

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 109 страниц машинописного текста состоит из 36 рисунков, 16 таблиц, 1 графического приложения.

Ключевые слова: электроразведка, магниторазведка, кажущееся сопротивление, поляризуемость, магнитное поле, геоданные.

Объектом исследования является золоторудная минерализация.

Цель работы: подбор комплекса методов для проведения наземных геофизических работ в пределах Макаровской площади Усинского золоторудного узла.

В процессе исследования проводился анализ данных геофизических работ прошлых лет, проектирование комплекса методов для дальнейшего изучения Макаровской площади.

В результате исследования был сделан анализ полученных данных и подобран оптимальный комплекс методов для данной местности. Так же были использованы специальные геоинформационные системы для наглядного представления результатов и их интерпретации.

Область применения: полученные геоданные данные и результаты могут быть использованы заинтересованными организациями для дальнейшего изучения и разработки.

ESSAY

Final qualifying work of 109 pages of typewritten text consists of 36 figures, 16 tables, 1 graphics application.

Key words: electromagnetics, magnetic, apparent resistivity, polarizability magnetic field reporting.

The object of this study is to gold mineralization.

Objective: To set the selection method for ground geophysical surveys within the Makarov area Usinskoye gold unit.

The study was conducted geophysical surveys of previous years data analysis, design of complex methods to further explore the Makarov area.

The research data analysis was done and choose the optimum set of methods for the area. Also special geographic information system was used to visualize the results and their interpretation.

Scope: geodata derived data and the results can be used by the organizations concerned for further study and development.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ГРР – геологоразведочные работы;

ЗКП – зеленокаменный пояс;

ГР – глубинный разлом;

ФГМ – физико-геологическая модель;

ВП – вызванная поляризация;

МВС – магнитная вариационная станция;

КП – контрольный пункт;

ГПСМПО – геофизический провод со сталебронной токопроводящей жилой жилами в изоляции из полиэтилена, облегченный.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	14
1.1 Географо-экономическая характеристика района работ	14
1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность района	16
1.3 Геологическое строение района	21
1.3.1 Стратиграфия.....	21
1.3.2 Тектоника.....	26
1.3.3 Интрузивный магматизм	31
1.3.4 Полезные ископаемые	36
1.4 Физические свойства горных пород и руд и петрофизические комплексы	37
1.5 Анализ основных результатов геофизических работ прошлых лет ..	39
1.5.1 Магниторазведка.....	39
1.5.2 Электроразведка.....	41
2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	45
2.1 Выбор участка работ.....	45
2.2 Априорная ФГМ объекта и задачи работ	46
2.3 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса	49
2.4 Методика и техника полевых работ	50
2.4.1 Методика магниторазведочных работ	50
2.4.2 Методика геофизических работ методом ВП	51
2.5 Метрологическое обеспечение проектируемых работ.....	52
2.6 Топографические работы	52
2.7 Камеральные работы	53

2.8 Интерпретация геофизических данных	54
3 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	56
3.1 Основные сведения о комплексе спектрально-корреляционного анализа данных «Coscad 3D»	57
3.2 Программное обеспечение комплекса	59
3.3 Практические примеры	62
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	79
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	90
5.1 Профессиональная социальная безопасность	91
5.1.1 Анализ вредных факторов и мероприятий по их устранению	91
5.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятий по их устранению (техника безопасности).....	94
5.2 Экологическая безопасность	97
5.3 Безопасность в ЧС.....	99
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	106

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа составлена по материалам производственной преддипломной практики, в течение которой проводились геолого-геофизические работы на Макаровской площади Макаровского рудного узла Куртушибинской металлогенетической зоны в Ермаковском районе Красноярского края.

В настоящее время на юге Красноярского края золото из коренных месторождений не добывается, из-за отсутствия удовлетворительной золоторудной сырьевой базы. Вместе с тем, перспективы создания такой базы на этой территории очень высоки и, в первую очередь, за счет потенциала Усинского и Амыльского рудных районов Куртушибинской металлогенетической зоны Западного Саяна

Целью проектируемых геофизических работ в пределах Макаровской площади является локализация минерализованных зон с золото-сульфидно-кварцевым оруденением в вулканогенно-терригенных комплексах и разработка рекомендаций по направлению дальнейших ГГР.

Общая площадь района работ составляет 250 км².

Основным оценочным параметром являются аномалии физических полей, по которым в пределах района работ будут выявлены перспективные минерализованные зоны на аномальных участках.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Географо-экономическая характеристика района работ

По административной принадлежности площадь проведения поисковых работ входит в состав Ермаковского района Красноярского края (Рис.1.1).

Общая площадь района работ составляет 250 км² (Рис.1.1).

Основным географическим элементом района работ является Куртушибинский горный хребет, протягивающийся с юго-запада на северо-восток, представляющий собой непрерывную цепь гор с островерхими и плоскими вершинами, разделенными широкими седловинами, часто заболоченными. С северо-запада к нему прилегает Усинская внутригорная впадина. Склоны гор большей частью изрезанные, поросшие тайгой, иногда покрытые курумником, зачастую крутые (до 30-35⁰). Мощность делювиальных рыхлых отложений варьирует от 0,5 до 5 м, местами достигает 10 м.

Высотные отметки в бассейне р. Ус изменяются от 550 м (устье р. Синтерба) до 1715,7 м (водораздел верховьев р. Синтерба и р. Макаровка), относительные превышения составляют 200-500 м.

Климат района резко-континентальный. Он характеризуется снежной продолжительной зимой, высокими летними и низкими зимними температурами воздуха. По данным Усинской метеостанции колебания годовых температур в январе – до -50-55⁰С, максимальная – в июле +37⁰С. Господствующие направления ветров – западное и северо-западное.

Растительный мир района представлен типично горно-таежной растительностью. Горные склоны и водоразделы на участках с высотными отметками до 1700 м покрыты черневой тайгой, густым кустарником (багульник), часто образующим труднопроходимые заросли. Значительные площади представлены участками гарей и сухостоя с обильным буреломом. Древесная растительность тайги представлена сосной, елью, пихтой, лиственницей и кедром. В долинах рек распространены черемуха, ольха, рябина, тальник и черная смородина. Из ягод встречаются брусника, голубика и черника.

в любое время года. Пути сообщения внутри района плохие, представлены грунтовыми дорогами, лишь в сухое время года пригодны для автотранспорта. Немногочисленные тропы в горно-таежной местности трудно проходимы.

1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность района

В середине XIX столетия были получены первые сведения о геологическом строении бассейна р. Ус путешественниками – естествоиспытателями П.И. Крыловым (1892), А.И. Педашенко и И.П. Рачковским (1903) и др.

Россыпи золота по рекам Терешкина, Макаровка, Узюп, Иджим, Омул и их притокам обрабатывались старателями в 19-м веке, что способствовало изучению геологического строения района.

Западно-Сибирским геолого-гидрогеологическим трестом (Томашпольская, 1934) были проведены первые систематические работы, представленные геологической съемкой масштаба 1:500 000, изучением золотоносности района и массивов ультраосновных пород.

В 1958 г. экспедициями ВАГТа проведена геологическая съемка масштаба 1:200 000, материал которой послужил основой для составления Государственной геологической карты масштаба 1:200 000 листа N-46-XXXIV (Красильников и др.).[1; 2] (Рис 1.2).

Начиная с 1962 г., Геологосъемочной, Тувинской и Минусинской экспедицией КГУ, а в 1975-1977 гг. Узюпской ГСП (Минусинской экспедиции) проводились геологосъемочные работы масштаба 1:50 000. Широко используются материалы дешифрирования аэрофотоснимков и космических снимков, результаты интерпретации аэромагнитных съемок масштаба 1:50 000 и 1:25 000.

В 1975-1977 гг. на листах № 46-139-А, Б, В, Г, включающих Макаровскую площадь, экспедиции КГУ провела, геологическую съемку масштаба 1:50 000 [13]. В комплекс работ входят наземные геологические маршруты, литохимическое изучение по вторичным ореолам рассеяния,

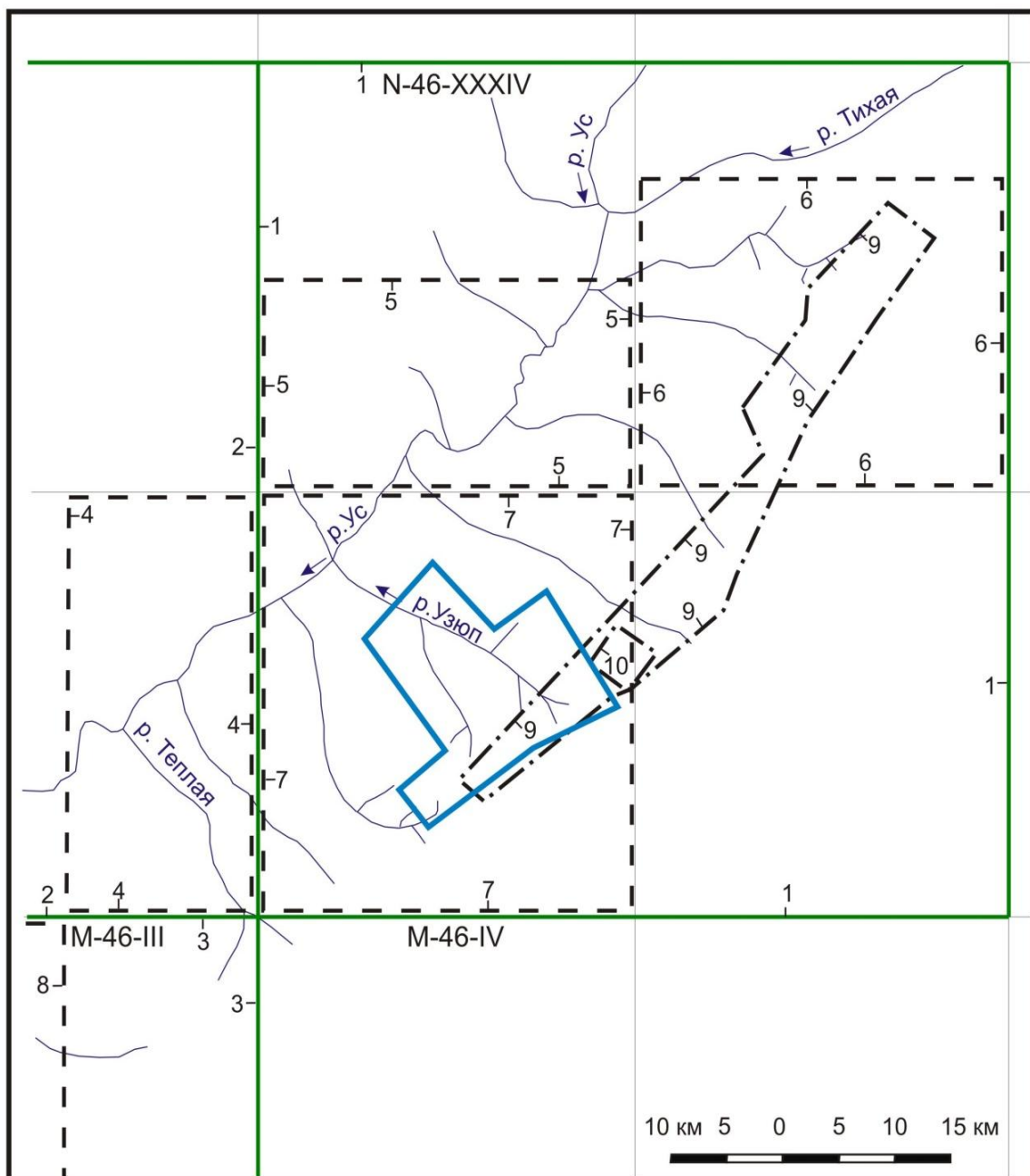
шлиховое, гидрохимическое, бороздовое и штурфовое опробование и поверхностные горные выработки (шурфы и канавы). Кроме того, для геологосъемочных и поисковых целей широко используются материалы дешифрирования аэрофотоснимков и космических снимков, результаты интерпретации аэромагнитных съемок масштаба 1:50 000 и 1:25 000. В результате этих работ установлены проявления золота с содержанием его от 0,1 до 0,4 г/т [13].

В 2007 г. на рассматриваемой площади ГПКК «КНИИГиМС» проведен небольшой объем поисково-ревизионных работ, включающих поисковые маршруты. Результатом стало выявление новых точек минерализации золота, приуроченных к узлам пересечения тектонических зон двух направлений, выделение рудоносных пачек пород, перспективных на поиски золотого оруденения, были намечены наиболее перспективные участки.

Началом систематических геофизических исследований можно считать 1958 г., когда была проведена аэромагнитная съемка масштаба 1:200 000 [9]. В районе Куртушибинского хребта были выявлены различные по размеру и интенсивности магнитные аномалии, соответствующие, в общих чертах, интрузивам основного и ультраосновного состава.

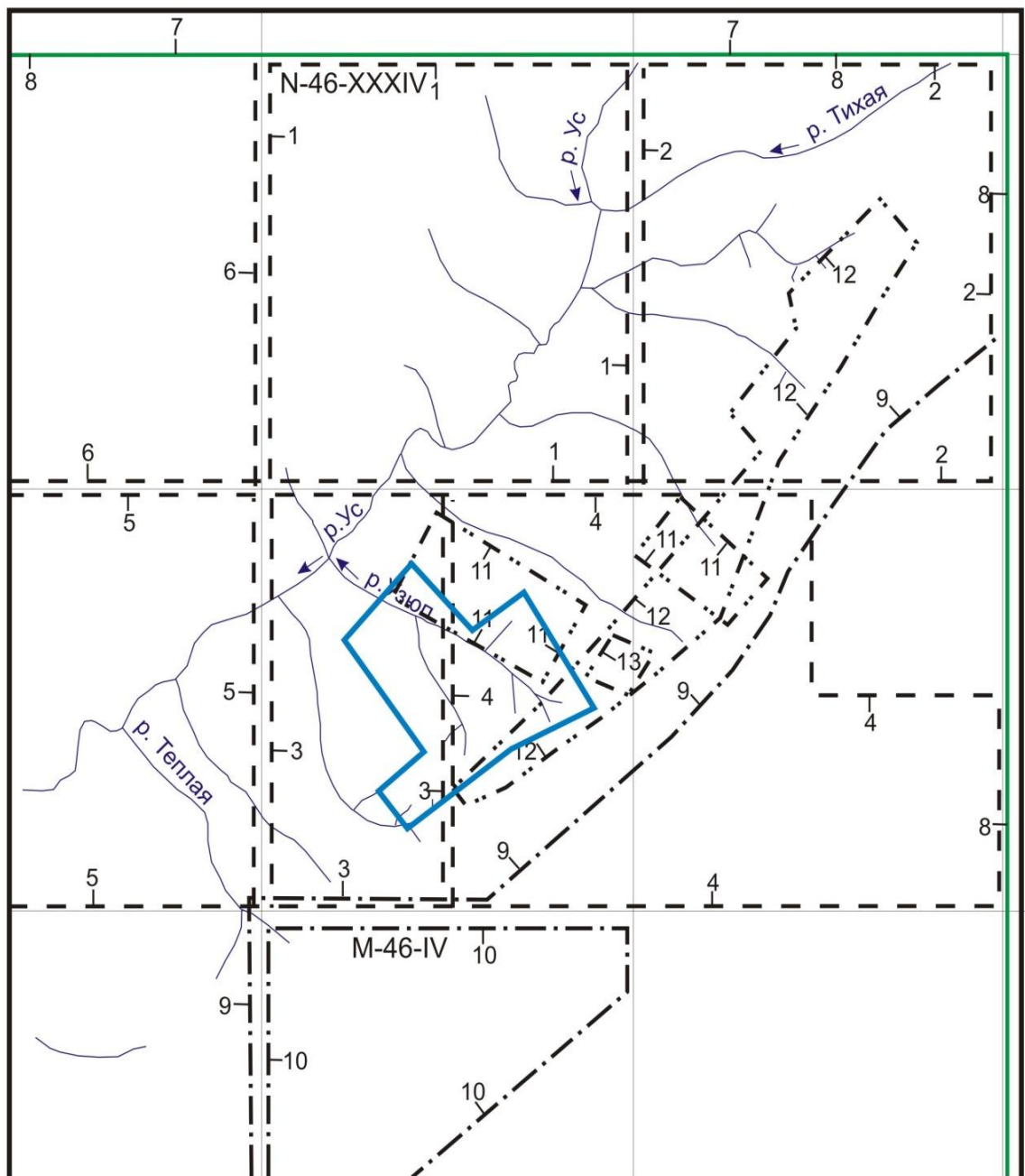
В 1958-1959 гг. Западного Саяна Саянская АГФП Хакасской экспедиции (Будницкий, 1960) провела аэромагнитную съемку масштаба 1:50 000 уже на более ограниченных площадях юго-восточной части (Рис. 1.3).

В 1959 г. Усинская ГФП Минусинской экспедиции провела в междуречье Иджим и Узюп наземные магниторазведочные работы масштаба 1:25 000 с целью проверки аэромагнитной аномалии (площадь 180 км², сеть наблюдений 500×600 м). Установлено, что магнитные аномалии вызваны телами гипербазитов.



- | | |
|---|--|
| <p>1 - Государственная геологическая съемка масштаба 1:200000</p> <p>2 - Красильников С.П., N-46-XXXIV, 1965 гг.</p> <p>3 - Адамович А.Ф., N-46-XXXIII, 1964 гг.</p> <p>4 - Александров Г.П., M-46-III, 1966 гг.</p> | <p>9 - Поисковые работы на хризотил-асбест</p> <p>9 - Сибилев А.К., 1964-1966 гг.</p> <p>10 - Листопадов М.П., 1970-1972 гг.</p> |
| <p>4 - Геологическая съемка масштаба 1:50000</p> <p>4 - Гребенщиков В.Н., N-46-138-Б,Г, 1967-1968 гг.</p> <p>5 - Шемпель Р.В., N-46-127-В,Г, 1969-1970 гг.</p> <p>6 - Сарбаа Я.В., N-46-128-А-в,г,Б-в,г,В,Г, 1970-1972 гг.</p> <p>7 - Федоров Ю.А., Зальцман В.Д., N-46-139-А,Б,В,Г, 1975-1977 гг.</p> <p>8 - Беззубцев В.В., M-46-5-Б,Г,6-А,В, 1962-1965 гг.</p> | <p>Участок поисковых работ (Макаровская площадь)</p> <p>Использованы материалы Минусинской ГРЭ (Томская, 2007)</p> |

Рисунок 1.2 – Картограмма геологической изученности Макаровской площади Усинского золоторудного района



- | | |
|--|--|
| <p> Аэромагнитная съемка масштаба 1:25000</p> <p>1 - Холяндра Л.И., Саранцев Ф.Г., N-46-127, 1970 г.
 2 - Холяндра Л.И., Саранцев Ф.Г., N-46-128, 1971 г.
 3 - Холяндра Л.И., Саранцев Ф.Г., N-46-139-А,В, 1984 г.
 4 - Холяндра Л.И., Саранцев Ф.Г., N-46-139-Б,Г, N-46-140-А,В,Г, 1972 г.
 5 - Холяндра Л.И., Саранцев Ф.Г., N-46-137,138, 1969 г.
 6 - Холяндра Л.И., Саранцев Ф.Г., N-46-113,114,125,126, 1984 г.</p> <p> Гравиметрическая съемка масштаба 1:200000</p> <p>7 - Ключко В.П., N-46-XXVII, XXVIII, XXIX, XXXV, 1987-1989 гг.
 8 - Ключко В.П., N-46-XXXIII, XXXIV, M-46-III,IV, 1990 г.</p> | <p> Аэромагнитная съемка масштаба 1:50000</p> <p>9 - Долингер Ю.А., 1958 г.
 10 - Скубицкий Г.И., 1959 г.</p> <p> Наземная магнитная съемка</p> <p>11 - Будницкий В.С., Масштаб 1:25000, 1959 г.
 12 - Сибилев А.К., Масштаб 1:25000, 1964-1966 гг.
 13 - Листопадов М.П., Масштаб 1:10000, 1970-1972 гг.</p> <p> Участок поисковых работ (Макаровская площадь)</p> <p><i>Использованы материалы Минусинской ГРЭ (Томская, 2007)</i></p> |
|--|--|

Рисунок 1.3 – Картограмма геофизической изученности Макаровской площади Усинского золоторудного района

В 1964-1966 гг. при поисках месторождений асбеста Хемчикская ГПП Тувинской экспедиции (А.К. Сибилев) провела наземную магнитную съемку масштаба 1:25000 на площади 409 км², охватившей северо-западный склон Куртушибинского хребта от верховьев р. Синтерба на юго-западе до верховьев р. Коярд на северо-востоке. В результате проведенных работ оконтурены массивы гипербазитов. Внутри аномального магнитного поля выделены участки отрицательных и низкоположительных значений, соответствующих высокомагнитным серпентинитам с перидотитовыми ядрами. Массивы гипербазитов представлены пластовыми залежами большого распространения на глубину с вертикальным тектоническим северо-западным контактом и крутопадающим (70°) к юго-востоку.

Карты магнитных аномалий в графиках и изолиниях ΔT_a были составлены в результате аэромагнитных съемок масштаба 1:25 000 практически на всю территорию Западного Саяна к концу 80-х годов XX столетия. Они использовались при проведении геологосъемочных и поисковых работ масштаба 1:50 000. Тела гипербазитов нашли свое отражение на этих картах в виде высокоградиентных магнитных аномалий в бассейне р. Ус.

Кроме магниторазведочных работ на территории Западного Саяна и, в том числе, в бассейне р. Ус проводилась гравиразведка. Так, в 1966-1969 гг. практически вся площадь Западного Саяна была покрыта гравиметрической съемкой масштаба 1:1 000 000 (Самков, 1970).

В итоге были построены кондиционные гравиметрические карты масштаба 1:200 000 в редукции Буге с плотностью промежуточного слоя 2,30 и 2,67 г/см³ и карты региональных и остаточных аномалий силы тяжести масштаба 1:500 000, получены новые данные о глубинном строении исследованной части Западного Саяна. Материалы не интерпретировались и не использовались применительно к оценке золотоносности.

1.3 Геологическое строение района

Макаровская поисковая площадь расположена в выделяемом в Макаровском рудном узле Куртушибинском зеленокаменном поясе в центральной его части и отвечающей ему Куртушибинской металлогенической зоне. Вулканогенно-осадочные отложения амьльской серии позднерифейского возраста, с метавулканитами мириолит-коматиит-базальтовой формации и интрузивами дунит-гарцбургитового иджимского комплекса широко развиты на ее площади. Также отмечены интрузивы джойского комплекса девонского возраста.

