**ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**на геофизическую основу масштаба 1: 200 000 по листу M-45-XVII (Ортолыкская площадь),** **созданную в рамках объекта «Проведение в 2023-2025 годах региональных геолого-съемочных работ масштаба 1:200 000 на группу листов в пределах Сибирского федерального округа» (Государственное задание №049-00017-23-01 от 10.01.2023 г. в редакции №049-00017-23-02 от 08.06.2023 г.)**

организация-составитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского» (ФГБУ «Институт Карпинского»)

**Исполнители -** коллектив сотрудниковФГБУ «Институт Карпинского»: Зубов Е.И., Лохов Д.К., Домбровская Н.А., Кострикова Ю.С., Васильева С.И.

Рассмотрение материалов ГФО-200 проведено на основании их соответствия с проектом «Требований к опережающей геофизической основе Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 второе издание), 2013 год).

Эксперту был представлен полный комплект ГФО-200 по листу M-45-XVII (Ортолыкская площадь) в цифровом и печатном виде: Объяснительная записка, паспорт комплекта и графические приложения М1:200 000 в количестве 21 (гравиметрическая карта, карта аномального магнитного поля, схема прогноза на профилирующие твердые полезные ископаемые и схема комплексной интерпретации, карты содержания РАЭ, геолого-геофизический разрез по линии А1-А3 и трансформации потенциальных полей) и 2 графических приложения в масштабе М1:500 000 (карта аномального магнитного поля и схема гравитационных аномалий).

**Объяснительная записка** состоит из введения, заключения и 6 основных разделов, согласно типовому содержанию.

**Введение** содержит краткие сведения о геофизической изученности и исходных материалах, использованных при составлении геофизической основы по листу, о создании комплекта цифровых карт, перечислены используемое ПО (Oasis montaj v.7.1), ИАС «Геофизика», ГИС «ИНТЕГРО» и геоинформационных систем ArcMap (Версия 10) и пакета Surfer-13, освящены основные задачи создания ГФО.

**В первом разделе – Характеристика геофизических материалов** – авторами обстоятельно изложена информация о геофизической изученности рассматриваемой площади. В тексте объяснительной записки в хронологическом порядке пометодно описаны проведенные в рамках данной площади, аэромагнитные, гравиметрические, радиометрические и сейсморазведочные работы. Текст сопровождается картограммами изученности с атрибутивными таблицами, в которых отражены основные характеристики работ и форма хранения отчетных данных.

Сведения о физических свойствах горных пород (плотностные, магнитные, радиометрические, радиогеохимические) приведены из производственных отчетов ПГО Запсибгеологии (Мамонтов, 1981ф; Мамонтов, Шемендюк, 1982ф; Мамонтов, Шемендюк, Пахомов, 1986ф; Галанский, Лященко, 1992ф)

*1) Магнитометрические данные:*

Данный лист, а также его обрамление, полностью обеспечен средне- и крупномасштабными аэромагнитными съемками.

- вся территория листа исследована среднемасштабной аэромагнитной съемкой АМС М1:200 000, выполненной Западным геофизическим трестом в 1957 году. Съёмка проведена на высоте 500-600 м, среднеквадратичная погрешность составила ±25 нТл.

- исследование крупномасштабными съемками М1:25 000 - 1:50 000 выполнялось с начала 60-х силами Минусинской комплексной экспедиции Красноярского ГУ, Западно-Сибирским ГУ и продолжалось ПГО «Запсибгеология» по 1986 год. В результате вся площадь листа была покрыта крупномасштабными исследованиями. Съемки проводились с использованием аэромагнитометров АГСМ-25, АСГ-45, АММ-13 и ММС-214. Высота полета для съемок 60-х годов составляла 25 – 500 м, а для более поздних, выполненных ПГО «Запсибгеология» 50– 75 м, с применением методики полета по изолиниям рельефа местности. СКП съемок на большей части площади не превышает ±10 нТл.

*2) Гравиметрические данные:*

Территория исследований полностью покрыта гравиметрическими съемками масштаба 1:200 000 среднего качества, выполненными ПГО "Запсибгеология" в 1980-83 гг. Результаты данных гравиметрических съемок послужили основой для создания в 1991 году Государственной гравиметрической карты масштаба 1:200 000. Крупномасштабных исследований на данной площади не проводилось.

