЭ, 1996. - 675 с.
19. Ельянов, А.А. Аэрофотогеологическое картирование масштаба 1:50.000. Листы N-52-20, 21, 22, 23, 24, 32-А, Б, Г; 33, 34-А, Б; 35-А, Б; 36. / А.А. Ельянов. - М.: Аэрогеология, 1986. - 970 с.
20. Жуковская, А.А. Отчёт по геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:1 000 000 территории Амурской области. (Объект «Геоэкологический»). / А.А. Жуковская. - Благовещенск: ФГУГП «Амургеология», 1999. - 952 с.
21. Казмин, Ю.Б. Геологическое строение и полезные ископаемые вост. части Станового хребта - бассейнов р. Утук и верховьев р. Туксани (северная половина листа N-52-V). / Ю.Б. Казмин. - М.: ВАГТ, 1960. - 449 с.
22. Лобов, А.И. Комплексные прогнозно-минерагенические исследования территории Амурской области масштаба 1:500 000 (Объект «ГМК-500» за 1991-1996 гг). / А.И. Лобов. – Хабаровск: Таёжная ГЭ, 1996.- 2913 л.
23. Матвеев, А.В. Отчёт о результатах работ, выполненных по объекту: «Гравиметрическая съёмка масштаба 1:200 000 на Туксанийской площади Амурской области и Республики Саха (Якутия) (лист N-52-V; общая площадь 5 500 кв. км)». / А.В. Матвеев. – Хабаровск: ОАО «Дальгеофизика», 2014.
24. Микаилов, Б.А. Материалы к государственной геологической карте СССР м-ба 1:200 000 (южная половина листа N-52-V). Геологическое строение и полезные ископаемые верховьев рек Зеи и Оконона. (Отчёт о работе партии № 5 за 1960 г.). / Б.А. Микаилов – М.: ВАГТ, 1961.– 617 с.
25. Петрук, Н.Н. Легенда Становой серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). / Н.Н. Петрук. - Благовещенск: 1998. – 123 с.

26. Синеокий, Д.А. Информационный отчёт о результатах незавершённых работ по поискам и оценке месторождений рудного золота в пределах Околон-Майского потенциального рудного узла в 2000-2001 гг. Объект «Джугдырский». (Зейский р-н, N-52-VI, XII). / Д.А. Синеокий. – Хабаровск: ЗАО а/с «Амур», 2002. - 95 л.

27. Соколов, С.В. Систематизация данных региональных геохимических работ, создание геохимического атласа северной части Амурской области, совершенствование методики составления геохимических карт, прогнозно-геохимических оценок объектов в ранге рудного района, узла, поля (отчёт по теме № 007). / С.В. Соколов. - Благовещенск: ГПП «Амургеология», 1996

28. Соколов, С.В. Отчёт по теме № 010-97: «Создание геохимического атласа центральной части Амурской области, прогнозно-геохимическая оценка Северного Приамурья». Объект «Геохимический-97». / С.В. Соколов. – Благовещенск: ФГУПП «Амургеология», 2000. - 1162 с.