Куртушибинская металлогеническая зона имеет простое структурно-геологическое строение – это юго-восточное крыло Западно-Саянского антиклинория с преимущественным моноклиналим падением слоистости осадочно-вулканогенных отложений на юго-восток под углами 60-80°. Все золотоносные отложения амьльской серии приурочиваются вдоль него в зоне Куртушибинского глубинного разлома к нему. Они представляют собой зажатые внутри тектонических блоков узкие линейные складки высоких порядков. Наиболее четко выражены две системы дизъюнктивных нарушений: северо-восточного, согласная с направлением Куртушибинского глубинного разлома, и северо-западного простираний.

В пределах Куртушибинской металлогенической зоны выделены четыре золоторудных узла (с северо-востока на юго-запад): Верхнеамьльский, Коярдский, Макаровский и Хайлыкский. Последние три рудных узла выделяются в составе Усинского рудно-россыпного района. В пределах Макаровского рудного узла выделена Макаровская площадь в пределах которой проведены поисковые работы с оценкой прогнозных ресурсов золота по категории P₂.

1.3.1 Стратиграфия

Стратиграфия Макаровской площади, представленная осадочно-вулканогенными отложениями джебашской и амьльской (чингинской) серии и перекрывающими отложениями кембрия – силура базируется, главным

образом, на данных, полученных Ю.А. Федоровым, В.Д. Зальцманом (1978 г.), которые провели геологосъемочные работы масштаба 1:50 000 в бассейнах рек Иджим, Узюп, Макаровка, Тарлык и по разрезам рудовмещающих толщ, полученных в процессе изучения Хайлыкской, Коярдской, Амыльской и других золотоносных площадей Куртушибинской СФЗ коллективом ГПКК «КНИИГиМС» [11;12;13].

По результатам работ ГПКК «КНИИГиМС» (2006-2015 гг.) и с учетом материалов предшественников, авторы отчета на Макаровской площади Усинского рудного района выделяют следующие геологические подразделения (Рис. 1.4, Прил. 1):

- нерасчлененные метасланцы джебашской серии;
- сложно дислоцированный пакет кремнисто-вулканогенных и ультрамафитовых образований (чингинскую свиту), выделяемых авторами в:
 - - амыльскую серию [11], расчлененную, как и у предшественников [13], на три толщи, снизу-вверх: *омулскую, коярдскую и макаровскую*;
 - - нерасчлененные карбонатно-туфогенно-терригенные отложения кембрия (терешкинская свита раннего кембрия и аласугская серия среднего-верхнего кембрия), терригенные отложения федоровской (шиштыгской?) свиты (в наложенных структурах палеозойской активизации).

Метавулканыты, широко развитые в Куртушибинском зеленокаменном поясе (ЗКП), выделяются в *амыльский риолит-коматиит-базальтовый золотоносный комплекс верхнего рифея* (Рис. 1.4) [11;12].

Амыльская серия

Амыльская (чингинская серия) разделена на 3 согласные между собой толщи общей мощностью 3500 м.

Омульская свита (R_{3om}).

Омульская свита развита в среднем течении р. Узюп и низовьях р. Синтерба двумя узкими (ширина выходов не превышает 1-1,5 км) протяженными полосами. Серые и темно-серые глинисто-кремнистые сланцы в

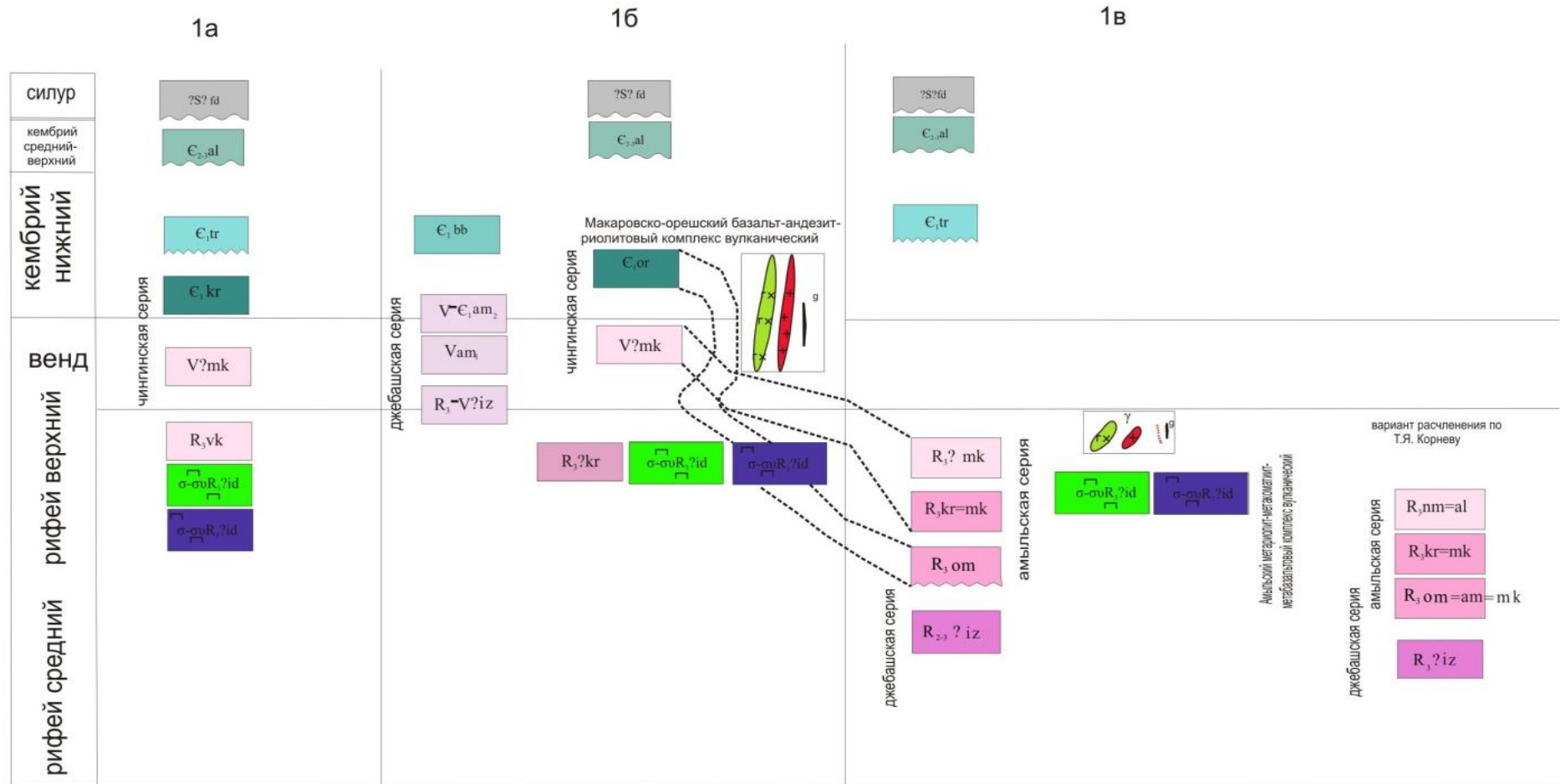


Рисунок 1.4 – Схема соотношения картографируемых объектов верхнего рифея–верхнего силура на Макаровской площади Усинского РР Куртушибинской СФЗ Западного Саяна по В.Д. Зальцману и др.,1994; ГГК- 1000, 2000 г.;

Легенде, 2002 г; авторам отчета, 2014 г.

Синтербинско-Узюпской подзоне являются доминирующими (порядка 80 %), подчиненным развитием в разрезе толщи пользуются массивные темно-зеленые палеобазальты (15-20 %), кремнистые (2 %) и углисто-глинисто-кремнистые сланцы (2-3 %). В ядре узкой антиклинальной структуры видимая мощность около 1000 м.

Коярдская свита (R_{3kr}).

Коярдская свита согласно залегает на сланцевых отложениях омульской свиты. Подошва свиты проводится по первым мощным потокам метабазальтов, или пачке переслаивающихся метабазальтов с черными углеродисто-кремнистыми сланцами и коматиитами.

Состав свиты: метабазальты, переслаивающиеся с метакоматиитами, их туфолавы, агломератовые брекчиевые лавы, прослойки темно-серых до черного кварцитов тонкополосчатых (до 90). Мощные потоки метабазальтов залегают на метасланцах омульской свиты, вскрывающейся в узкой (до 1500 м) антиклинальной структуре, нарушенной Мараловодским и Нижнемакаровским региональными разломами.

По контактам лавовых потоков вся толща падает с крутыми углами (70° - 80°) на северо-запад (290° - 320°). Мощность толщи более 2000 м.

Мощность коярдской свиты до 2800 м.

Макаровская свита (R_{3mk}).

Толща выходит на исследуемой площади в синклиналиях структурах Буланско-Бабушкинской и Неволинской, а за ее пределами в Верхнемакаровской, Верхнетерешкинской, Водопадной, Хайлыкской и Ашпанской. В Верхнемакаровской и Верхнетерешкинской синклиналиях отложения макаровской свиты несогласно перекрываются терригенными отложениями терешкинской свиты нижнего кембрия; терригенными отложениями малиновской серии ордовика в Хайлыкской или Сарайной синклиналиях.

Состав свиты: метаандезиты, метаандезитобазальты, метамонциты, метариолиты и их метатифы (до 50 %), сланцы кремнистые, гидрослюдисто-

кварцевые, глинисто-кремнистые, углисто-глинисто-кремнистые, хлорито-кремнистые, микрокварциты, прослой и линзы метаалевролитов, метапесчаников, метаконгломератов. Видимая мощность до 1500 м.

Все породы метасоматически и гидротермально изменены («пропилиты и березиты») по-видимому, в результате внедрения субвулканических тел (плагиограниты, диориты, габбро-монзониты) и жильных тел (кварцевых, кварц-полевошпатовых, кварц-кальцитовых, баритовых) орешко-макаровского комплекса. Эта завершающая стадия интрузивного магматизма, связанная с теми же глубинными очагами, что и иджимский габбро-гипербазитовый комплекс.

Общая мощность разреза амыльской серии на Макаровской поисковой площади более 5000 м.

Кембрийские отложения

Терешкинская свита (ϵ_{1tr}).

В составе свиты – полимиктовые алевролиты, алевропесчаники, мелкозернистые, реже средне- и крупнозернистые песчаники и гравелиты зеленовато-серой, зеленой, реже серой окраски.

Аласугская серия нерасчлененная (ϵ_{2-3al}).

Литологический состав аласугской серии характеризуется резким преобладанием зелено-серых кварц-полевошпатовых песчаников. Подчиненным развитием пользуются зелено-серые полимиктовые (2-3 %) и олигомиктовые (2 %) конгломераты и гравелиты, темно-серые углистые алевролиты (1 %), светло-серые и серые пелитоморфные известняки (2 %) и вишнево-коричневые алевропесчаники (менее 1 %), служащие хорошими маркирующими горизонтами.

Нижняя толща сложена зелено-серыми кварц-полевошпатовыми, реже существенно кварцевыми песчаниками (70 %, в том числе мелко- и мелко-среднезернистыми 55 %, крупнозернистыми – 15 %), алевропесчаниками, алевролитами и филлитами (17 %). Подчиненным развитием пользуются мелко-

и среднегалечные олигомиктовые (кварцевые) конгломераты (6 %), пелитоморфные известняки (4 %).

1.3.2 Тектоника

Макаровская площадь Усинского рудного района располагается в юго-западной части Куртушибинского вулканогенно-плутонического пояса (Куртушибинского зеленокаменного пояса), к северо-востоку от Ашпанской кольцевой вулканической структуры, замыкающей ЗКП и к северо-востоку от Терешкинской и Синюшинской вулканических структур (Рис. 1.5.). Юго-восточная граница Макаровской площади ограничена южной ветвью Саяно-Тувинского (Куртушибинского) глубинного разлома, а северо-западная граница – северо-западной ветвью одноименного глубинного разлома.

Южная ветвь Куртушибинского глубинного разлома отчленяет образования Куртушибинского ЗКП от флишеидных отложений Хемчикско-Систигхемского прогиба. По сложно изогнутой северо-западной ветви ГР Куртушибинский ЗКП граничит с Джебашско-Амыльской зоной ранней консолидации (структурно-фациальной зоной).

Нижний этаж ранней консолидации. В пределах изученной территории слагающие Северо-Куртушибинский выступ породы джебашской серии обнажаются в двух разобщенных блоках, располагающихся в низовьях р. Макаровка и среднем течении р. Иджим. Северо-западная часть выступа перекрыта вулканогенными и осадочными отложениями Усинской внутригорной впадины, отчленяющейся зонами Усинского и Нижнемакаровского разломов (Рис. 1.5.). С юго-востока по зоне северо-западной ветви Саяно-Тувинского ГР на джебашские сланцы надвинуты с серпентинитами в основании кремнисто-вулканогенные образования «чингинской свиты» (амыльской серии). Падение поверхности надвиговой зоны крутое (65-75°) юго-восточное. Характерно практически полное соподчинение ей пликативных форм изученной части выступа при моноклиальном крутом (от 45 до 65°) юго-восточном погружении слагающей выступ зеленосланцевой толщи. В плане она испытывает плавные изгибы, полностью повторяющие

конфигурацию надвиговой зоны [13]. Вследствие этого сформированы открытые дискомфортные полуантиклинали (Поспеловская, Черноусовская, Среднекурятская) и сопряженные с ними синклинали (Неволинская, Синюшинская и Терешкинская).

Средний этаж. Он сложен мощной (более 5000 м), главным образом, докембрийской кремнисто-вулканогенной (с элементами терригенной) формацией (чингинской серией), участвующей совместно с ультрамафитами иджимского комплекса в строении Куртушибинского ЗКП (эвгеосинклинального палеорифта по Г.Г. Семенову). В региональном плане он представляет собой сложно дислоцированный «чешуйчато-надвиговой пакет докембрийских кремнисто-вулканогенных и ультрамафитовых образований, зажатый в зоне Саяно-Тувинского ГР между Северо-Куртушибинским выступом (джебашской серией) и Хемчикско-Систигхемским внешним прогибом, выполненным средне-верхнекембрийской флишоидной формацией (аласугской серией)».

Общее погружение пакета и ограничивающих его надвиговых зон и внутренних зон серпентинитового меланжа крутое ($65-75^{\circ}$) юго-восточное [Федоров Ю.А. и др., 1978ф].

Несмотря на исключительно напряженную складчатость, плейчатость и гофрировка проявлены незначительно, но ясно просматриваются сильно редуцированные относительно молодыми дизъюнктивами синклинали, на крыльях которых геологический разрез представлен однозначно из трех согласозалегающих толщ, общая мощность которого превышает 5000 м.

На Макаровской площади были изучены разрезы на крыльях Неволинской (Узюпской), Синтербинско-Воробьевской и Буланско-Бабушкинской синклиналей (Рис. 1.5.).

буйбинская) формация; 8 – туфогенно-терригенная (аласутская) формация; 9 – терригенные (а – малиновская, б – федоровская) формации орогенных структур; 10 – девонские отложения Усинского прогиба; 11 – раннедевонская гранитоидная (джойская) формация; 12 – глубинные разломы: 1 – Урбунский, 2 – Хемчинско-Азасский, 3 – Саяно-Тувинский, (северо-западная ветвь), 4 – Саяно-Тувинский (южная ветвь), 5 – Усинский, 6 – Нижнемакаровский, 7 – Мараловодский; 13 – тектонические нарушения: ограничивающие крупные блоки (а), прочие нарушения (б) и предполагаемые (в); 14 геологические границы: прослеженные (а), предполагаемые (б), трансгрессивное залегание (в); 15 – оси складчатых структур: Людмилинская (Лд), Валентиновская (Вл), Черноусовская (Чс), Пospelовская (Пс), Куяртская (Ку), Синюшкинская (Сш) антиклинальные и Водопадная (Вд), Ашпанская (Аш), Хайлыкская (Хл), Терешкинская (Тр), Неволинская (Нв), Синюшкинско-Воробьевская (СВ), Буланско-Бабушкинская (ББ), Верхнемакаровская (Вмк) синклинали; 17 – наложенные структуры: Гагульская (Гг), Сарайная (Ср); 18 – находки окаменелостей; 19 – элементы залегания; 20 – контур Макаровской площади.

Рисунок 1.5 – Тектоническая схема юго-западной части Куртушибинского вулканоплутонического пояса

Неволинская синклиналь имеет в плане серповидную форму, по размерам и форме близкую к Терешкинской вулканической структуре (Рис. 1.5.). На северо-западе обе структуры ограничены Саяно-Тувинским ГР. Мощность metabазальтов в Неволинской синклинали превышает 2000 м, в разрезе на юго-восточном крыле наблюдается согласное залегание metabазальтов на кремнисто-сланцевой толще имеющей видимую мощность до 1000 м. Углы падения толщ крутые (65-75°) на северо-запад. Состав metabазальтов идентичен вулканитам Терешкинской вулканической структуры – докембрийской коярдской свите. Выше согласно залегают сланцево-вулканогенные отложения макаровской свиты. Многочисленные дизъюнктивы

северо-восточного простирания совершенно не мешают наблюдать согласное наращивание разреза от одной толщи к другой.

Синтербинско-Воробьевская синклиналь отчасти перекрыта терригенными образованиями федоровской свиты силура и поглощена гранитоидными массивами раннего девона, поэтому разрезы вмещающих докембрийских толщ изучены фрагментарно. Юго-восточное крыло этой синклинали срезано тектоническими нарушениями северо-восточного простирания (Иджимско-Жерновско-Макаровская тектоническая зона), сопровождающимися малыми телами гипербазитов, внедренных в сланцево-кремнисто-кварцитовые отложения. Последние авторы отчета условно относят к нижней части разреза (омулской свите) амыльской (чингинской) серии, т.к. на юго-восток от этой зоны многократно описаны разрезы, залегающих выше толщ на крыльях Буланско-Бабушкинской синклинали.

Буланско-Бабушкинская узкая синклиналь своей длинной осью ориентированной в северо-восточном направлении, протягивается более чем на 23 км, а в поперечнике (долина р. Узюп) ее ширина не достигает и 2,5 км (Рисунок 3.4). На северо-востоке, в 8-9 км от долины р. Узюп синклиналь замыкается, а к юго-западу – в 5-6 км от долины нарушена апофизой ультрамафитов иджимского комплекса (Буланский массив). Возможно, что синклинали структура продолжалась и до верховьев р. Макаровка (Верхнесинтербинская синклиналь?) вдоль северо-западной границы Верхнесинтербинского блока Иджимской интрузии, но разрез амыльской серии здесь очень сильно редуцирован (Рис.1.5, Прил. 1).

Разрезы амыльской серии в Буланско-Бабушкинской тектонической структуре наращиваются с северо-запада на юго-восток (весь разрез более 3,5 км с углами падения $50-85^{\circ}$), а вблизи Буланско-Бабушкинского ГР надвинут на ультрамафиты иджимского комплекса. На юго-восточном крыле синклинали отмечена приразломная мелкая складчатость, тектоническая нарушенность и катаклиз, окварцевание (превращение в массивные кварциты пород первоначально кремнисто-кислого состава).

Верхний этаж. В Верхнесинтербинской и Терешкинской синклиналях (Рис. 1.5) осадочные туфогенно-карбонатно-терригенные отложения кембрия (нижнего?) слагают брахиформные структуры с падением крыльев от 10-20° до 35-50°. На крыльях сильно редуцированных субширотными тектоническими нарушениями выходят туфогенно-вулканогенные макаровской свиты докембрия, а в замковых частях – терригенные отложения терешкинской свиты нижнего кембрия. Форма их близка в плане к изометричной с параметрами от 2×5 км до 3×4,5 км, но они осложнены ассиметричной дополнительной складчатостью и разбиты разрывными нарушениями на блоки неправильной формы.

1.3.3 Интрузивный магматизм

В пределах Макаровской площади выделяют иджимский гипербазит-габбровый интрузивный комплекс позднего рифея, орешко-макаровский субвулканический и жильный комплекс раннего кембрия (?), джойский (?) гранитоидный комплекс «пост среднедевонского возраста».

Иджимский комплекс (σ - $\sigma\beta R_3$?id)

В пределах изученной территории находится юго-западная часть Иджимского массива, которая прослеживается вдоль северного склона Куртушибинского хребта от верховьев р. Макаровка на западе до верховьев р. Иджим на востоке на расстоянии более 30 км. В плане она представляет собой слабоизогнутую и резко сужающуюся в юго-западном направлении полосу развития ультрамафитов, строго согласную с основными структурными элементами района. Иджимский массив разбит на 4 крупных блока тектоническими нарушениями северо-западной ориентировки, а с юго-востока ограничен южной ветвью Саяно-Тувинского разлома, вдоль которой ультрамафиты контактируют с песчано-сланцевыми отложениями аласугской серии. Падение контакта на всем его протяжении, как по геологическим, так и геофизическим данным крутое (65-70°, реже 80°) юго-восточное. Северо-западный контакт массива редуцирован разрывными нарушениями северо-

восточного направления, плоскости сместителя которых имеют вертикальное либо, реже, крутое (от 75° до 85°) северо-западное падение.

Внутреннее строение трех изученных блоков Иджимского массива характеризуется крайней неоднородностью, наличием решетчатой системы разрывных нарушений, обусловившей блоково-полигональный тектонический план протрузии. Основное значение при этом имеют поперечные разломы северо-западного простирания. Общим для всех блоков является наличие эндоконтактовых зон рассланцованных серпентинитов мощностью от 100 до 250 м, в наиболее крупных блоках (Узюпском, Буланском и Синтербинском) отчетливо проявлена центральная зона меланжа, располагающаяся в их приосевой части. Она представляет собой узкую (от 100 до 250 м), протяженную (порядка 20 км) полосу интенсивно рассланцованных и будинированных серпентинитов, ориентированную строго согласно простиранию массива. Падение ее крутое (от 65° до 85°) юго-восточное.

Узюпский блок. Его строение определяется преимущественным развитием массивных серпентинитов, среди которых располагаются мелкие (от $0,3$ до $1,0 \text{ км}^2$) ядра серпентинизированных перидотитов овальной либо удлиненное линзовидной формы, осложненных разрывными нарушениями. Перидотиты разбиты сетчатой системой серпентинитовых полос на ряд полигональных блоков. Наблюдается также чередование полос серпентинизированных перидотитов и массивных серпентинитов мощностью от долей м до первых м. Характерно широкое развитие прожилков офита.