*3)Радиометрические и радиоэкологические работы:*

Площадь листа полностью обеспечена крупномасштабными аэрогамма-спектрометрическими съемками. В период с 1978 по 1986 год весь лист M-45-XVII был покрыт кондиционными съемками масштаба 1:25 000, выполненными ПГО «Запсибгеология» с использованием АСГ-71с.

*4) Сейсморазведочные работы:*

Сейсморазведочные исследования на изучаемой площади не выполнялись

***Комментарии к разделу 1:***

- для составления цифровой модели аномального магнитного поля на территорию листа M-45-XVII использованы аналоговые отчётные материалы в виде карт изолиний масштаба 1:25 000, сечением 25 и 50 нТл, заимствованные из отчетов исследований ПГО " Запсибгеология" масштаба 1:25 000, выполненных в 1978 и 1986 гг. Для создания обрамления листа использовалась сводная цифровая модель аномального магнитного поля (500×500 м) из комплекта ГФО-1000 (2001 г.) по листу M-45, составленная специалистами ВИРГ-Рудгеофизика.

- для создания цифровой модели гравиметрической основы по листу M-45-XVII использовались оцифрованные значений аномалий поля силы тяжести с плотностью промежуточного слоя 2.67 г/см3 и 2.30 г/см3 (уровень условный) в пунктах гравиметрических наблюдений с изданной гравиметрической карты (1991 г), полученные в цифровом виде из Московского филиала Института Карпинского в виде файла формата \*.xyz. За неимением крупномасштабных измерений на рассматриваемой площади эти материалы были использованы для создания итоговой цифровой модели АГП листа M-45-XVII.

- радиометрические модели быи составлены на основе аналоговых отчетных карт изолиний радиометрических полей масштаба 1:25 000, заимствованных из отчетов крупномасштабных комплексных исследований ПГО "Запсибгеология", выполненных в 1978 по 1986 гг.

- выполнен исчерпывающий анализ ранее проведенных работ на территории листа;

- данные по физическим свойствам пород (магнитной восприимчивости, плотности и радиоактивности) представленные в тексте, заимствованы из производственных отчетов ПГО «Запсибгеология» [Мамонтов, 1981ф; Мамонтов, Шемендюк, 1982ф; Мамонтов, Шемендюк, Пахомов, 1986ф; Галанский, Лященко, 1992ф], а также Новокузнецкой комплексной геолого-геофизической экспедиции.

**Замечаний к разделу нет.**

**В разделе 2 –Методика обработки данных и построения карт** – подробно изложены основные положения использованных технологий оцифровки аналоговых карт изолиний аэромагнитных данных, обработки цифровых материалов, создания цифровых моделей потенциальных полей и построения карт.

*Магнитометрические данные:*

Технология создания сводной цифровой модели (ЦМ) аномального магнитного поля включала в себя последовательное выполнение следующих операций:

- векторизация аналоговых карт изолиний по крупномасштабным съемкам, в результате которой были сформированы матрица АМП по сети 100х100м;

- анализ и оценка качества векторизованных материалов;

- приведение АМП в пределах отдельных площадей к уровню цифровой модели (матрицы) карты аномального магнитного поля территории РФ масштаба 1:2 500 000 приведенной к уровню нормального поля Земли (*Т*н) 1965 года (модель ВСЕГЕИ) [Макарова, 1977]. Указанная процедура внешней увязки проводилась в два этапа. На первом этапе к уровню нормального поля 1965 года были приведены среднемасштабные материалы поверхностями первого порядка. На втором этапе к среднемасштабным данным приводились материалы крупномасштабных исследований, аналогичным способом поверхностями первого порядка.

Итоговая сводная матрица аномального магнитного поля на лист была сформирована путем последовательного встраивания в базовую матрицу цифровых моделей, полученных по результатам обработки данных участков крупномасштабных съемок. Для проверки соответствия уровня итоговой сводной матрицы АМП авторами, по стандартной методике, выполнено сопоставление данной модели с цифровой моделью, построенной по среднемасштабны данным, а также с картой масштаба 1:2 500 000, по двум диагональным профилям, пересекающим лист M-45-XVII из угла в угол.