В северо-западной части Узюпского блока редуцированное ядро серпентинизированных перидотитов окаймлено хорошо прослеживающейся по простиранию зоной мелкопрожилкового асбеста (проявление Узюпское II). В центральной и юго-восточной частях Узюпского блока перидотитовые ядра оторочены обширными по площади (от $0,5$ до $2,5 \text{ км}^2$) зонами мелкосетчатого асбеста и сетчатых просечек (проявление Узюпское I).

Буланский блок представляет собой сложное по конфигурации, внутренней структуре и взаимоотношениям слагающих его пород протрузивное

тело, расположенное в междуречье Узюпа и верховий правых истоков Синтербы. Занимаемая им площадь составляет 12 км² при ширине от 500 до 1,5 км и протяженности 8,0 км. Средняя часть блока на значительной площади перекрыта мощными делювиально-пролювиальными и солифлюкционными отложениями долины ручья Булан.

Синтербинский блок расположен в верховьях правых истоков р. Синтерба. В тектоническом плане он представляет собой часть ультрамафитовой пластины, выдвинутую относительно сопрягающихся с ним по зонам поперечных разломов Макаровского и Буланского блоков. Площадь его составляет 4,0 км² при ширине 1,2 км и протяженности 2,8 км. Тектоническая позиция блока сказалась как на его размерах, так и в внутреннем строении. Большая его часть сложена рассланцованными, участками оталькованными серпентинитами, основная масса которых тяготеет к северо-западному контакту. Среди них отмечено единичное мелкое (250×200 м) тело амфиболизированных габброидов.

Орешко-макаровский субвулканический и жильный комплекс (Є₁?or)

Субвулканическая фация представлена базальтовыми порфиритами, диорит-порфиритами, габбро, габбро-диоритами, плагиогранит-порфирами и жилами (кварцевые, кварц-плагиоклазовые, кварц-карбонат-баритовые), тесно связанная пространственно и геохимически с вулканитами, участвующими в разрезе свит, слагающих амыльскую серию. В Легенде (2002 г.) названа орешко-макаровской. Оставляя название комплекса, авторы отчета предполагают его возраст считать докембрийским, т. к. не наблюдали последний среди заведомо раннекембрийских отложений.

Джойский гранитоидный комплекс нижнего девона (γ₃D₁?d)

Узюпская группа объединяет Воробьевский (8 км²), Мараловодский (2,5 км²) и Маловоробьевский (2,0 км²) гранитные массивы и связанные с ними дайки гранит-порфиров, располагающихся в правобережье среднего течения р. Узюп. Сложены они однообразными по составу среднезернистыми (преимущественно) слабопорфировидными гранитами III фазы джойского (?)

комплекса. Мелкозернистые разности образуют маломощные (от 5 до 20 м) эндоконтактовые оторочки. Несколько большим развитием они пользуются в Воробьевском массиве, нацело слагая его северо-западную часть. Среди мелкозернистых гранитов непосредственно на контакте с вмещающими породами иногда обособляются в виде мелких (0,5·1,0 м) гнезд неправильной формы пегматидные разности, сложенные крупными (до 7 см) бочонковидными кристаллами кварца (как правило, сильно замутненного); калиевого полевого шпата и пластинчатыми агрегатами железной слюдки.

Вмещающими массивы служат сланцево-вулканогенные образованиями амыльской серии. Форма массивов в плане изометричная, близкая к овальной. Форма контактов с вмещающими отложениями извилистая, соподчиненная элементам рельефа. Падение кровли массивов пологое от 10 до 40° в сторону вмещающих пород. Характерны незначительные по площади (до 0,4 км²) останцы ороговикованных пород. Экзоконтактовые изменения выражены в образовании широкого единого для описываемых массивов ореола ороговикования.

Для интрузий Узюпской группы характерны процессы альбитизации, флюоритизации и грейзенизации, особенно широко проявленные в Мараловодском массиве и юго-западной части Воробьевского массива. Альбитизация, как правило, охватывает значительные (до 1 км²) участки массивов, а грейзенизация выражена в образовании четковидных альбит-флюорит-кварцевых грейзенов мощностью от 0,2 до 1,5 м, прослеживающихся по простиранию от 150 до 300 м. Их расположение контролируется зонами разрывных нарушений северо-восточного простирания, прежде всего, зоной Мараловодского разлома.

Особенности строения массивов Узюпской группы позволяют рассматривать их в качестве слабо эродированных куполовидных выступов кровли единой интрузивной залежи, выведенных на поверхность вдоль зоны Узюпского поперечного разлома.

Синюшинский массив является наиболее крупной постсреднедевонской интрузией в пределах изученной территории. Его площадь составляет 57 км². Несколько вытянутая в северо-восточном направлении форма массива в плане близка к изометричной с параметрами 7,5×9,5 км.

Вмещающими массив породами являются, главным образом, докембрийские вулканогенно-сланцевые образования амыльской серии. С востока и юго-востока массив охвачен полукольцевым в плане поясом разрозненных выходов песчаников федоровской свиты, располагающихся как в эндо-, так и в экзоконтактных частях интрузии. Ширина пояса варьирует от 0,1 до 1,0 км.

Юго-восточная часть массива также частично нарушена мелкоамплитудными сбросами северо-восточного направления.

Форма контактов массива в восточной и юго-восточной части, в плане изрезанная, заливообразная, соподчиненная элементам рельефа. В переходной зоне массива наблюдаются многочисленные ксенолиты и останцы кровли вмещающих пород, а на некотором (до 2 км) удалении от его контакта располагаются мелкие штоко- и дайкообразные выходы интрузивных пород. Ширина зоны контактового метаморфизма варьирует от 1 до 2 км. Характер магнитного поля ΔT_a и ΔZ_a , свидетельствует о пологом (30-40°) погружении интрузивной массы в сторону вмещающих пород.

В строении Синюшинского массива главная роль принадлежит лейкократовым гранитам и гранит порфирам III фазы (40 %) и адамеллитам, гранодиоритам и кварцевым диоритам II фазы (60 %).

Породы второй фазы слагают периферические части интрузии. Наибольшим развитием пользуются адамеллиты и ассоциирующие с ними гранодиориты. Связанные с ними взаимопереходами кварцевые диориты образуют в южной и юго-восточной частях массива эндоконтактную оторочку, ширина которой в зависимости от геоморфологической ситуации варьирует от 0,1 м до 1,5 км.

Лейкократовые граниты III фазы развиты в центральной и северной частях Синюшинского массива (за пределами исследования).

В подошве и кровле интрузивного пласта залегают адамеллиты и гранодиориты II фазы. Максимальная мощность их в кровле на современном срезе не превышает 250 м. Северная часть интрузии лейкократовых гранитов выходит за пределы Синюшинского массива и погружается под вулканогенно-сланцевые образования чингинской серии, образуя по восстанию широкий (до 1 км) пояс сближенных даек гранит-порфиров, прослеживающийся по простиранию до приустьевой части р. Синтерба на расстоянии до 4 км. Ряд аналогичных даек зафиксирован и в северо-восточной кровельной части массива. К югу от подошвы интрузии лейкократовых гранитов дайки гранит-порфиров отсутствуют.

Постинтрузивные деформации и метасоматические изменения для Синюшинского массива не характерны. Развитие мелкоамплитудных разрывных нарушений отмечено только в его северо-западной и юго-восточной частях.

1.3.4 Полезные ископаемые

В пределах изученной Макаровской площади известны проявления черных, цветных и редких металлов, асбеста, талька, нефрита, опала и различных строительных материалов. Большая часть из них неоднократно обследовалась в ходе проведения поисковых работ различного масштаба и. Узюпской ГСП проведены поисковые работы масштаба 1:50 000 на весь комплекс как ранее известных, так и вновь выявленных полезных ископаемых с использованием материалов предшественников и их ревизией.

Золото

Макаровская площадь издавна известна своей золотоносностью. Начиная с конца XIX столетия по рекам Макаровка, Теплой, Узюп и Синтерба велись поиски и добыча в небольших объемах россыпного золота.

Первые сведения о добыче золота приведены в геологических отчетах начала XX века. Конкретные данные о запасах и ресурсах россыпного золота по

площади отсутствуют. На сегодня на площади известны две россыпи долинного типа в низовьях рек Узюп и Синтерба. По ним подсчитаны ресурсы, но добыча не проводилась.

Рудопроявление Булан расположено в междуречье Узюп и Синтерба. В геологическом строении участка рудопроявления принимают участие вулканогенно-кремнистые образования макаровской свиты и серпентиниты иджимского комплекса, разбитые многочисленными разрывными нарушениями северо-восточного и субмеридионального направления на разновеликие блоки-чешуи. Наблюдается лиственитизация и оталькование. Литохимическим опробованием здесь выявлен ряд вторичных ореолов рассеяния золота, наиболее крупный из которых (площадь 0,1 км²) с содержанием золота 0,01-2,0 г/т расположен на левобережье ручья Лев. Булан, частично охватывая западный склон высотой 1228,5 м. По данным спектрохимического анализа 278 бороздовых проб, отобранных из горных выработок, золото в количестве 0,01-0,1 г/т обнаружено только в 14 пробах. В 10 шлиховых пробах, отмытых из отвалов горных выработок, в небольшом количестве установлено очень тонкое золото в ассоциации с ильменитом, хромитом, рутилом, гематитом и лимонитом.

1.4 Физические свойства горных пород и руд и петрофизические комплексы

Золотоносное оруденение локализовано в метавулканитах среднекислого состава и кварцитовидных порода, обогащенных сульфидами и золотом. Так же в этих метавулканитах устанавливается туфовый материал с обломками разных размеров нередко остроугольных с составом вулканитов от риолитов до коматиитов и их раскристаллизованного стекла. Часто они имеют литокристаллокластическую структуру. В целом по минеральному и химическому составу и по структурно-текстурным особенностям руды не отличаются от вмещающих их метавулканитов, но часто их состав является сравнительно более кислым, с более высоким содержанием кварца, с

повышенным содержанием в них кремнезема, сульфидов и охристостью в зоне окисления. Резко преобладающим в них является пирит, часто кубической формы, и реже арсенопирит. Отмечаются тонкозернистые землистые разности сульфидов (мельниковит). Руды приобретают коричневый, бурый и даже черный цвет в процессе окисления сульфидов. При значительном окислении большого объема сульфидов, руды имеют вид обычных массивных, пористых иногда слоистых (сухаристых) лимонитов являющихся достаточно хорошим поисковым признаком на выявление коренных золоторудных залежей. Золотоносными также являются кремнисто-кварцевые породы, которые также характеризуются повышенным содержанием сульфидов.

Таблица 1.1 –Физические свойства горных пород и руд

	Магнитная восприимчивость (α), 10^{-5} ед. СИ	Поляризуемость (η_k)	Кажущееся удельное сопротивление (ρ_k)
Вмещающие породы:	600-1000	0,2-2,3	10^3-10^4
Базальты	100-1000	0,2-4	$5*10^2-10^5$
Метаандезиты	50-200	1-1,5	10^4-10^3
Туфы (Основного и кислого состава)	10-100	1-1,5	$10^3-2,5*10^3$
Кремнисто-кварцевые породы			
Магматические породы:			
Базальтовые порфириты	1000-1500	0,2-3	10^4-10^3
Диорит порфириты	100-1000	0,2-2	10^1-10^3
Габбро	300-1000	0,5-2	10^3-10^5
Руды:	10-50	5-25	
(Гл. рудные минералы:			
пирит,			$10^{-4}-10^{-1}$
пирротин,	$(0,13-1,2)*10^5$		$10^{-5}-10^{-3}$
арсенопирит,			$10^{-2}-11$
магнетит)	$(8,8-25)*10^5$		$10^{-4}-10^{-2}$

На Макаровской площади минеральный состав руд золота в целом сравнительно простой и представлен сочетанием сульфидов (пирит, реже

пирротин, халькопирит, арсенопирит и др.) и силикатных минералов (кварц, ортоклаз, плагиоклаз, клинопироксен, хлорит, серицит, биотит и др.). Отмечается в них в небольшом объеме в виде редкой вкрапленности кальцит и анкерит, а также магнетит и лимонит. Химический состав руд в целом близок к таковым метавулканитов средне-кислого состава с относительно повышенным содержанием в них железа из-за повышенного содержания сульфидов. Устанавливаются разности руд кремнисто-кварцевого и кварцитового состава. При этом ассоциация минералов и их состав практически не изменяются. Минеральный состав руд золота и вмещающих их золотоносных отложений практически идентичны. Все вместе они после своего образования испытали складчатость и региональный метаморфизм в условиях зеленосланцевой фации.

1.5 Анализ основных результатов геофизических работ прошлых лет

1.5.1 Магниторазведка

В процессе поисковых работ на отдельных участках проводилась магнитная съемка масштаба 1:25 000 (Рис.1.6). Было установлено, что магнитное поле рудных зон зачастую характеризуется повышенной интенсивностью и линейностью магнитного поля, не смотря на сложный состав и строение рудоносных вулканогенных пород. В их составе развиты согласные слои пикритоидов, коматиитов и их туфов, обладающих высокой намагниченностью. В связи с этим, устанавливается линейная структура магнитного поля. Она еще более усиливается при интенсивной серпентинизации ультрабазитов. Вследствие этого на участках рудных полей и зон, в локальных рудных участках устанавливается линейная характеристика рудных полей, что вполне можно использовать для уточнения их геологического строения и корреляции. Их вполне можно использовать для интерпретации геологического положения рудовмещающих тел, рудных зон и самих рудных залежей.

По данным магниторазведки в южной и восточной части участка геофизических исследований магнитное поле характеризуется высокой

напряженностью значений (ΔT). Наблюдаемая в ходе геофизических работ ярко выраженная, положительная магнитная аномалия северо-восточного направления, интенсивностью несколько тысяч нТл связана с породами ультраосновного состава. На северо-востоке аномалия расширяется до 3-х и более километров, и рассечена узкими участками отрицательных значений магнитного поля, зафиксированных над немагнитными породами. На юго-западе аномалия сужается, в северном направлении зафиксированы ее ответвления интенсивностью до 2500 нТл. В юго-восточном направлении напряженность магнитного поля плавно снижается, что вероятно характеризует пологое падение тела ультраосновных пород в этом направлении.

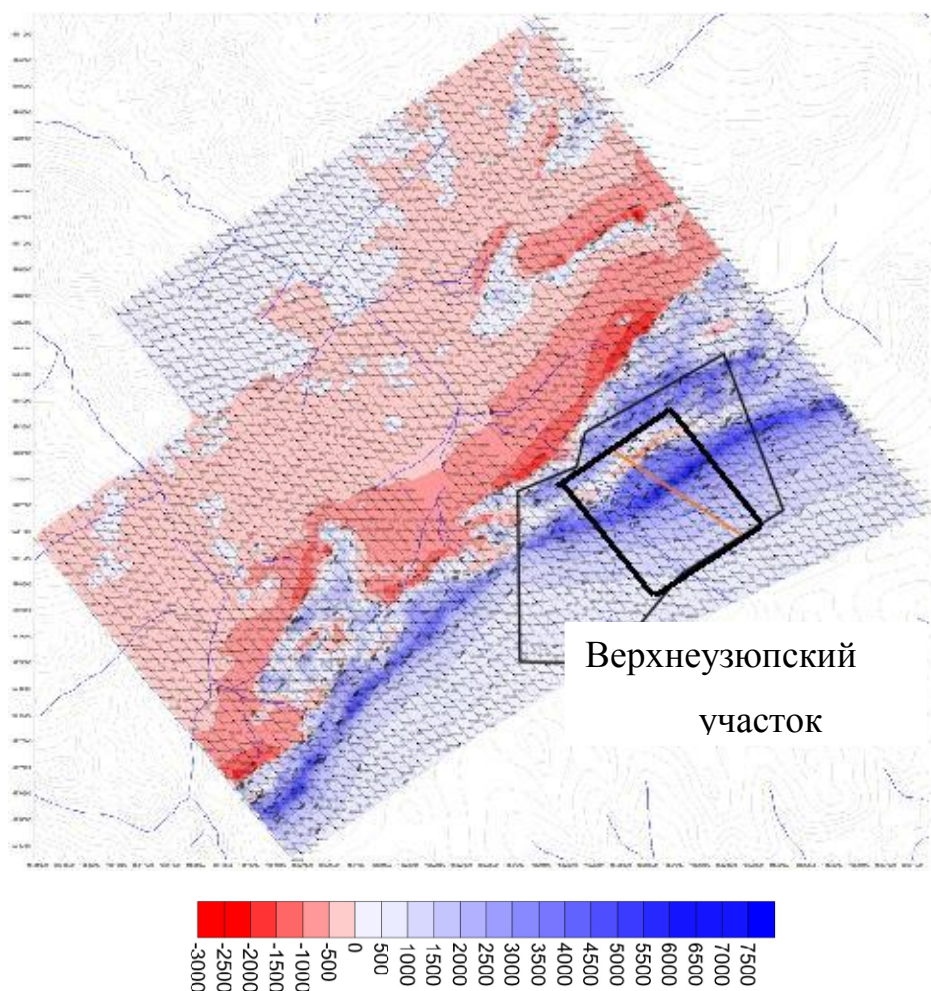


Рисунок 1.6 – Карта аномального магнитного поля ΔT Макаровской площади

В центральной части участка геофизических исследований наблюдается магнитное поле в основном отрицательного знака, которое отвечает области распространения немагнитных образований.

На севере участка зафиксировано относительно спокойное магнитное поле как отрицательного, так и положительного знака. На фоне отрицательного магнитного поля выделены положительные магнитные аномалии субмеридионального и северо-восточного направления интенсивностью более 1000 нТл, характеризующие относительно небольшие тела ультраосновных пород.

1.5.2 Электроразведка

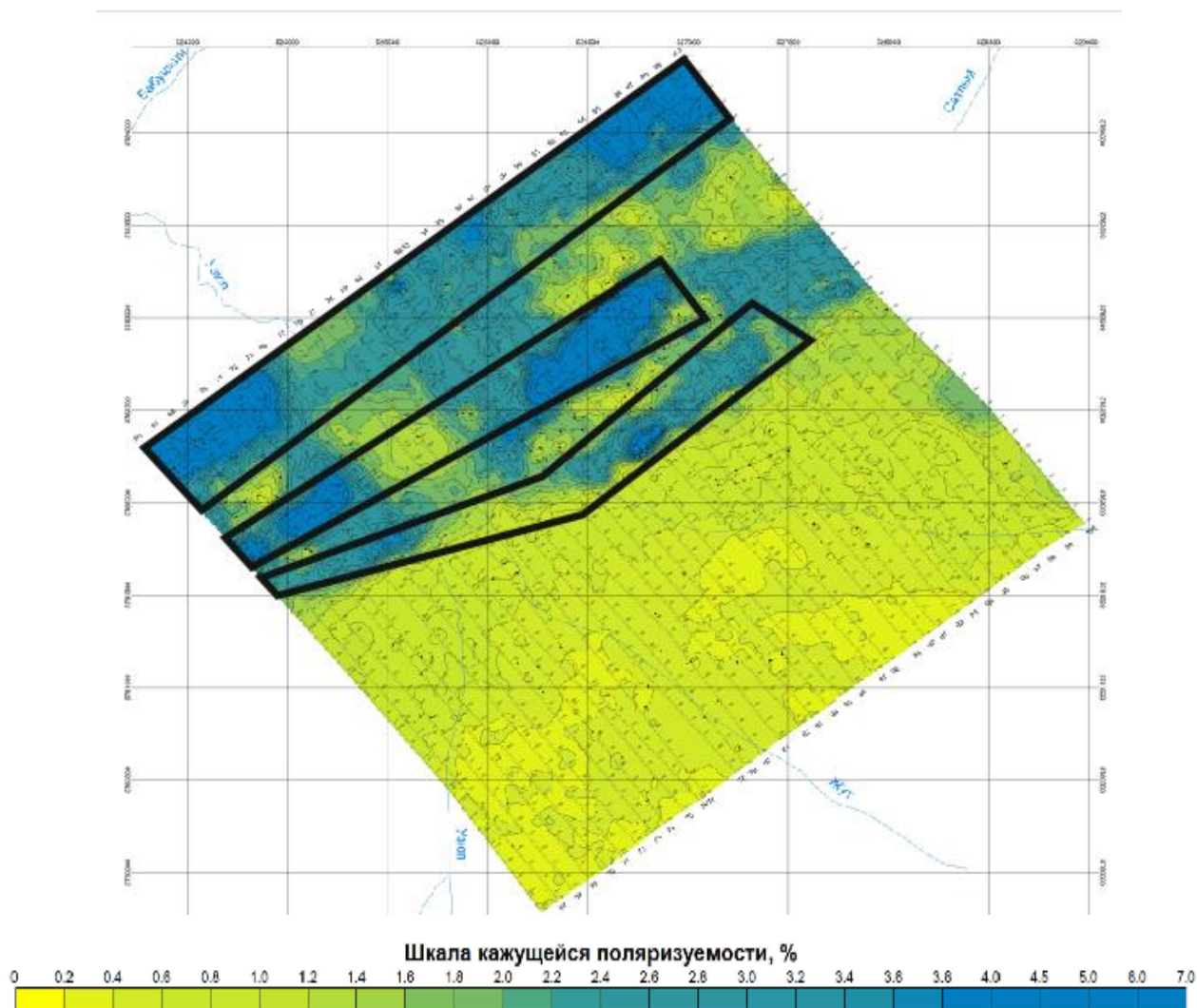


Рисунок 1.7 – Карта кажущейся поляризуемости участка Верхнеузюпский

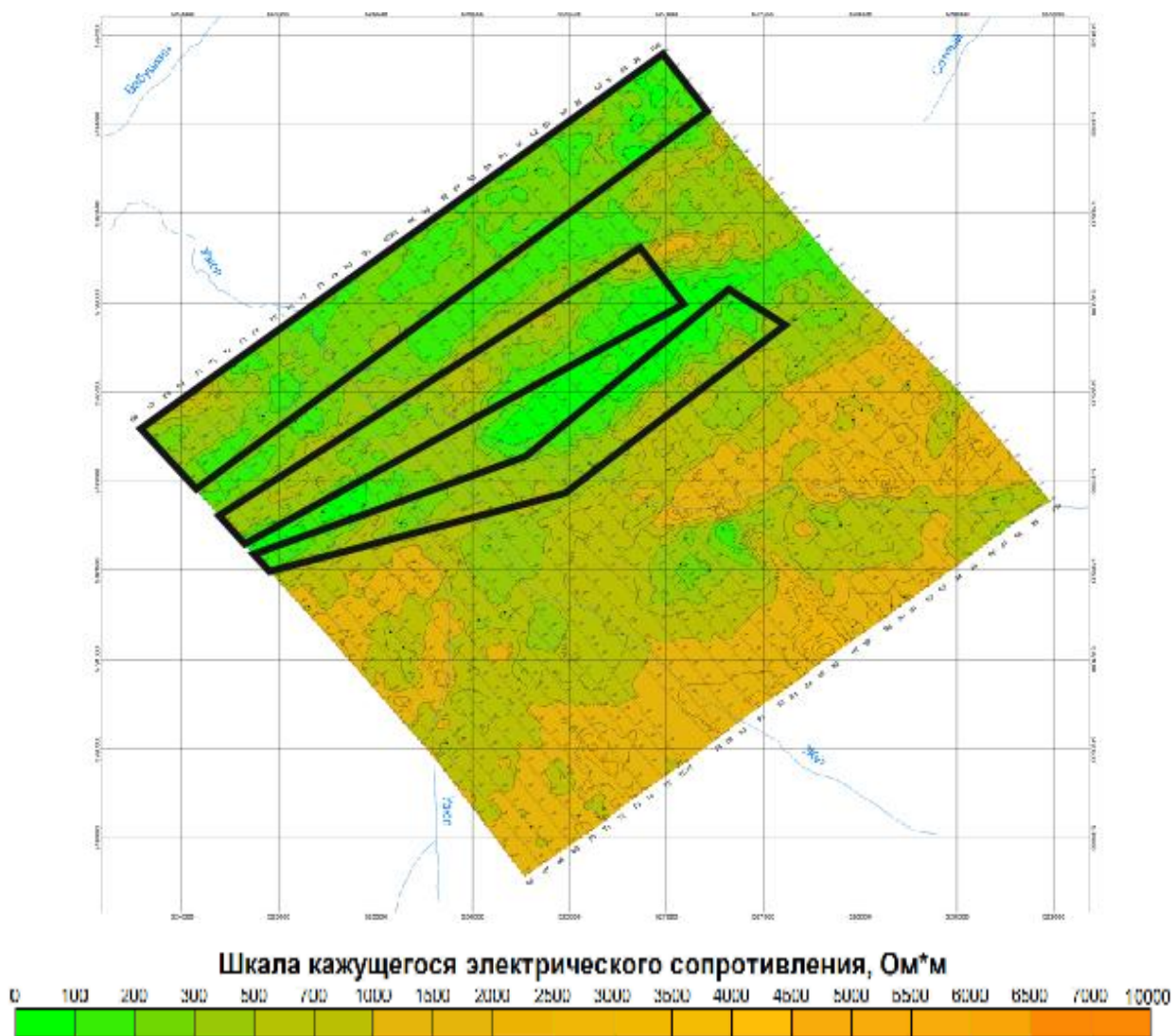


Рисунок 1.8 – Карта кажущегося электрического сопротивления участка
Верхнеузупский

На фоне низких значений кажущейся поляризуемости отчетливо прослеживаются области аномальной поляризуемости, расположенные в северной и северо-западной частях участка. Аномальные зоны имеют форму узких полос вытянутых в северо-восточном направлении.

Первая зона расположена в пределах северо-западной границы участка, для нее характерны высокие значения кажущейся поляризуемости (3-6 %) и низкие значения кажущегося сопротивления (100-500 Ом*м). В районе долины реки Узюп значения поляризуемости понижаются до 2 %, что обусловлено

экранирующим действием четвертичных отложений и частичным окислением поляризующихся минералов (магнетит).

Юго-восточнее от первой аномалии расположена вторая аномальная зона шириной 200 м на западе и 300 м в центральной части участка. Величина аномальных значений поляризуемости достигает уровня 3-6 %.

На небольшом расстоянии на юго-восток от второй аномальной зоны расположена третья аномальная зона. Ее ширина 100 м на западе и 150 м в центральной части участка. Характерные значения поляризуемости для этой аномалии 2-5 %.

В восточной части участка вторая и третья аномальные зоны сливаются в одну. Значения поляризуемости понижаются до 3 %, края аномалии выполаживаются, что говорит о вероятном погружении поляризующихся пород на глубину.

Вторая и третья аномальные зоны в районе долины реки Узюп характеризуются низкими значениями поляризуемости 1,5 % и удельного сопротивления 300 Ом*м. Снижение величины поляризуемости связано, как и в случае с первой аномальной зоной, с экранирующим действием четвертичных отложений и частичным окислением поляризующихся минералов.

Однако аномалии 2 и 3 лежат в переходной зоне от низкого к высокому значениям удельных электрических сопротивлений. Это может быть связано с рельефом и неправильно подобранной методикой проведения электроразведочных работ, так как была использована установка срединного градиента, которая не может применяться в горной местности.

Оси параллельно расположенных второй и третьей аномальных зон на правом берегу р. Узюп смещены на 350 м по отношению к осям этих же зон на левом берегу, что связано с возможным блоковым смещением пород по разлому, проходящему вдоль р. Узюп.

Аномальные зоны поляризуемости связаны с серпентинизированными породами ультраосновного состава. Хорошая проводимость и высокая поляризуемость пород, по всей видимости, обусловлена наличием магнетита.

Юго-восточная часть участка Верхнеузюпский сложена туфами пород основного и кислого состава Макаровской свиты. Для этих пород характерны относительно небольшие значения кажущейся поляризуемости значения (1-1,5 %) и повышенные значения кажущегося сопротивления (1000-2500 Ом*м).

Области, находящиеся между первой, второй и третьей зонами аномальной поляризуемости сложены преимущественно породами основного состава Коярдской свиты. Для этих пород характерны значения кажущейся поляризуемости на уровне фона 1-1,5 % и средние по величине значения кажущегося сопротивления 200-1000 Ом*м.

Анализируя карты поляризуемости и кажущегося сопротивления можно заметить, что в районе ручья Булан есть область, резко отличающаяся значениями поляризуемости и сопротивления, а границы практически соответствуют направлению профилей съемки. Вероятно, это связано с методикой работ, а именно с выбором неправильной установки для горно-таежной местности.

2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор участка работ

Проектируемый участок Бабушкин находится на Макаровской площади, а именно севернее от участка Верхнеузыюпского Макаровской площади, который является участком обоснования. Участок обоснования Верхнеузыюпский выбран, прежде всего, по результатам ранее проведенных геологических и геофизических работ. Выделенная нами территория сложена образованиями палеозоя и протерозоя, контролируется разломами и вмещает ряд перспективных на золото проявлений.

Исходя из этих данных, был выделен перспективный участок для последующего более детального исследования. Ориентация профилей на проектируемом участке совпадает с ориентацией на участке обоснования. Они будут проходить вкост выделяемой по магнитной разведке вытянутой зоны.

Данный участок был выделен на основе имеющихся данных магниторазведки и геохимического опробования, поскольку по этим данным есть некое соответствие геологического строения.

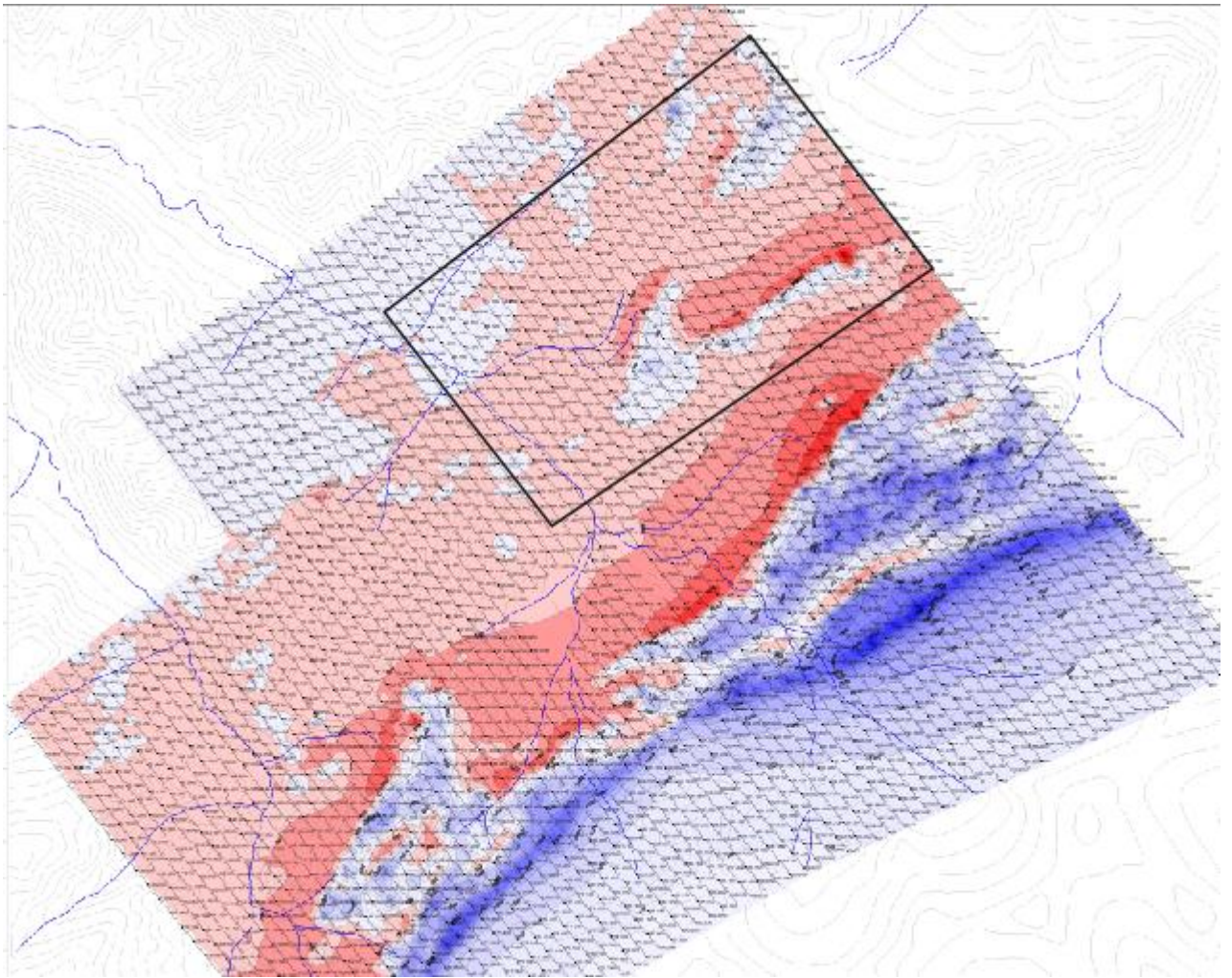


Рисунок 2.1 – Контур участка «Бабушкин»

2.2 Априорная ФГМ объекта и задачи работ

За основу для построения ФГМ был взят участок Верхнеузюпский Макаровской площади. На данном участке были проведены геологические и геофизические работы. В ходе работ были получены данные, по которым были построены карты кажущейся поляризуемости (Рис 2.4), кажущегося сопротивления (Рис 2.3) и магнитной восприимчивости (Рис 2.2).

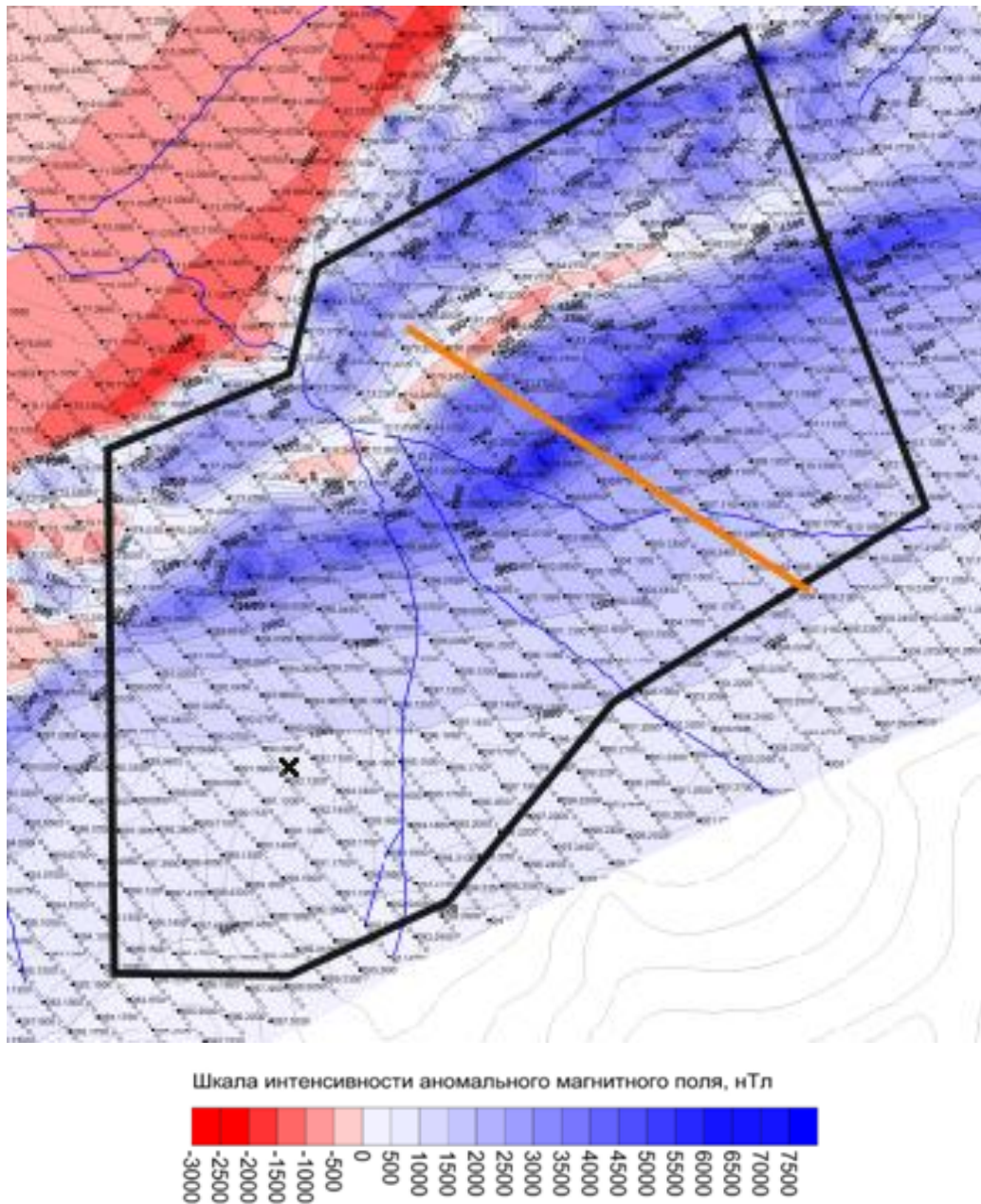


Рисунок 2.2 – Карта магнитного поля с расположением разреза для построения ФГМ на Верхнеузюпском участке Макаровской площади

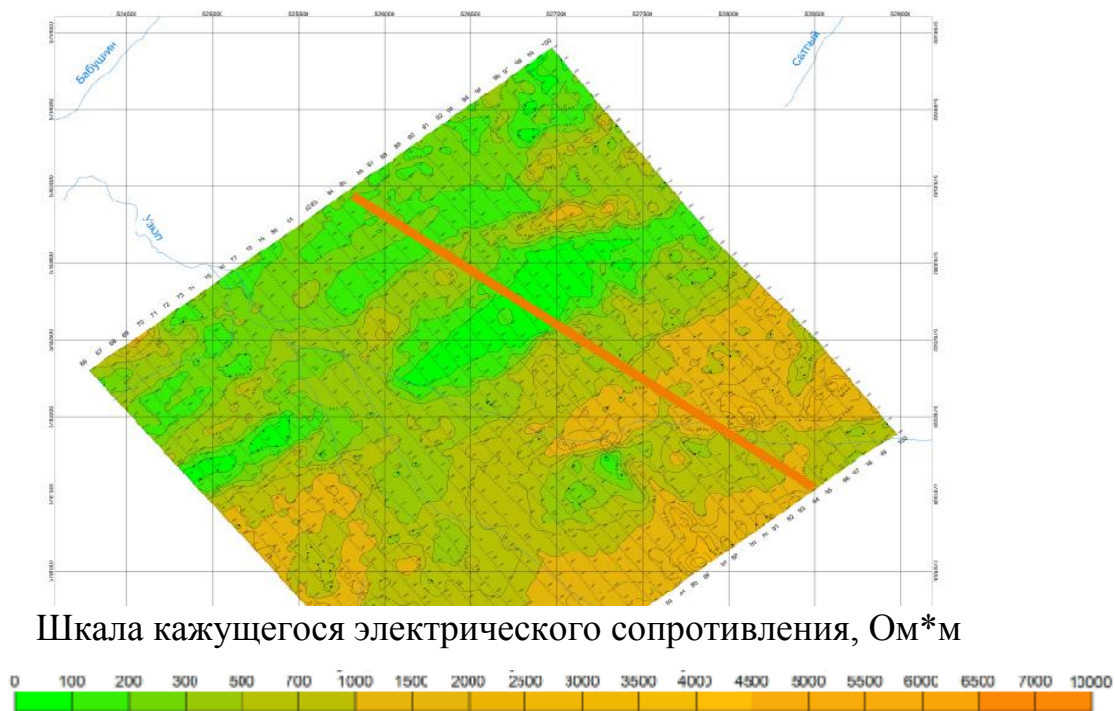


Рисунок 2.3 – Карта кажущегося удельного сопротивления с расположением разреза для построения ФГМ на Верхнеузюпском участке Макаровской площади

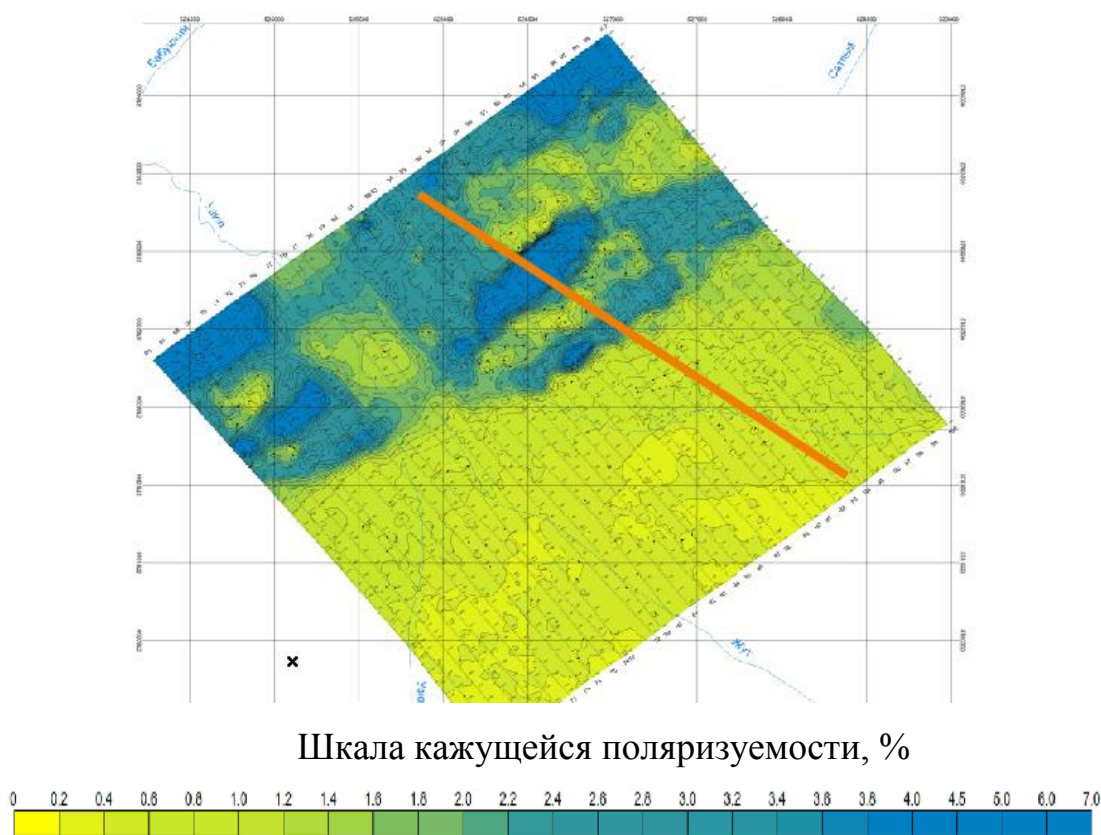
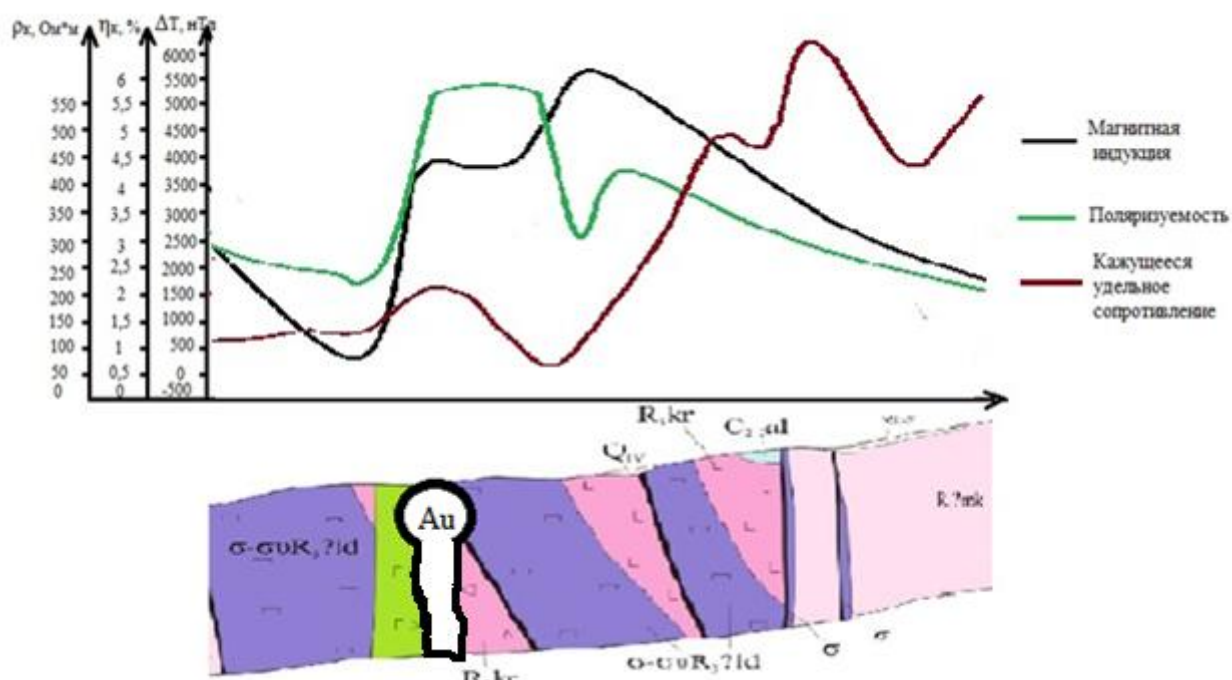


Рисунок 2.4 – Карта поляризуемости с расположением разреза для построения ФГМ на Верхнеузюпском участке Макаровской площади

На основе этих данных была построена физико-геологическая модель Верхнеузюпского участка.