На завершающем этапе была вырезана итоговая матрица по сети 100×100 м, для листа M-45-XVII с обрамлением в проекции 2011 года (ГСК-2011) с осевым меридианом 88°30´ в. д., которая представлена в третьем информационном уровне магнитометрической базы данных ГФО-200.

Данная цифровая модель поля совместно с цифровой топоосновой листа образует подготовленную для печати цифровую карту геофизического поля (макет печати).

Отредактированные и приведенные к нормальному магнитному полю Земли (Тн) 1965 года цифровые модели (Δ***Т***)а по участкам крупномасштабных съемок размещены во 2-ом информационном уровне БД ГФО.

*Радиометрические данные:*

В качестве исходных данных были использованы значения, оцифрованные в процессе выполнения работ с аналоговых отчётных материалов в виде карт изолиний масштаба 1:25 000, заимствованных из отчетов крупномасштабных исследованиях ПГО "Запсибгеология " масштаба 1:25 000 выполненных в 1978 и 1986 гг. Контроль качества полученных по данным материалам цифровых моделей проводился путем визуального анализа карт содержаний РЭ и их трансформант (бинарные отношения, радиогеохимическая зональность, выделенная методом АРК). Внутренняя увязка потребовалась только одному участку у южной границы листа, для чего для снижения радоновой помехи в пределах пониженной части рельефа в содержания урана была введена отрицательная поправка.

Внешняя увязка полученных моделей выполнялась методом перекрытий, за базовый уровень были приняты уровни содержаний РЭ и значений МЭД на ранее векторизованном и увязанном Чуйском участке (Асламов и др. 2004 г). В местах перекрытия данных различных по масштабу и точности поправка вводилась в менее качественные или более мелкомасштабные данные. Цифровые модели, прошедшие процедуры внешней и внутренней увязки помещены во второй информационный уровень БД ГФО. На их основе составлены сводные цифровые модели U, Th, K, МЭД по листу М-45-XVII с обрамлением.

*Гравиметрические данные:*

В качестве исходных данных были использованы значения (Δg)Б в пунктах наблюдений Государственной гравиметрической карты масштаба 1:200 000 (1991), хранящиеся в цифровом виде (файлы формата XYZ) в банке “Полевая геофизика” СПЕЦ ИКЦ и полученные из Московского Филиала Института Карпинского.

На основе значений в пунктах наблюдений выполнен расчет модели аномалий силы тяжести в редукции Буге с плотностью промежуточного слоя 2.67 г/см3 в условном уровне по сети 1000×1000 м, которая затем была пересчитана в сеть 100×100 м.

Оформление графических приложении (раскраска, построение изолиний, создание градусной сетки, совмещение с топографической основой) выполнялось средствами пакета ArcМар (версия 10.0). В комплекте представлена гравиметрическая карта в редукции Буге с плотностью промежуточного слоя 2.67 г/см3 в условном уровне.

Цифровые карты аномального поля силы тяжести составлены в прямоугольных координатах Государственной геодезической системы 2011 года (ГСК-2011) с осевым меридианом двухсоттысячного листа.

***Комментарии к разделу 2:***

Авторами был выполнен анализ используемых геофизических материалов, подробно изложены и хорошо проиллюстрированы все этапы обработки данных, отражающие шаги выполненных операций. В рассматриваемой работе использованы все доступные аэромагнитные, радиометрические и гравиметрические материалы, в том числе все имеющиеся на листе крупномасштабные данные.

**Замечаний к разделу нет**.

**Раздел 3 – Методика расчета трансформант и выполнения интерпретационных построений** – посвящена методике расчета трансформации, составлению результативной схемы комплексной интерпретации и геолого-геофизического разреза. В тексте подробно описаны традиционные методики обработки геофизических материалов. На основе итоговых сводных моделей магнитного и гравитационного полей (Буге 267) были рассчитаны: модули горизонтальной и вертикальной составляющей градиентов потенциальных полей, региональные и локальные составляющие. На основе моделей радиометрических полей были рассчитаны как стандартные преобразования в виде бинарных отношений, так была выполнена оценка методом «АРК» (Аэро Радиохимическое Картирование) по полному полю содержания РЭ, в результате чего была получена модель радиогеохимической зональности площади. Вычисление градиентов производилось программными средствами ИАС «Геофизика». Разделение потенциальных полей на локальную и региональную составляющие проводилось с использованием процедуры пересчёта в верхнее полупространство. Высота пересчета для АМП составила 1500 м, для АГП – 3500 м. На основе расчетных матриц трансформант геофизических полей средствами ArcMAP 10 были составлены и оформлены макеты карт трансформаций масштаба 1:200 000 в рамках листа М-45-XVII.