Условные обозначения:

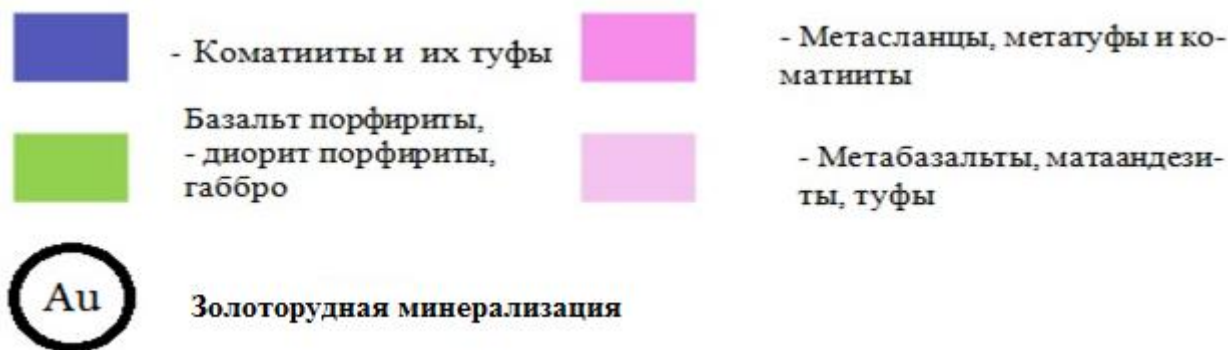


Рисунок 2.5– Физико-геологическая модель Верхнеузюпского участка

2.3 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса

Выполнение поставленных геофизических задач в пределах исследуемого участка будет осуществляться следующим комплексом исследований, включающих в себя:

- магнитометрия по сети 100×20 м;
- дипольное электропрофилеирование методом ВП по сети 100×20 м;

2.4 Методика и техника полевых работ

Геофизические методы применяются для уточнения, выявления и прослеживания зон гидротермального изменения пород, кварцевых жил, зон сульфидной минерализации, разрывных дислокаций и даек.

Комплекс геофизических методов состоит из магниторазведки и электроразведки.

2.4.1 Методика магниторазведочных работ

Магниторазведочные работы будут проводиться в масштабе 1:10 000 по сети 100×5 м. Магнитная съемка будет проводиться для решения следующих задач:

- для расчленения различных (по магнитным свойствам) образований;
- для картирования областей развития метасоматоза и связанного с ним благороднометального оруденения;
- для картирования тектонических нарушений и зон интенсивного расланцевания по особенностям структуры магнитного поля.

Работы будут выполняться в соответствии с Инструкцией по магниторазведке с использованием протонного магнитометра МИНИМАГ с увязкой измерений относительно контрольного пункта. Результаты будут представлены в условном уровне. Перед началом и после окончания работ рабочим магнитометром и магнитометром, используемым в качестве магнитной вариационной станции, должны быть отсняты увязочные профили. В качестве магнитной вариационной станции должен быть использован магнитометр МИНИМАГ. Магнитовариационная станция оборудуется вблизи лагеря в спокойном, не аномальном поле. Вариации будут измеряться через 1 минуту с погрешностью $\pm 0,1$ нТл в течение всего рабочего дня. Перед началом работ каждый день должна выполняться проверка работоспособности рабочего прибора и МВС на КП, совмещённом с пунктом, где будет оборудована МВС. Одновременно с этим должно осуществляться согласование часов оператора

рядовой съёмки и МВС. Шаг наблюдений по профилю будет составлять 5 метров, расстояние между профилями 100метров.

Объем контрольных измерений должен составить – 5%. Погрешность наблюдений должна быть не более ± 5.0 нТл.

2.4.2 Методика геофизических работ методом ВП

Геофизические работы методом ВП будут выполняться в масштабе 1:10 000, по сети 100×20м дипольной установкой. Электроразведочные работы методом ВП в модификации электропрофилирования на переменном токе будут выполняться для решения следующих задач:

- для расчленения различных (по удельному электрическому сопротивлению и поляризуемости) образований;
- для выявления областей окварцевания, сульфидизации.

В период проведения полевых работ будет использоваться установка с длиной питающей линии 60 м и приемной линии 20 м. Расстояние между питающим и приемным диполями 100 м. Питающая линия изготавливается из провода марки ГПСМПО и латунных стержней в качестве электродов заземления. Для обеспечения качественного сигнала будут использоваться комплекты стержней, что позволяет подавать токи с плотностью, не превышающей установленную инструкцией по электроразведке (10 А/м^2).

Приемная линия изготавливается из провода марки ГПСМПО с расстоянием между приемными неполяризующимися электродами 20 м. Для проведения измерения используется станция измеритель ВП-МПП (АИЭ-2). В качестве источника сигнала используется Генератор ВП 60. Длительность подачи положительного и отрицательного импульсов составит 2 с, время паузы между импульсами – 2 с. За начало отчета выбрано время 0,04 с после отключения импульса. Начало и конец импульса программа регистрации отслеживает автоматически. Таким образом, установка состоит из двух частей: из генераторной группы и из измерительной группы. Длительность подачи положительного и отрицательного импульсов составит 2 с, время паузы между

импульсами – 2 с. За начало отчета выбрано время 0,04 с после отключения импульса. Синхронизация между измерительной станцией и генератором сигналов будет осуществляться по кабелю.

2.5 Метрологическое обеспечение проектируемых работ

В комплекс выполненных работ входят геофизические работы. При их проведении будут использованы средства измерения различных параметров. Пользование приборами производилось в соответствии с техническими описаниями, инструкциями и правилами безопасности ведения работ. Приборы в процессе эксплуатации проходили поверки в установленные сроки.

Станция и генератор будут поверены в научно-производственной компании «Элгео» непосредственно перед началом работ, в мае 2017г.

Магнитометры «МИНИМАГ» согласно требованиям государственных стандартов пройдут очередную калибровку аппаратуры в мае 2017 г. в отраслевом научно-методическом центре по стандартизации, метрологическому обеспечению и сертификации министерства природных ресурсов РФ «ВИРГ-Рудгеофизика».

2.6 Топографические работы

Топографо-геодезическое обеспечение геофизических работ выполняется с целью перенесения в натуру проектного расположения пунктов наблюдений, плановой их привязки, закрепления на местности, а также составления топографической основы для отчетных материалов.

На участках предварительно прорубаются и разбиваются магистрали и крайние профили. Прокладка направлений ходов в комплексе с вешением осуществляется с помощью буссолей KB-20 и БГ-1. Смещение рядовых профилей от заданных направлений не должно превышать двойной погрешности, установленной инструкциями для масштабов 1:10 000 и равной 16 м на 1 км хода. Плановая привязка пунктов топографической сети осуществляется с использованием спутниковой системы определения

координат GPS (приемник SokkiaStratus). Привязываются выходы профилей на магистрали через 100 м с последующей оцифровкой координат рядовых пунктов.

Пересечение магистралей и профилей закрепляется долговременными пунктами без закладки центров путем использования свежесрубленных деревьев.

2.7 Камеральные работы

Обработка геофизических материалов будет проводиться в два этапа: полевой и камеральный.

В полевой период будет произведена первичная обработка полевого материала, включающая следующие виды работ:

- проверка вычислений магнитометрических и электроразведочных работ;
- введение поправок в наблюдаемые значения магнитного поля по результатам магнитометрической съемки;
- оформление поверочных и контрольных наблюдений, подсчет среднеквадратической погрешности измерений по магниторазведке и средней погрешности измерений по электроразведке;
- составление в программе «Excel» таблиц баз данных магнитометрической съемки и электроразведки;
- построение с применением программы «Surfer» планов аномального магнитного поля $(\Delta T)_a$, кажущейся поляризуемости (η_k) и кажущегося сопротивления (ρ_k) участков работ масштаба 1:10 000;
- составление с применением программы «ArcGis» рабочей топоосновы.

В камеральный период будут выполнены следующие работы:

- обработка материалов магнитной съемки и электроразведки на персональном компьютере;
- окончательное построение схем топографо-геодезических планов участков масштаба 1:10 000, вынесение на них фактического материала;

- построение основной графики;
- анализ полученных материалов и написание отчета по геофизическим работам.

К окончательному отчету будет приложена следующая результативная графика:

- Планы топогеодезического обеспечения геофизических работ масштаба 1:10 000.
- Планы изолиний магнитного поля ΔT_a и эффективного сопротивления $\rho_{эф}$ масштаба 1:10 000.
- Планы графиков и изолиний η_k, ρ_k масштаба 1:10 000.
- Схемы интерпретации геофизических материалов масштаба 1:10 000.

Обработка геофизических материалов будет выполняться в соответствии с техническими инструкциями.

2.8 Интерпретация геофизических данных

Интерпретация геофизических данных для решения поставленных геологических задач сводится к качественной интерпретации, в ходе которой будут выделяться тектонические нарушения, зоны аномального сочетания физических полей. На основании этого будет делаться прогноз о потенциальной золотоносности.

Качественная интерпретация сводится к выявлению основных закономерностей изменения геофизических параметров в пределах исследуемой площади и выделения на этой основе зон, наиболее перспективных на золотоносное оруденение. Обработка будет осуществляться с помощью программных пакетов Surfer и ArcGis.

Рассчитаем металлфактор $(\frac{\eta_k}{lg\rho_k})$. Для руд поляризуемость повышается, а сопротивление понижается, следовательно, этот параметр для руд будет повышаться.

Помимо этого, можно использовать низкочастотную и высокочастотную фильтрацию, а также трансформанты полей для получения дополнительной

информации о физических свойствах и строении нижележащей толщи исследуемого участка. Данные действия могут быть осуществлены в программном комплексе Coscad 3D.

3 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В наше время эффективность геологоразведочных работ во многом определяется степенью внедрения компьютерных технологий в процессы интерпретации и обработки геолого-геофизической информации.

Среди них можно выделить два основных блока. Первый включает программное обеспечение, направленное на решение обратных задач, посредством классического детерминистского подхода. Второй базируется на методах вероятностно-статистического подхода и других разделах современной прикладной математики, оригинальное использование которых позволяет получить дополнительную информацию для решения основной задачи интерпретации - построения качественной и максимально детализированной геолого-геофизической модели конкретного геологического объекта. Можно легко продолжить неограниченный перечень проблем и специфических задач, решаемых в процессе геологоразведочного производства на основе современных компьютерных технологий.

В основе функционального наполнения технологии лежат работы Г.А.Тархова, А.А.Никитина, В.И.Аронова, С.А.Серкерова, Д.А.Родионова, Г.В.Демуры, О.А.Демидовича и др., в которых впервые был обозначен спектр оригинальных интерпретационных задач, решаемых с помощью методов вероятностно-статистического подхода.

Анализ, описанных в этих работах методов и результатов, полученных с помощью их первых программных реализаций, позволил выработать эффективную схему обработки геолого-геофизических наблюдений методами вероятностно-статистического подхода. Совершенствование известных и создание новых способов и алгоритмов обработки геоинформации привело к формированию в середине восьмидесятых годов уникальной компьютерной технологии "Coscad 3D", занявшей определенное место в общей структуре интерпретации геофизической информации.

3.1 Основные сведения о комплексе спектрально-корреляционного анализа данных «Coscad 3D»

Первые версии технологии "Coscad 3D" (1980 г.) были предназначены для анализа исключительно потенциальных геополей и обработки методов рудной геофизики. При этом часть алгоритмов, включенных в комплекс, и их теоретическое обоснование были заимствованы из сейсморазведки с соответствующей переработкой для корректного использования в обработке данных рудной геофизики. В настоящее время происходит обратный процесс и программный комплекс "Coscad 3D " находит все большее применение при анализе 2D-3D сейсмической параметризованной информации оригинальными алгоритмами статистического анализа, обнаружения слабых аномалий, распознавания образов и классификации. При анализе полей сейсмических параметров представляет интерес использование аппарата обнаружения слабых сигналов, созданного для анализа потенциальных полей, применение адаптивных фильтров, анализ и расчет статистических характеристик в скользящих окнах.

Оригинальная база данных комплекса позволяет эффективно работать с организованной в трехмерные и регулярные сети цифровой пространственно распределенной информацией. Сервисные функции базы данных обеспечивают обмен информацией между различными обрабатывающими системами, позволяют фрагментировать, объединять и дополнять сети, восполнять отсутствующие в сетях значения, решать задачи интерполяции и экстраполяции геополей, осуществлять различные алгебраические преобразования над признаками и т.д.

Функциональное наполнение комплекса "Coscad 3D " позволяет на современном уровне провести полный спектрально-корреляционный, статистический и градиентный анализ геоданных, выполнить расчет спектров Фурье, различных корреляционных функций и градиентных характеристик геополей, получить спектральные оценки геополей с использованием аппарата вейвлет-анализа.

Алгоритмы статистического, корреляционного, взаимно-корреляционного и градиентного зондирования ориентированы на изучение изменения статистических и корреляционных характеристик поля с глубиной.

Оригинальная технология скользящего окна "живой" формы позволяет оценивать параметры и геометрию гравимагнитных аномалиеобразующих объектов в условиях минимума априорной информации об их распределении и оценивать качество полученных решений на основе 2D, 3D прямых задач гравимагнитометрии.

В комплексе широко представлены линейные оптимальные фильтры, использование которых позволяет представить исходное поле набором составляющих с последовательным уменьшением доли низких частот, исключить мешающие высокочастотные помехи, оценить форму аномалий, автоматически трассировать оси аномалий.

Уникальные алгоритмы адаптивной линейной фильтрации и фильтрации в окне "живой" формы дают возможность корректно обрабатывать нестационарные по спектрально-корреляционным и статистическим характеристикам геополя.

Программная реализация методов межпрофильной корреляции, самонастраивающейся фильтрации, обратных вероятностей и их многомерных аналогов позволяет успешно решать задачу обнаружения слабых сигналов на фоне соизмеримых по амплитуде помех.

Алгоритмы комплексного анализа нескольких геолого-геофизических признаков и их атрибутов предназначены для решения задач геологического районирования и картирования, на базе методов распознавания, классификации и факторного анализа по данным комплексных геофизических, геохимических и геологических наблюдений.

Графический интерфейс комплекса "Coscad 3D" предназначен для представления содержательной информации из базы данных на экране дисплея в виде отдельных графиков, карт графиков, растровых карт, трехмерных объектов и т.д.

3.2 Программное обеспечение комплекса

Все программы комплекса спектрально-корреляционного анализа данных "КОСКАД 3D" разделены на шесть разделов: сервис, графика, статистика, фильтрация, обнаружение и комплекс. В названии каждого из разделов содержится информация о характере задач, решаемых с помощью входящих в него модулей.

Сервис

Программы данного раздела предназначены для выполнения стандартных функций системы управления базой данных. С их помощью осуществляется ввод/вывод содержательной информации, объединение и фрагментация сетей, восполнение отсутствующих в отдельных точках наблюдения значений признака, интерполяция сетей, различные преобразования с данными и т.д.

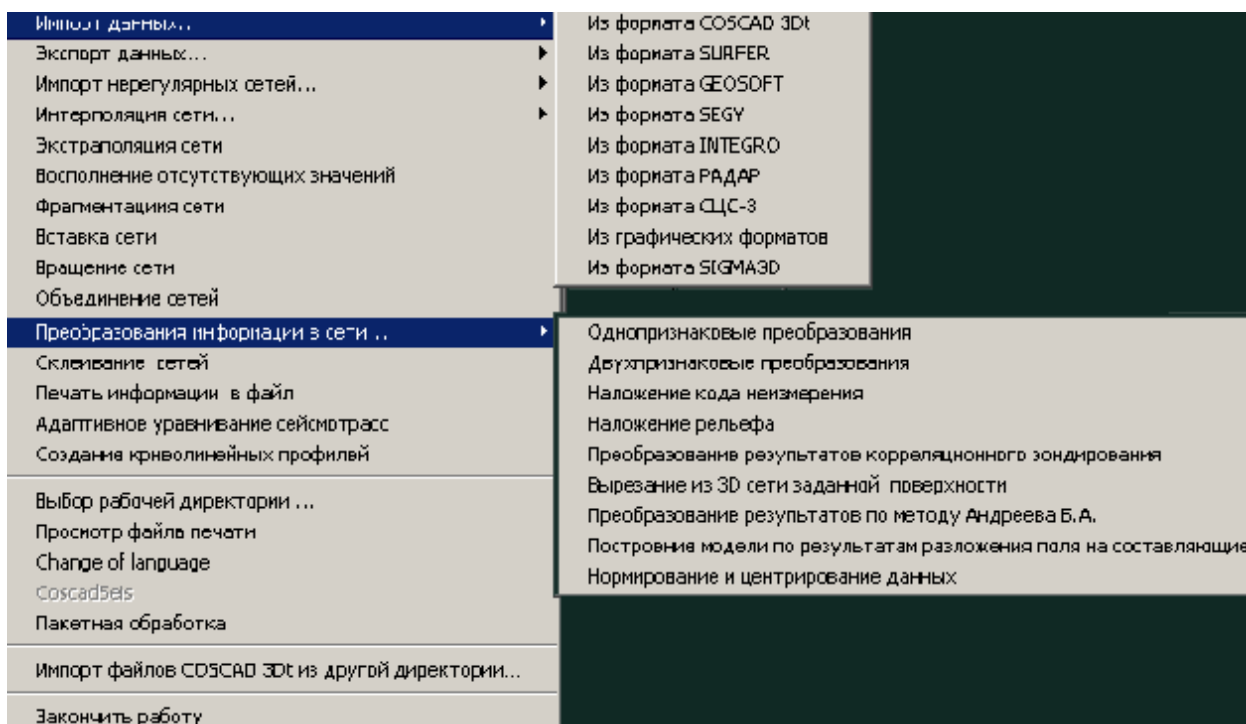


Рисунок 3.1 – Меню «Сервис»

Графика

Комплекс спектрально-корреляционного анализа данных "КОСКАД 3D" оснащен удобным графическим интерфейсом, позволяющим оперативно просматривать одномерную, двумерную и трехмерную информацию из базы

данных на экране дисплея в виде растровых карт, карт изолиний, отдельных графиков, карт графиков и т.д.

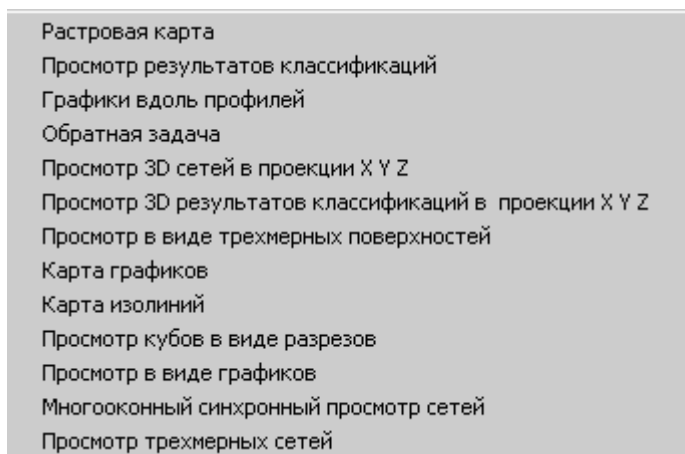


Рисунок 3.2 – Меню «Графика»

Статистика

Программы данного раздела предназначены для расчета статистических, спектрально-корреляционных и градиентных характеристик геополей. Анализ этих характеристик позволяет получить дополнительную, полезную информацию об исследуемом поле и правильно выбрать граф его дальнейшей обработки. Программы, входящие в группу "Зондирование" и "Оценка параметров аномалиеобразующих объектов" позволяют оценить параметры аномалиеобразующих объектов статистическими методами. Возможен анализ спектральных характеристик геополей на основе методов вейвлет-анализа.

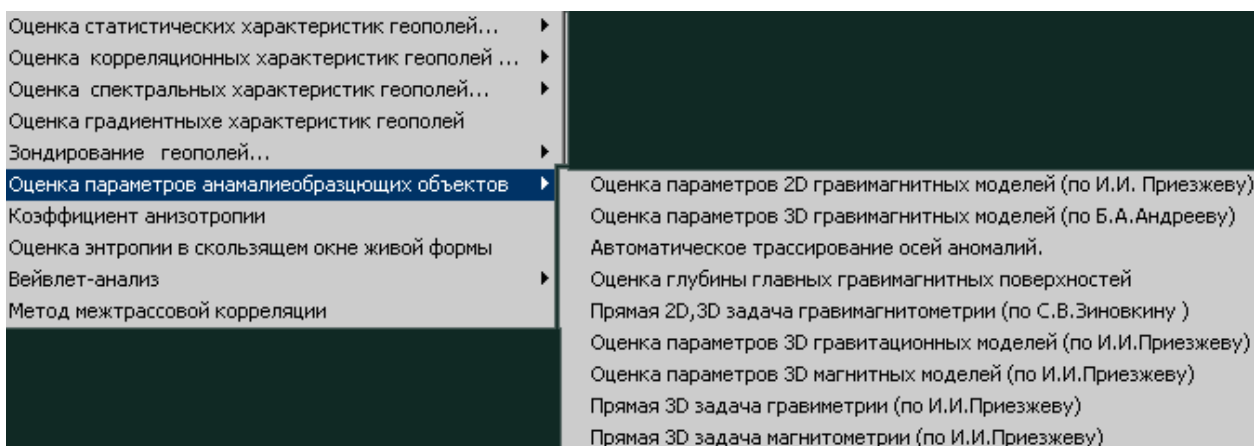


Рисунок 3.3. – Меню «Статистика»

Фильтрация

В программах данного раздела комплекса реализованы наиболее распространенные в разведочной геофизике линейные оптимальные фильтры, позволяющие решать задачи разложения поля на составляющие, исключения тренда, оценки формы слабых аномалий. Особый интерес представляют уникальные адаптивные фильтры, позволяющие корректно обрабатывать нестационарные по спектрально-корреляционным характеристикам геофизические поля.

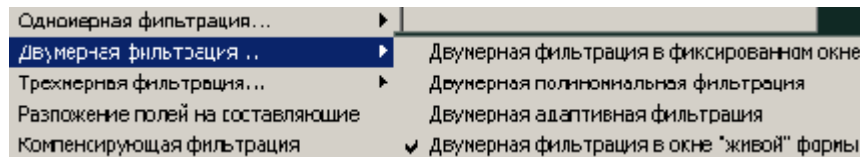


Рисунок 3.4 – Меню «Фильтрация»

Обнаружение

С помощью программ данного раздела решается задача обнаружения слабых аномалий, соизмеримых по амплитуде с уровнем помех, линейной и изометричной формы, по одному или нескольким признакам. Использование программ данного раздела существенно увеличивает информативность наблюдений.



Рисунок 3.5 – Меню «Обнаружение»

Комплекс

Использование программ этого раздела позволяет решать задачи разбиения анализируемой площади на однородные области (классы) с равными средними значениями признаков, распознавания комплексных аномалий по эталонной аномалии. Кроме этого возможно проведение компонентного анализа многопризнаковых данных.

Для программ этой группы в качестве входной информации могут быть использованы значения различных геолого-геофизических признаков и их производных, полученных с помощью программ из других разделов комплекса.

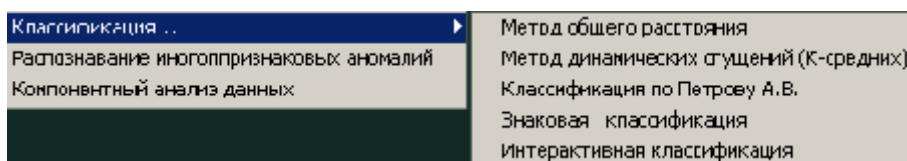


Рисунок 3.6 – Меню «Комплекс»

3.3 Практические примеры

В результате использования статистических характеристик в скользящем окне получаем статистические моменты (среднее (Рис 3.7), дисперсия (Рис 3.8), асимметрия, эксцесс, стандарт).

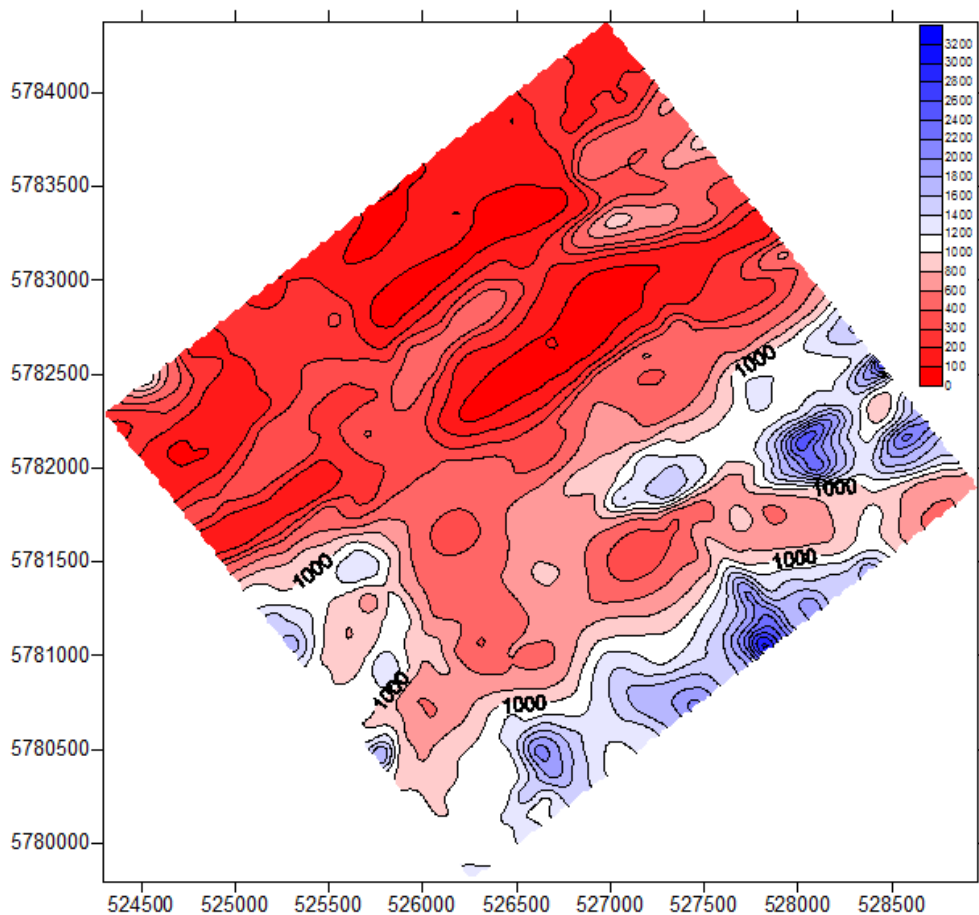


Рисунок 3.7 – Сеть, полученная по признаку «среднее»

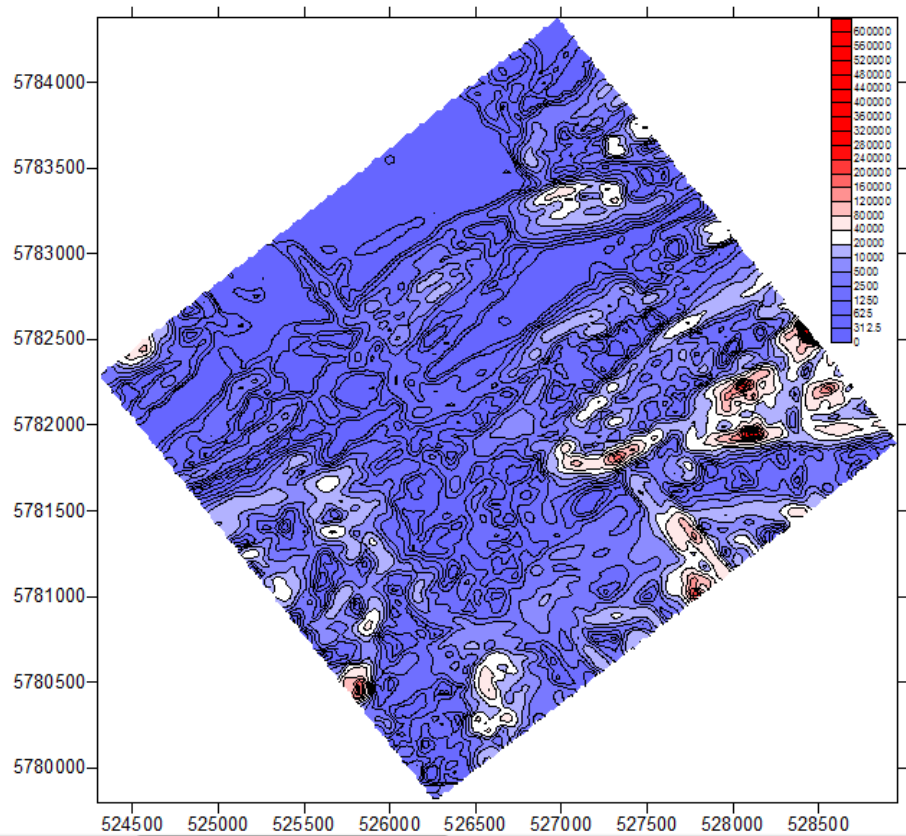


Рисунок 3.8 – Сеть, полученная по признаку «дисперсия»

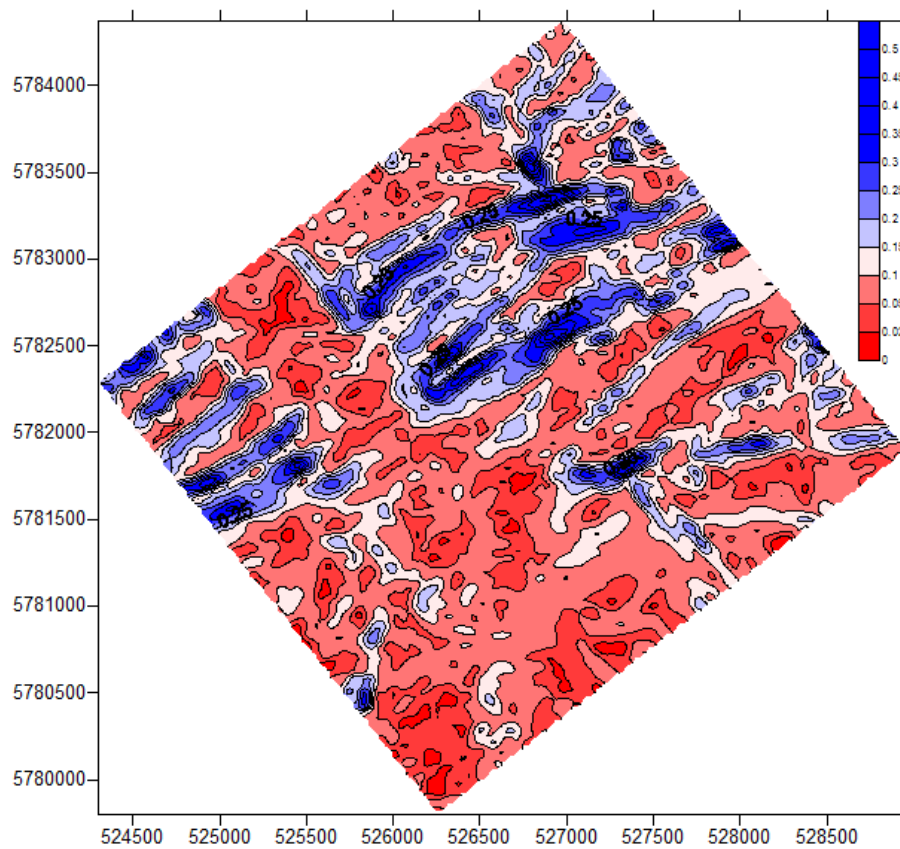


Рисунок 3.9 – Сеть, полученная по признаку «отношение дисперсии к среднему»

Анализ значений основных статистических моментов, дает возможность получить дополнительную полезную информацию о характере распределения значений признака. Кроме того, наряду с другой информацией, эти характеристики распределения могут быть эффективно использованы в задачах геологического районирования классификационными программами комплекса.

Программа «Градиентные характеристики» предназначена для вычисления в каждой точке исходной сети градиента поля вдоль профилей, вкрест простирания профилей, между слоями сети, полного градиента поля и направления полного градиента в плоскостях слоев и плоскостях разрезов. Направление полного градиента рассчитывается в радианах. Наиболее эффективно, с помощью градиентных характеристик, решается задача выделения границ между аномалиями или стационарными областями.

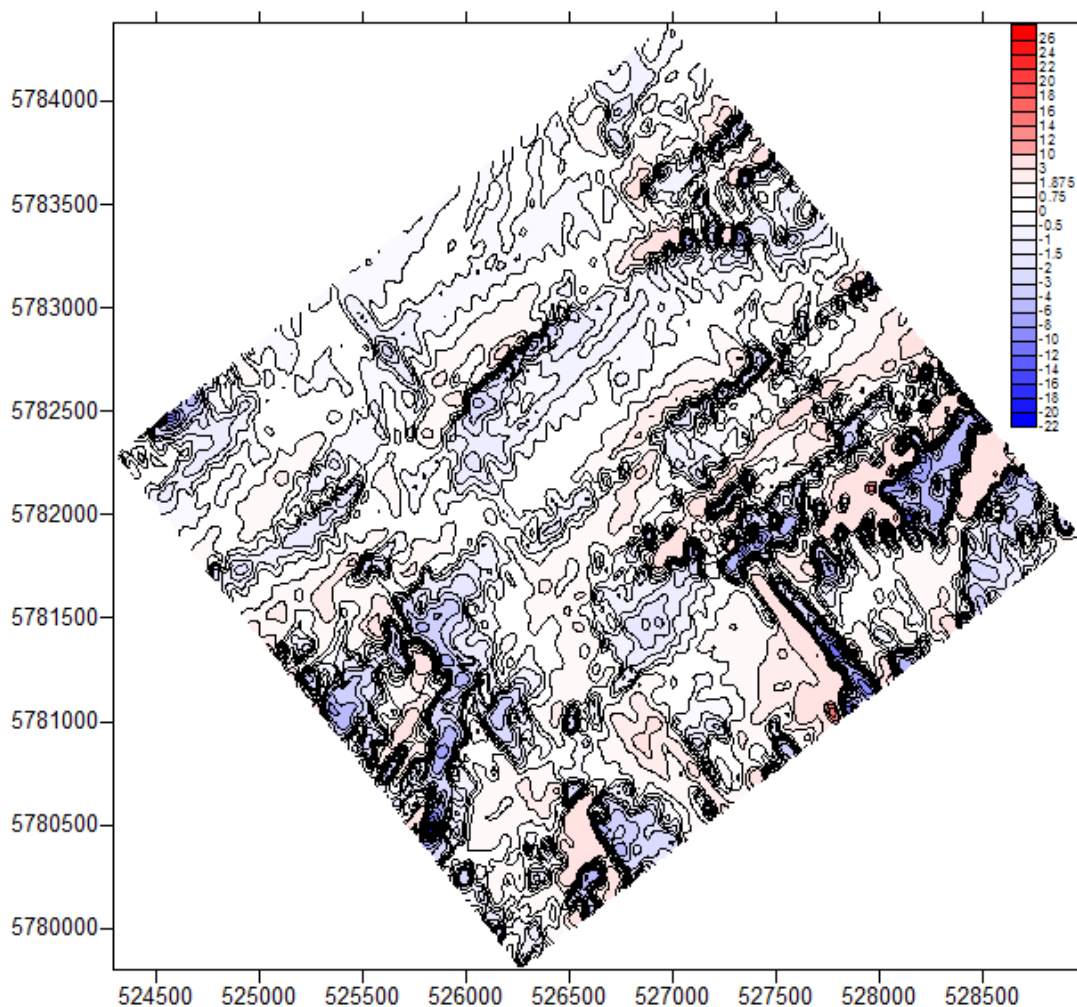


Рисунок 3.10 – Сеть, полученная по признаку «градиент поля вдоль профилей»

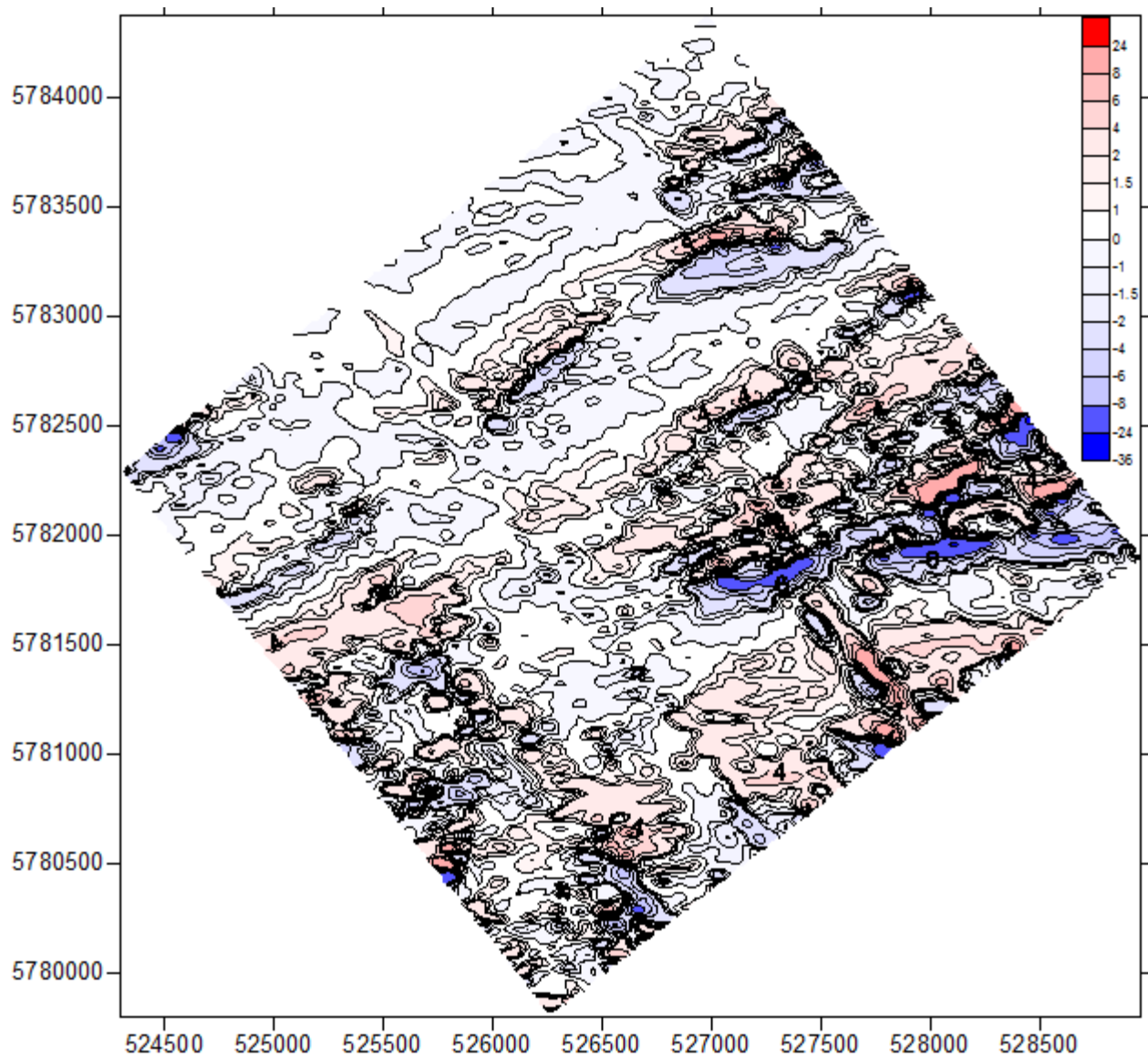


Рисунок 3.11 – Сеть, полученная по признаку «градиент поля между профилями (слоями)»

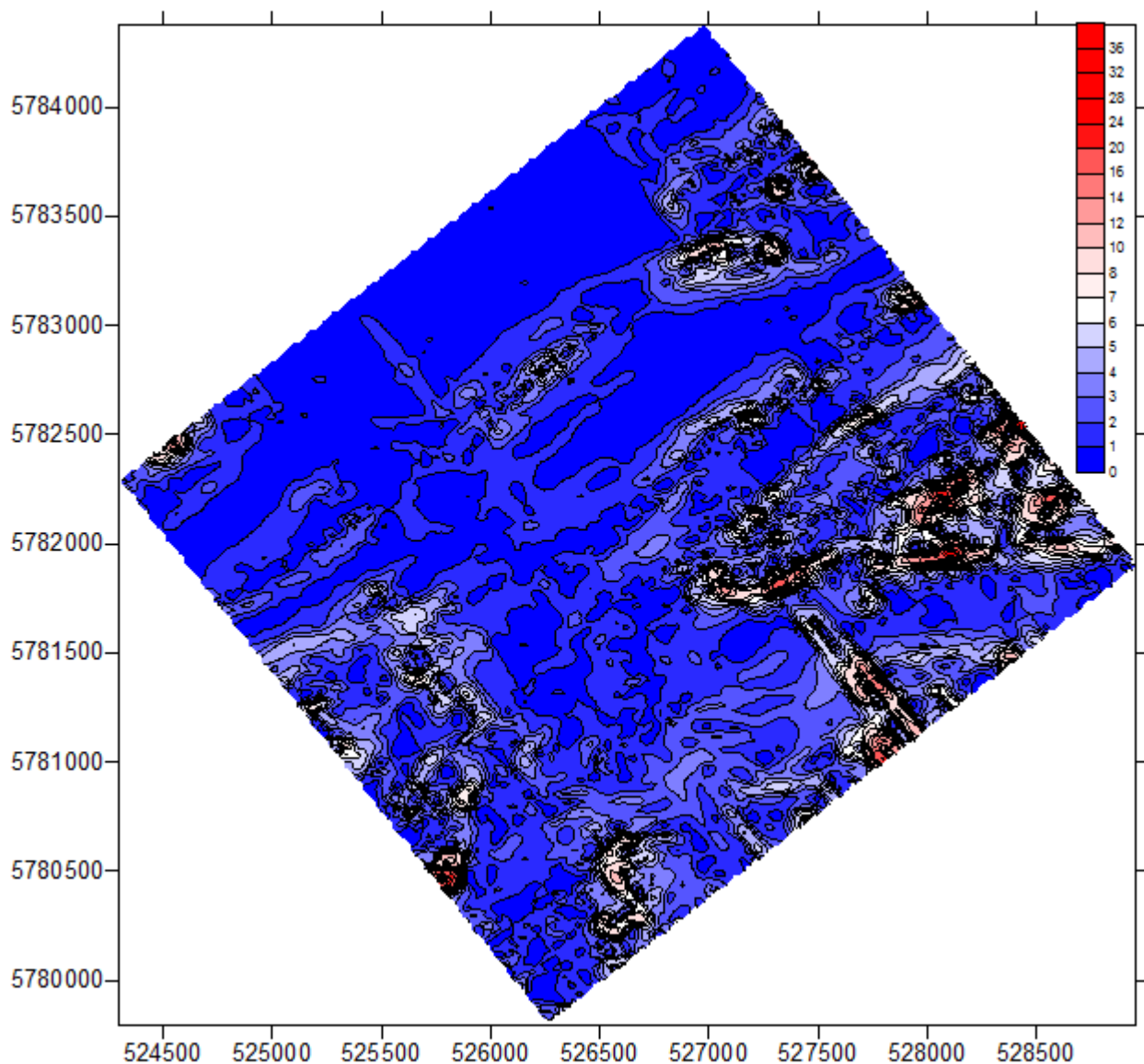


Рисунок 3.12 – Сеть, полученная по признаку «полный градиент в плоскости профилей (слоев) и пикетов»

Программа «Трассирование осей аномалий» предназначена для трассирования аномалий различных энергий и различного направления. Для трассирования используется оригинальная модификация одномерной адаптивной фильтрации. В построенной сети содержится статистика, максимумы которой соответствуют осям положительных аномалий, а минимумы - осям отрицательных аномалий