Помимо этого, авторами были выполнены дополнительные преобразования потенциальных полей, направленные на выделение и прослеживание линеаментов, а также районирование геофизических полей, с использованием программы двумерной классификации «Klass», входящей в интерпретационно-аналитическую систему (ИАС) «Геофизика» (Зеленецкий Д. С. и др., 2008 ф). Результаты данных преобразований были использованы при картировании разломов, уточнении структурно-тектонической схемы и составлении геолого-геофизических разрезов.

Для оценки глубинного строения построен геолого-геофизический разрез по линии синтетического профиля А1-А3 пересекающий наиболее значимые структурные элементы площади и области высоких градиентов магнитного и гравитационного полей под углом, близким к прямому. Геолого-геофизический разрез построен до глубины 4 км. При моделировании осуществлялся подбор плотности, намагниченностей и геометрии источников, образующих аномалии в разрезе, компенсирующих наблюденные аномалии магнитного и гравитационного полей. При построении его использовались сведения о физических свойствах горных пород, собранные авторами из производственных отчетов.

Выполнение комплексной интерпретации геофизических данных основывается на анализе созданных итоговых сводных моделей потенциальных полей и их трансформаций, а также сведений о физических свойствах горных пород, информации из геологической карты, тектонической схемы по району работ, информации о геолого-геофизических моделях по данным предшественников из отчетов предшественников. На первом этапе авторами выполнялось районирование геофизических полей традиционными методами анализа по низкочастотным составляющим, которые отражают особенности строения площади на региональном уровне. На втором этапе осуществлялся анализ высокочастотных составляющих. По их анализу авторами выделялись конкретные стратифицированные толщи и интрузивные тела, в том числе – вскрытыми эрозией и подтвержденными результатами геолого-съемочных работ. Для оценки радиогеохимической специализации авторы использовали модели результатам анализа полей РАЭ методом «АРК». По итоговой цифровой модели зональности составлено отдельное цифровое приложение – карта радиогеохимической зональности. В целом интерпретационные построения выполнялись по уже устоявшейся в коллективе авторов методике.

В конце подраздела описывается методика выполнения прогнозных построений, которая была выполнена также в два этапа. Первый этап включал в себя выполнение предварительного качественного анализа комплексных данных (АМС, ГР и АСГС) и определения геофизических признаков локализации искомого оруденения. На втором этапе была проведена количественная оценка выбранных признаков и выполнена локализация перспективной площади по технологии, основанной на принципах распознавания.

Раздел проиллюстрирован рисунками, на которых представлены все рассчитанные трансформации потенциальных полей, в том числе касающиеся расчета локальных и региональных составляющих.

**Замечаний к разделу нет.**

**Раздел 4** – **Результаты интерпретации комплекса геофизических данных**-посвящен результатам интерпретации комплекса геофизических данных и построению схемы прогноза на Au, Ag, W и Ве оруденение по геофизическим данным.

В начале раздела дана краткая характеристика геологического строения территории исследований, приводиться подробное описание магматических и метаморфических образований, встречающихся на площади листа. Приведены описание характеристик тектонического строения площади.

В геологическом разрезе территории выделяются следующие стратифицированные образования: Рифейские образования, представленные метаморфизованными базальтами, кварцитами и известняками. Венд-нижнекембрийские породы, представленные вулканогенно-осадочные образования (туфы, туффиты, сланцы, песчаники, известняки, аргиллиты); Кембрийские образования, представленные терригенными породами, преимущественно песчаниками и алевролитами; Ордовик-силурийские отложения, представленные конгломератами, песчаниками и алевролитами; Девонские, представленные риолитами, дацитами и туфами. Образования карбона и юры, представленные конгломератами, песчаниками, алевролитами и пластами каменного угля. Породы палеогена и неогена включающие в себя преимущественно озёрные отложения: глины, пески, алевриты и гравий. Четвертичные образования представлены современными ледниковыми, озёрно-ледниковыми, озёрными и аллювиальными отложениями (пески, алеврит, галечники, гравийники, валунники, морена).