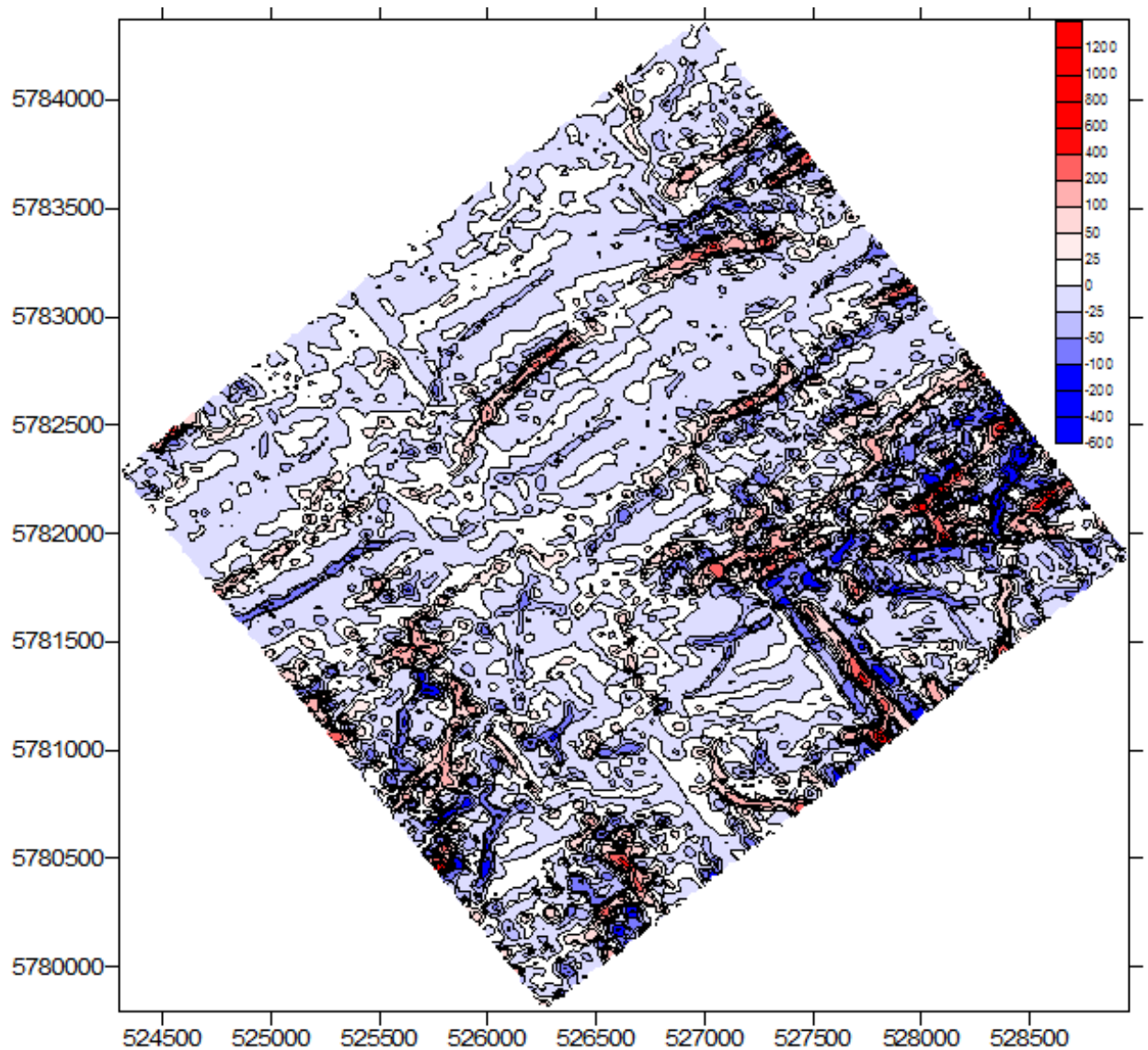


Рисунок 3.13 – Сеть, полученная по признаку, содержащему статистику, максимумы которой соответствуют осям положительных аномалий, а минимумы - осям отрицательных аномалий

Программа «коэффициент анизотропии» предназначена для вычисления в каждой точке исходной сети коэффициента анизотропии. Нужно учитывать, что большие значения анизотропии позволяют трассировать границы аномалий, которые обычно соответствует областям нарушения стационарности поля, а минимумы коэффициента анизотропии практически трассируют экстремальные (минимальные или максимальные) значения поля, соответствующие положению осей аномалий.

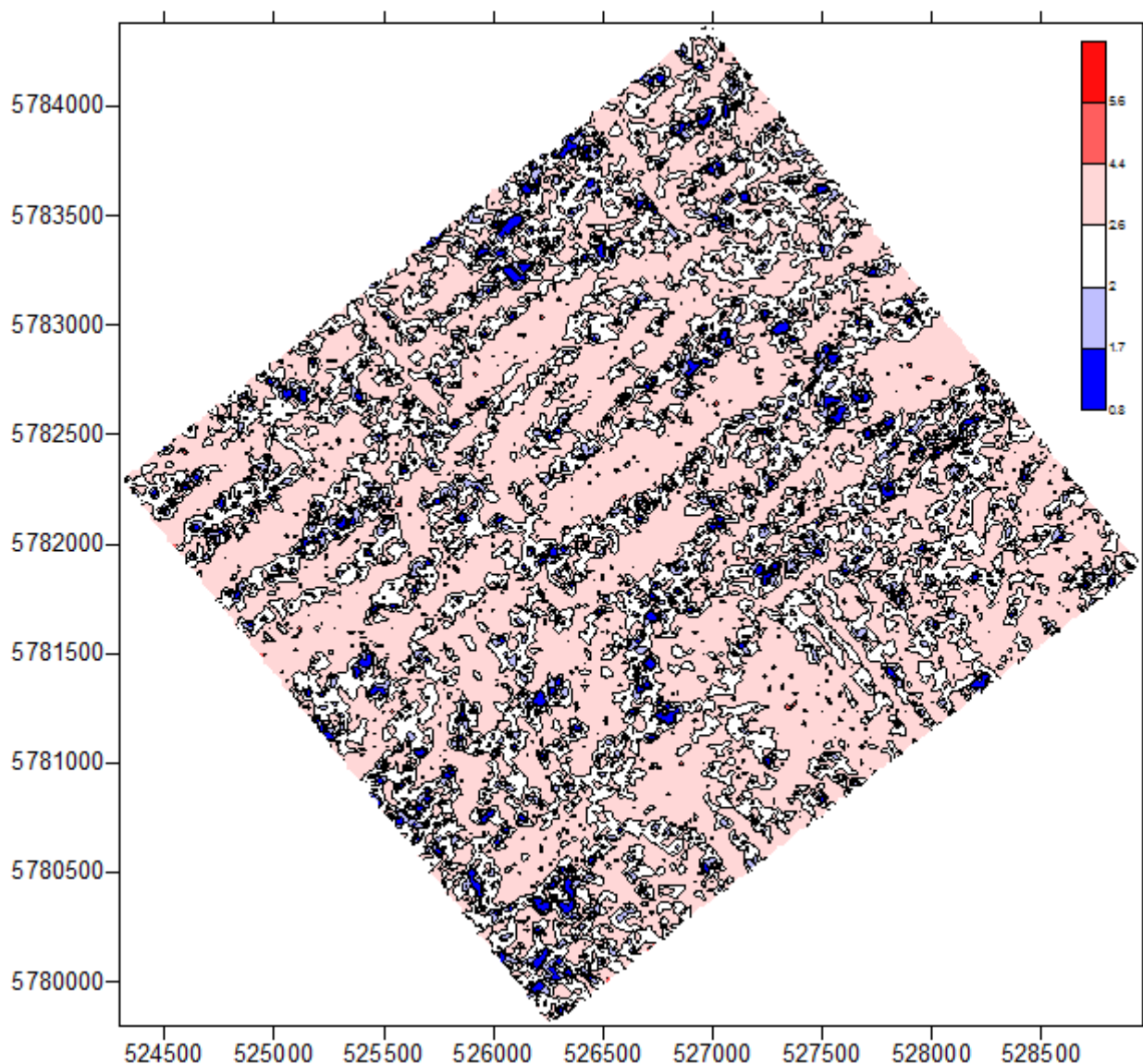


Рисунок 3.14 – Сеть, показывающая коэффициент анизотропии в каждой точке

Двумерная фильтрация в окне живой формы является лучшей программой для двумерной фильтрации нестационарных геополей. Предоставляется возможность провести адаптивную энергетическую фильтрацию, энтропийную фильтрацию, медианную фильтрацию и простое осреднение в окне "живой" формы.

Размеры окна фильтрации выбираются на основе анализа значений двумерной автокорреляционной функции исходной сети. В результате работы программы формируется сеть, содержащая два признака: локальную (остаточную) и региональную (трендовую) составляющую исходного поля.

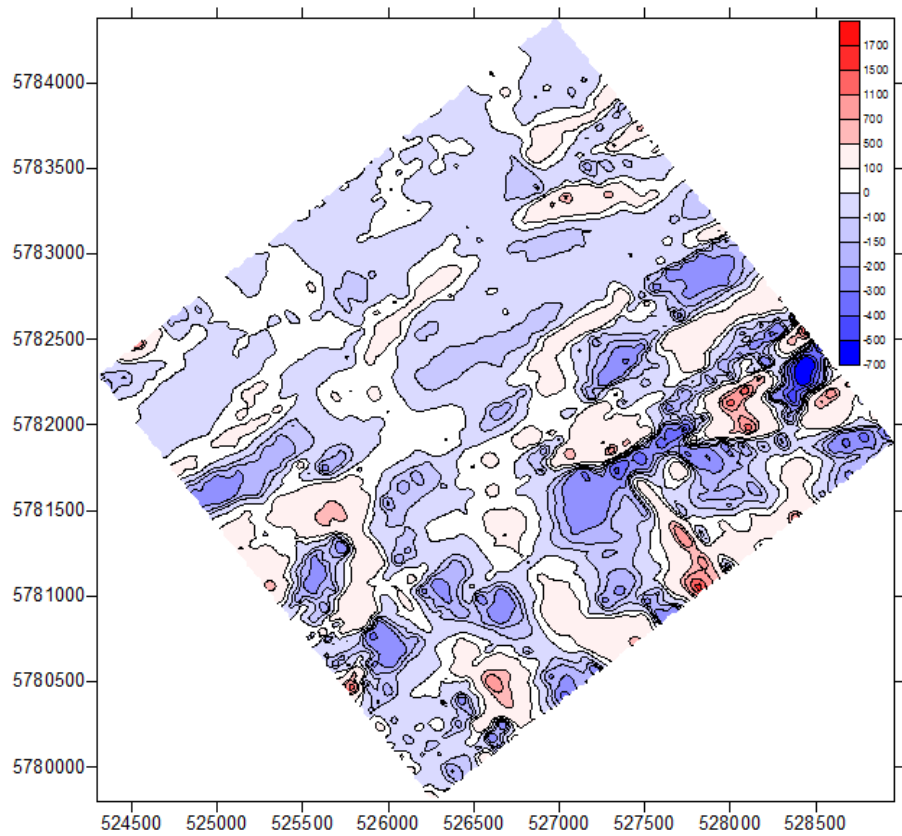


Рисунок 3.15 – Сеть, полученная по признаку, содержащему локальную (остаточную) составляющую поля

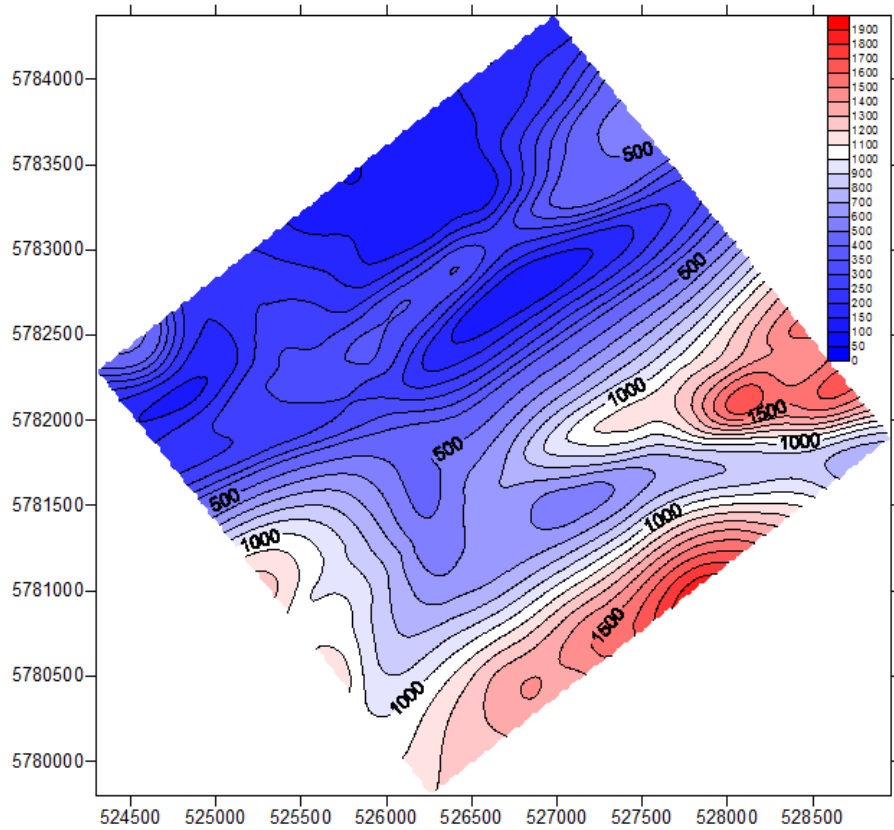


Рисунок 3.16 – Сеть, полученная по признаку, содержащему региональную (трендовую) составляющую поля

В программе «разложение полей на составляющие» реализована автоматическая технология разложения поля на составляющие посредством двумерной адаптивной фильтрации. Двумерная адаптивная фильтрация геополей сводится к автоматическому изменению параметров фильтра (ширины, высоты, наклона окна фильтрации и весовых коэффициентов фильтра) при изменении спектрально-корреляционных характеристик поля, в окрестностях базового окна каждой точки поля. Исходной информацией для данной процедуры является лишь номер исходной сети и тип фильтра.