В разделе подробно описана методика картирования разрывных нарушений по комплексу геофизических данных, а также аспекты районирования территории и выделения локальных аномальных объектов по комплексному анализу геофизических данных.

Раздельно приведено описание построения схемы прогноза на Au, Ag, W и Ве виды оруденения. Схема прогноза была составлена авторами на формализованной количественной оценке информативности выбранных признаков при выделении эталонных объектов методом ИПС (информационные параметры сходства). Для контроля использованы литохимические аномалии золота, серебра и вольфрама, взятые с «Предвари-тельной регистрационной карты полезных ископаемых и закономерностей их размещения листа M-45-XVII», составленной Плешановой В. М. (АО «Сибирское ПГО», 2024 г.). Раздел широко проиллюстрирован картами параметров сходства исследуемой площади с эталонными объектами на различные типы оруденения.

 **Замечаний к разделу нет.**

**Раздел 5 - посвящен описанию использованной топографической основы**.

**Раздел 6 –** **Состав и структура цифровых материалов**, посвящен описанию состава и структуры цифровых и картографических материалов.

В **Заключении** весьма подробно освящены основные результаты проделанной работы по созданию ГФО-200 и результаты по итогам проведенной интерпретации.

**Графические приложения.** В комплекте ГФО-200 по листу M-45-XVII (Ортолыкская площадь) вошли карты масштаба 1:200 000:

1. Карта изолиний аномального магнитного поля (Δ*Т*)а

2. Гравиметрическая карта (редукция Буге, плотность промежуточного слоя 2,67 г/см3, уровень условный)

3. Карта мощности экспозиционной дозы суммарного гамма-излучения

4. Карта содержаний калия

5. Карта содержаний тория

6. Карта содержаний урана

7. Карта локальной составляющей аномального магнитного поля

8. Карта изолиний локальной составляющей поля силы тяжести

9. Карта модуля горизонтальной составляющей градиента аномального магнитного поля

10. Карта модуля горизонтальной составляющей градиента поля силы тяжести

11. Карта изолиний вертикальной составляющей градиента поля силы тяжести

12. Карта региональной составляющей аномального магнитного поля

13. Карта изолиний региональной составляющей поля силы тяжести

14. Карта отношения содержаний Th/U

15. Карта отношения содержаний Th/K

16. Карта отношения содержаний U/K

17. Карта параметра F = U×K/Th

18. Карта радиогеохимической зональности (параметр SΔ, технология «АРК»)

19. Схема предварительной комплексной интерпретации геофизических данных

20. Геолого-геофизический разрез по линии А1-А2-А3

21. Схема прогноза на Au, Ag, W, Be оруденение по геофизическим данным

Карты масштаба 1:500 000

1. Карта аномального магнитного поля

2. Схема гравитационных аномалий

Приложения оформлены аккуратно, зарамочное оформление карт выполнено в едином стиле.

**Замечаний к графическим приложениям нет**

**Заключение**

Представленная опережающая геофизическая основа по листу M-45-XVII составлена на высоком уровне в соответствии с основными положениями нормативных и рекомендательных документов. Для создания геофизической основы привлечены кондиционные магнитометрические, аэрогамма-спектрометрические и гравиметрические материалы, обработанные на высоком техническом и профессиональном уровне, выполнено построение необходимых карт и их трансформаций. Авторами проведено объемная работа по сбору и анализу имеющихся сведений о геологическом строении площади и помимо схемы интерпретации составлена схема прогноза на профилирующие виды твердых полезных ископаемых. Созданный комплект ГФО-200 по листу M-45-XVII (Ортолыкская площадь) может быть представлен к рассмотрению на Геофизической секции НРС.

Эксперт - Зам. нач. отдела региональной

геофизики и геофизической

картографии ФГБУ «Институт Карпинского» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Е.А. Белов)

18 декабря 2024