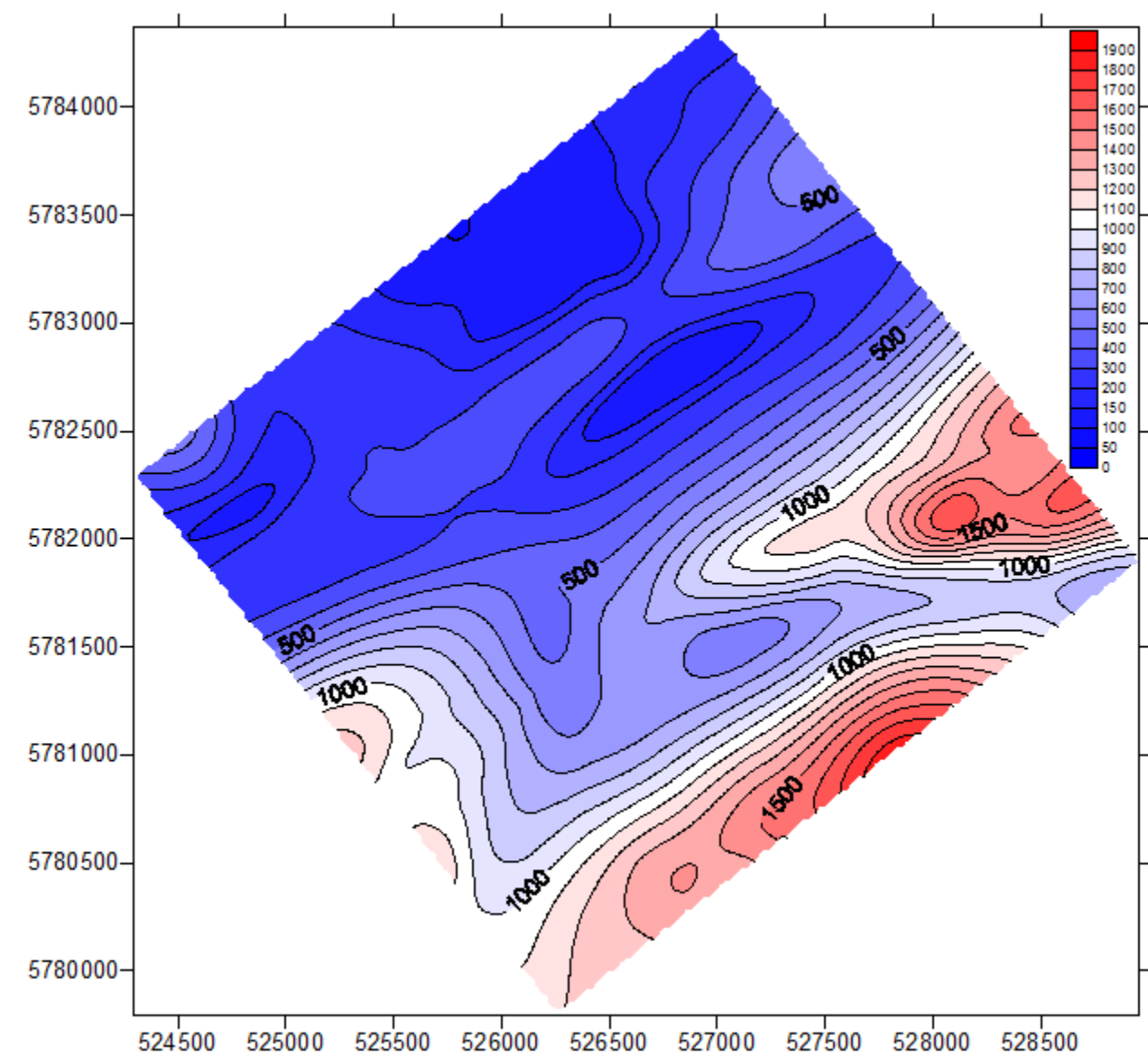


Рисунок 3.17 – Сеть, отображающая низкочастотные составляющие поля

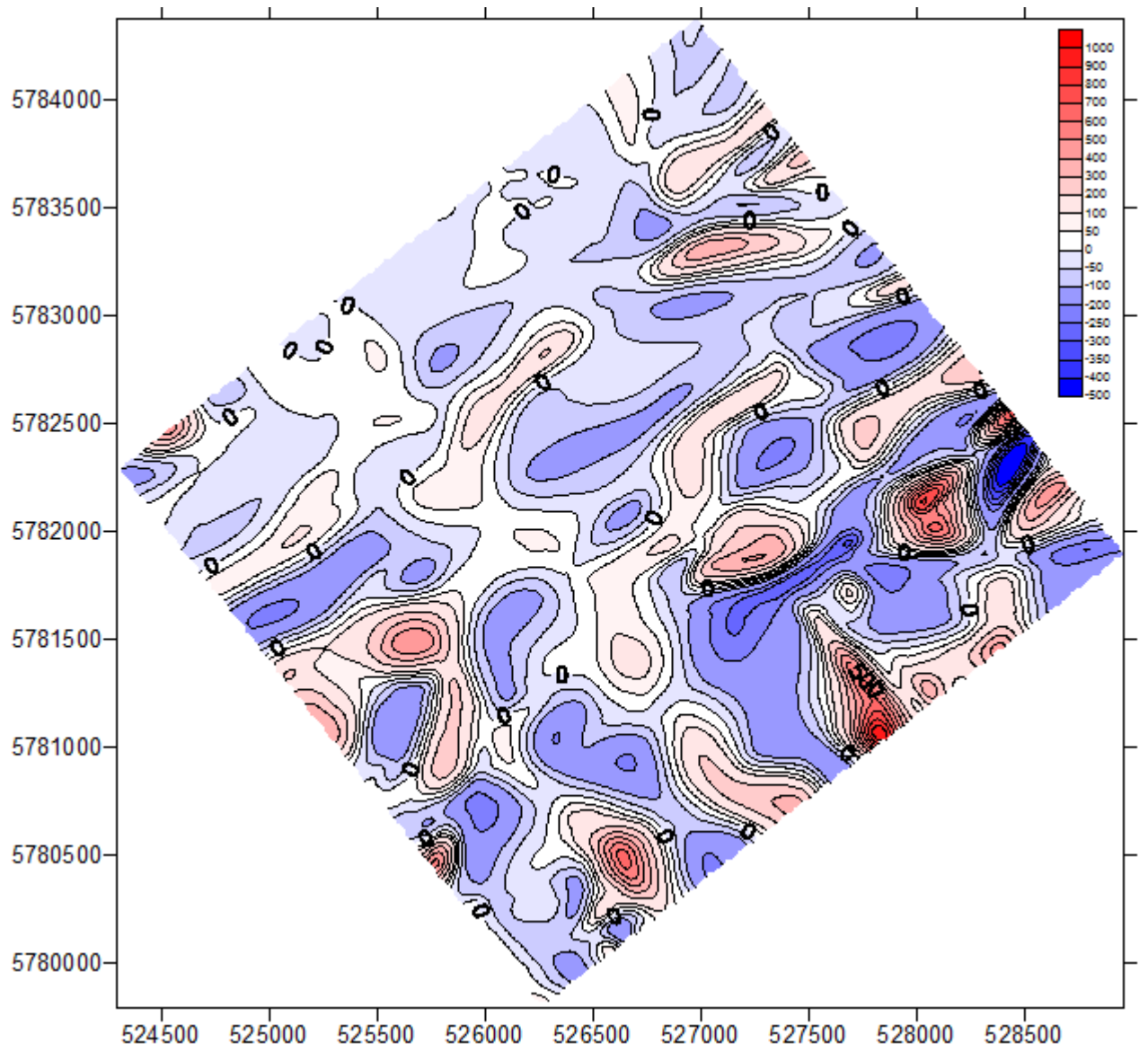


Рисунок 3.18 – Сеть, отображающая среднечастотные составляющие поля

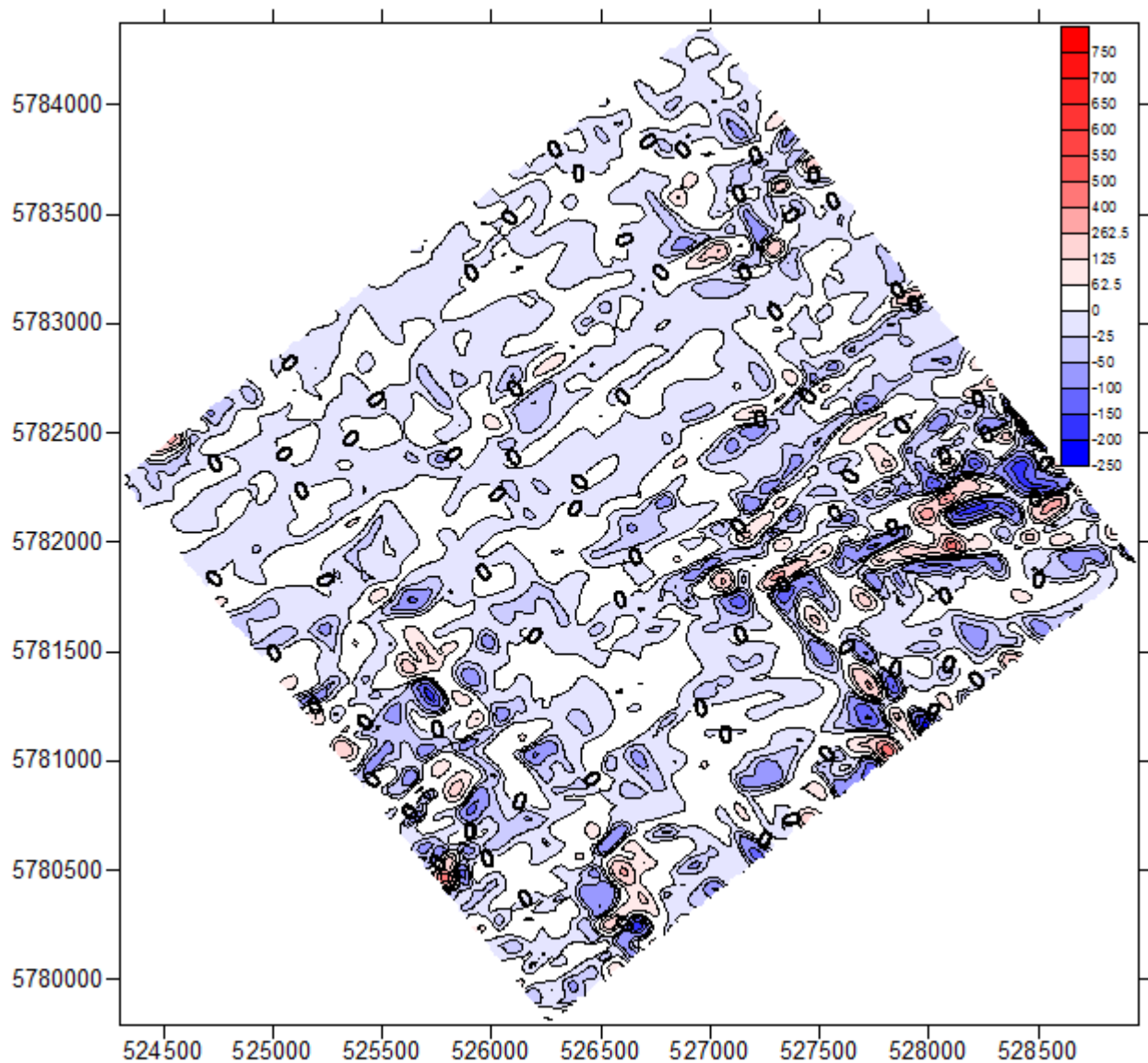


Рисунок 3.19 – Сеть, отображающая высокочастотные составляющие поля

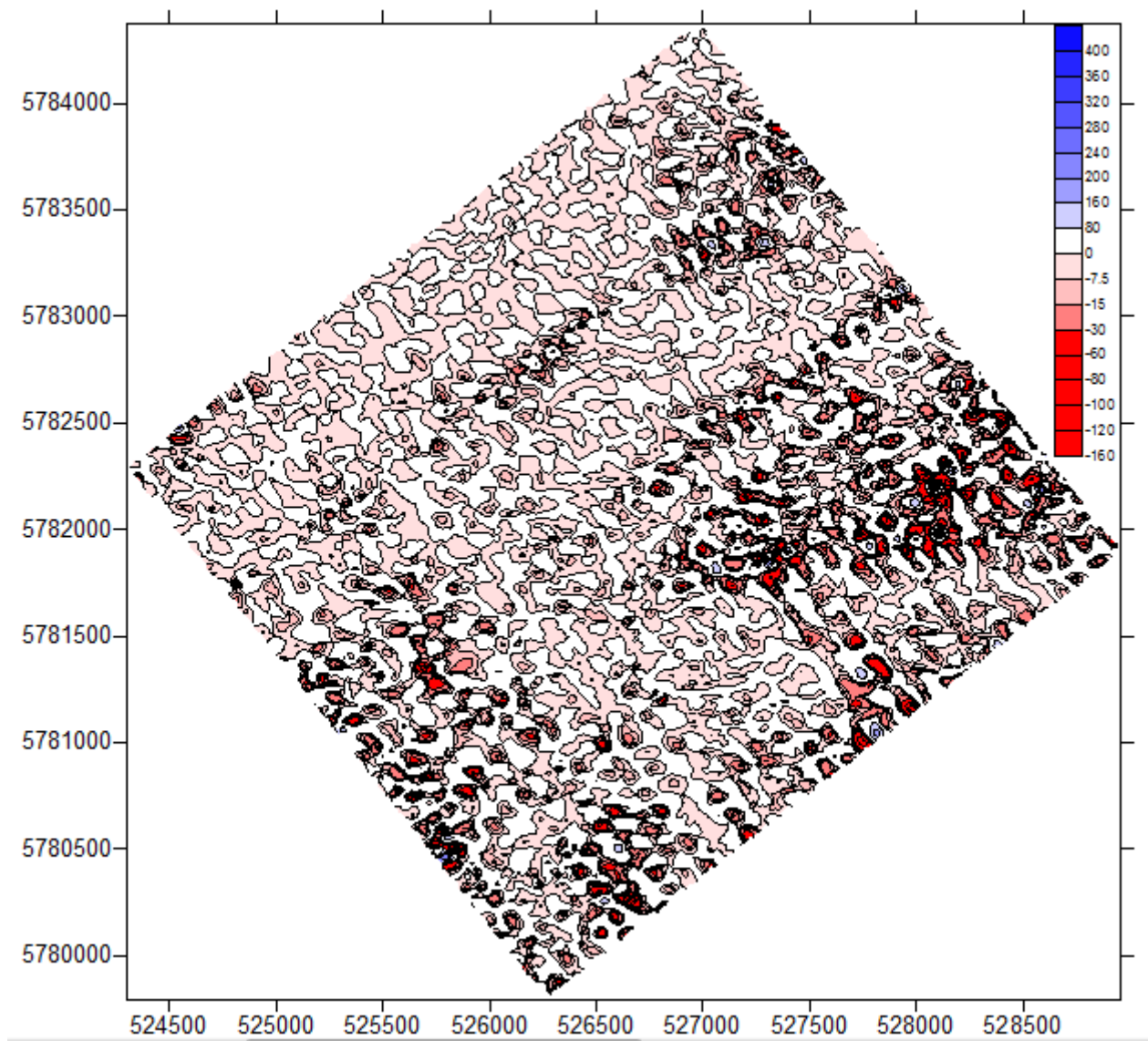


Рисунок 3.20 – Сеть, отображающая очень высокочастотные составляющие поля (практически шум)

Так же реализуется метод межпрофильной корреляции в скользящем базовом окне, который предназначен для выявления и трассирования от профиля к профилю слабых линейных аномалий, амплитуда которых соизмерима с уровнем помех.

Алгоритм, реализованный в программе, заключается в простом суммировании значений поля по нескольким соседним профилям в скользящем окне, со смещением от профиля к профилю, и нормировании полученной суммы на число профилей. Величина смещения от профиля к профилю

выбирается по значениям аргумента, соответствующего максимуму взаимно корреляционной функции между ними.

Такое направленное суммирование значений поля позволяет подчеркнуть существующие и коррелируемые от профиля к профилю слабые аномалии и уменьшить влияние случайной некоррелируемой помехи.

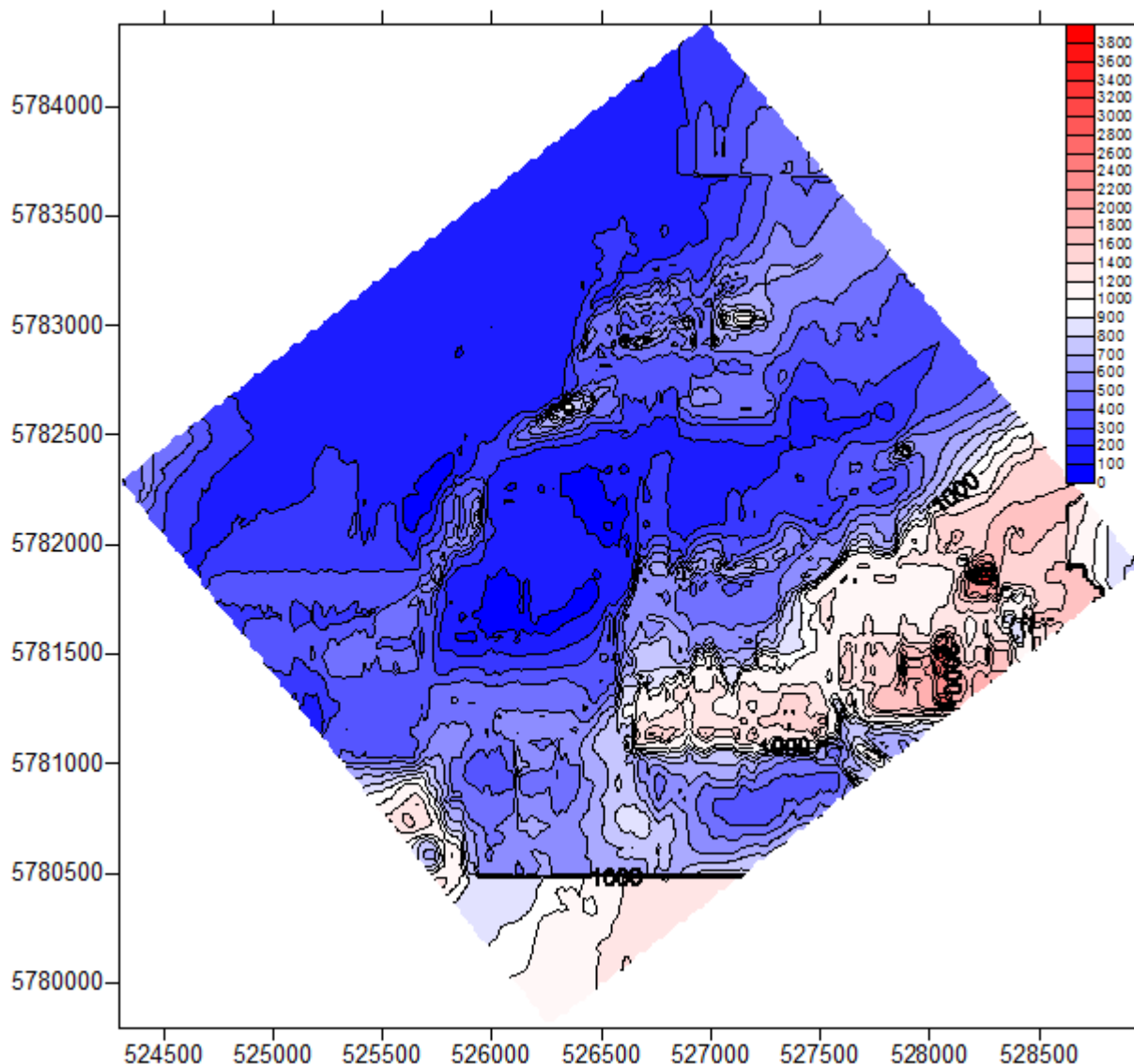


Рисунок 3.21 – Сеть, полученная по признаку «результат направленного суммирования поля»

Метод самонастраивающейся фильтрации базируется на расчете статистики Хоттелинга, которая является оценкой энергетического отношения сигнал/помеха.

Данный признак эффективен только для исходных данных, в которых визуально обнаружить аномалии не представляется возможным. В других случаях его применение не всегда эффективно.

Интерпретируется статистика следующим образом. В точках, где ее значения близки к нулю (менее 1.5) аномалии отсутствуют. Чем больше значение статистики, тем более вероятно наличие аномалии.

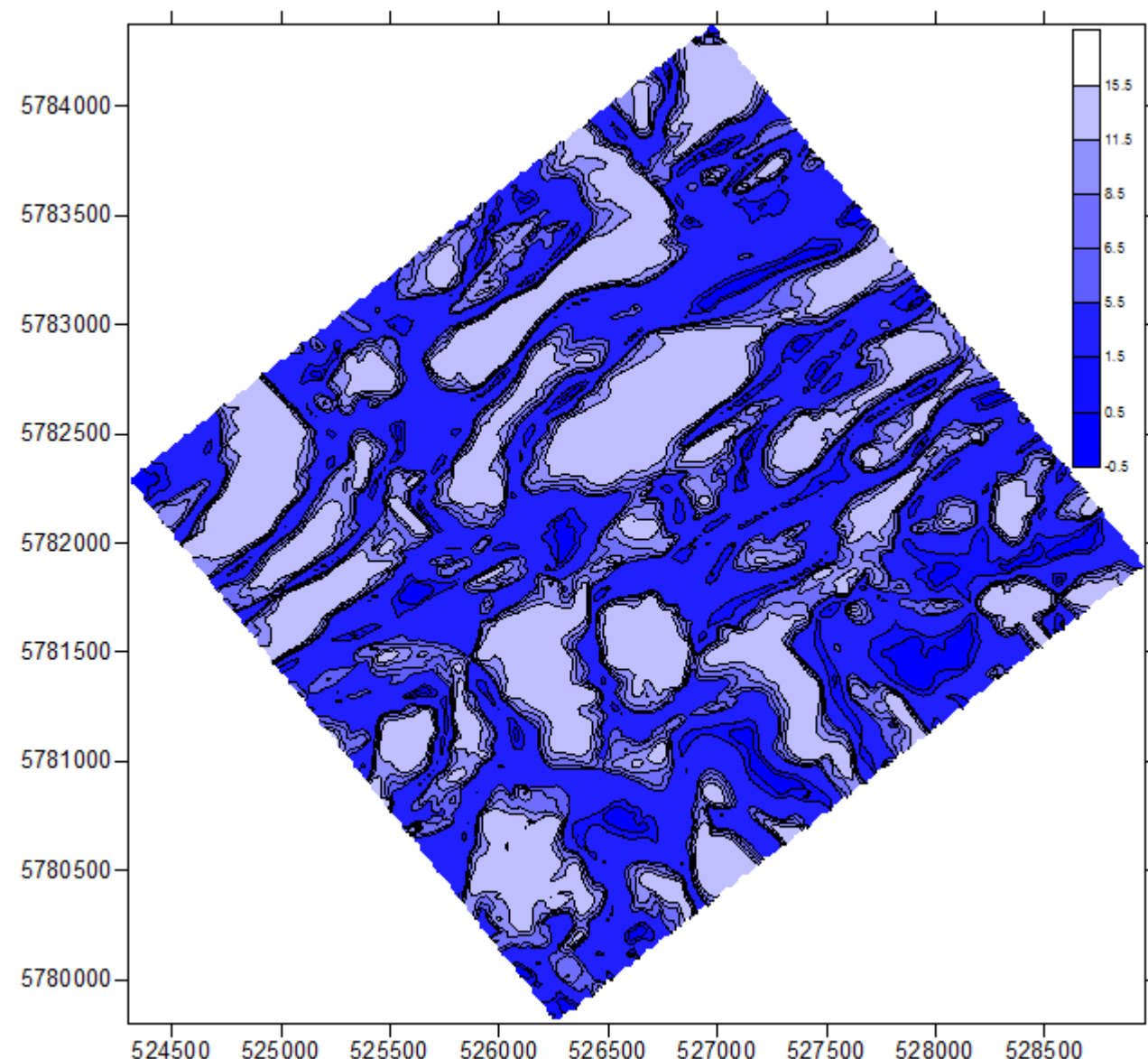


Рисунок 3.21 – – Сеть, полученная по признаку «Статистика Хоттелинга»

Статистическое зондирование предназначено для вычисления первых четырех центральных статистических моментов в окнах различных размеров с образованием трехмерной сети. При этом первый слой результирующей сети

есть результат вычисления моментов в окне, с минимальным размером, последний слой - с максимальным размером окна.

Предлагаемое статистическое зондирование позволяет проследить изменение статистических характеристик, вычисленных в скользящем окне, в зависимости от анализируемых частотных составляющих поля. Учитывая, что экстремальные значения поля дисперсии, асимметрии и эксцесса контролируют области нарушения стационарности поля (которые часто приурочены к геологическим и петрофизическим границам), представляется возможным проследить положение этих границ для разных по размерам и расположению геологических объектов.

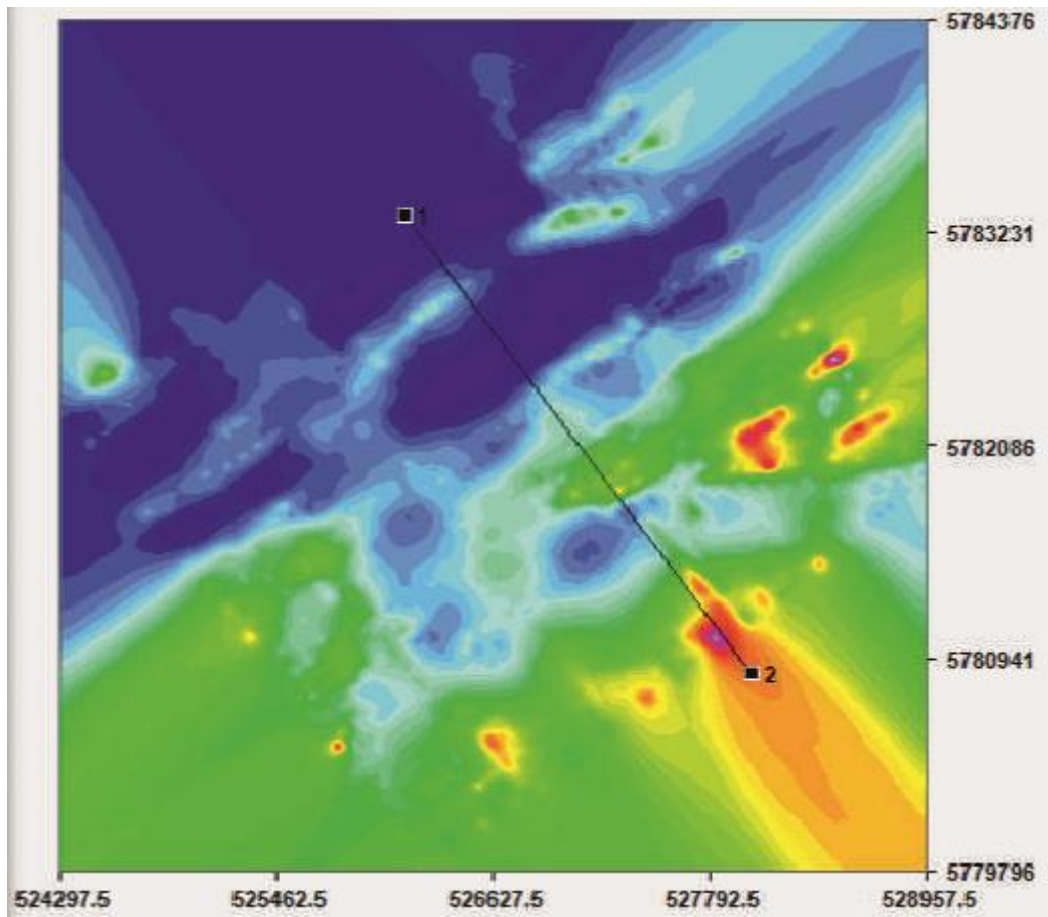


Рисунок 3.22 – План изолиний, показывающий линию разреза

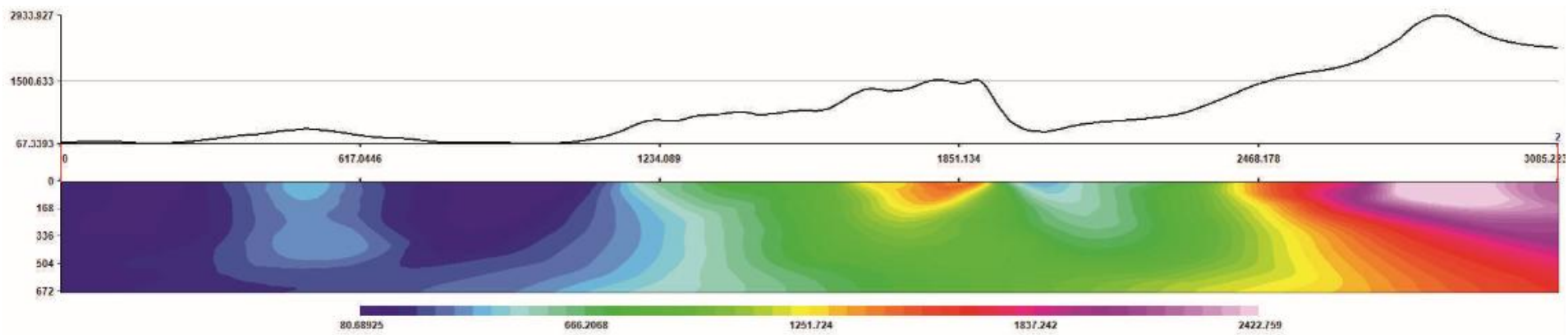


Рисунок 3.23 – Разрез вдоль линии 1-2

По рассмотренным в специальной части примерам методов, используемых в данной геоинформационной системе, были построены сети с различными признаками. По полученным сетям нельзя сделать правильных выводов о геологическом строении данного участка, так как данные между собой плохо коррелируются и наблюдаются как множественные единичные аномальные значения, связанные с качеством съемки, так и серии таких аномалий, которые простираются вдоль профилей и магистралей сети съемки. Из-за этого отчетливо видно границы планшетов, по которым осуществлялось электропрофилирование. Это говорит о том, что они не увязаны между собой, что является нарушением требований Инструкции по электроразведки. Эта оценка качества съемки говорит о том, что она является некондиционной.

По построенному разрезу вдоль линии 1-2 в методе статистического зондирования можно сказать, что направление падения толщи совпадает с направлением, указанным при построении физико-геологической модели.