

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЗАПАДНОГО ПРИОХОТЬЯ**Е.Г. Иволга, В.Г. Гурович, Ю.Ф. Манилов***ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина, ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000;
e-mail: ymanilov@itig.as.khb.ru*

Поступила в редакцию 10 марта 2021 г.

Изучены физические характеристики комплексов пород западного Приохотья. Построены петрофизические карты, позволившие выделить петрофизические особенности тектонических элементов территории. Проведено сопоставление петроплотностных и петромагнитных неоднородностей с аномалиями соответствующих им геофизических полей. Связь аномалий магнитного поля с приповерхностными комплексами пород установлена только для мезозойских вулканоплутонических структур Охотско-Чукотского вулканического пояса, частично для Юдомо-Майской структурно-формационной зоны. В пределах древних блоков Алдано-Станового щита и Учуро-Майской плиты аномалии магнитного поля обусловлены не столько петромагнитными характеристиками пород, сколько их гидротермально-метасоматическими изменениями, произошедшими в процессе тектоно-магматической активизации. Для петроплотностных аномалий и аномалий гравитационного поля характерны инверсные взаимоотношения как в пределах региональных минимумов гравитационного поля (Тырканский и Южно-Верхоянский), так и в пределах Вилуйской синеклизы, где максимуму гравитационного поля соответствует область пониженной плотности.

Ключевые слова: структурно-формационная зона геологического образования, петрофизические неоднородности, магнитная восприимчивость, плотность, гравитационное поле, магнитное поле, тектонические структуры, Дальний Восток России.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение физических свойств горных пород традиционно сопровождало как геологосъемочные работы, так и все виды геофизического изучения территорий (от локального до регионального). Знание физических характеристик породных комплексов, в значительной мере, определяет надежность и достоверность интерпретации геофизических материалов.

Интерпретация аномалий геофизических полей предусматривает решение двух задач: 1 – определение геометрии границ геологических объектов; 2 – определение вещественного заполнения геологического пространства, которое невозможно без петрофизической информации.

Результатами петрофизического изучения территорий являются данные о средних (модальных) значениях петрофизических характеристик геологических подразделений, которые сведены в таблицы. На основе полученных данных о физических свойствах

проводится построение петрофизических карт территорий и изучение взаимосвязи физических характеристик отдельных комплексов пород.

В настоящее время наиболее часто применяются две методики составления петрофизических карт. Первая разработана во ВСЕГЕИ [22], где результаты представляются в дискретной форме, когда на основе статистически обоснованных данных в пределах определенного контура геологического подразделения присваивается значение петрофизического параметра, вторая – дается в непрерывной форме, когда по точкам определения параметров строятся карты в виде изолиний. В первом случае для построения карт требуется хорошее статистическое обеспечение каждого контура карты, во втором – необходима достаточная плотность определений петрофизических параметров по площади. В условиях Дальнего Востока, особенно при региональном изучении, обеспечить это в подавляющем большинстве случаев не представляется возможным.

Н.П. Романовским была разработана оригинальная технология создания петрофизических карт в

условиях ограниченной петрофизической изученности территорий на основе точечных определений петрофизических характеристик. Технология опробована при региональном изучении ряда объектов и показала свою эффективность [7, 8, 17]. Территориально настоящие исследования являются продолжением изучения переходной области континент-океан, которое выполнено авторами ранее на сопредельной площади [8]. Они включают создание петрофизической, глубинной и геолого-структурной основ территории.

Одной из основных проблем при изучении рассматриваемой территории явилась утрата значительной части петрофизической информации (петрофизических банков) в процессе реорганизации геологической отрасли. В настоящее время восстановить ее удастся лишь частично, а новая информация фактически не пополняется. Поэтому авторы сочли необходимым представить в данной работе не только петрофизические карты, частично восполняющие указанные потери, но и систематизированные таблицы физических свойств комплексов пород, которые могут быть использованы как при мелкомасштабных, так и при крупномасштабных исследованиях.

Цель настоящих исследований – путем систематизации имеющихся петрофизических определений и построения карт плотности и магнитной восприимчивости для верхней части земной коры создать петроплотностную и петромагнитную основу для интерпретации аномалий гравитационного и магнитного полей и обоснования тектонического районирования приповерхностных участков земной коры.

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА

Информация о геологии рассматриваемого региона основана на съемках 1:200 000 масштаба и созданной геологической карте новой серии 1:1 000 000, тектонических картах региона [1–4, 6, 11, 13, 14, 19]. Изученная территория является областью сочленения Сибирской платформы, Верхояно-Колымской складчатой системы и Охотско-Чукотской вулканоплутонической области (рис. 1, 2).

Сибирская платформа в пределах изучаемой территории сложена выступами раннедокембрийского кристаллического фундамента (восточная часть Алдано-Станового щита и Батомгский выступ), раннепротерозойскими Верхнеучурской вулканоплутонической зоной и Улканским терригенно-вулканогенным прогибом, позднепротерозойско-среднепалеозойскими Аяно-Шевлинским перикратонный прогибом и Учуро-Майской плитой, раннемезозойской Виллойской синеклизой. Алдано-Становой щит представлен элементами Южно-Алданской (Тырканский и Луриканский блоки) и Становой (Джанинский, Джугджурский, Кирано-Лавлинский блоки) блоковых систем. Блоки Южно-Алданской системы преимущественно состоят из метаморфитов гранулитовой стадии, Становой – из интрузивных образований разного возраста.

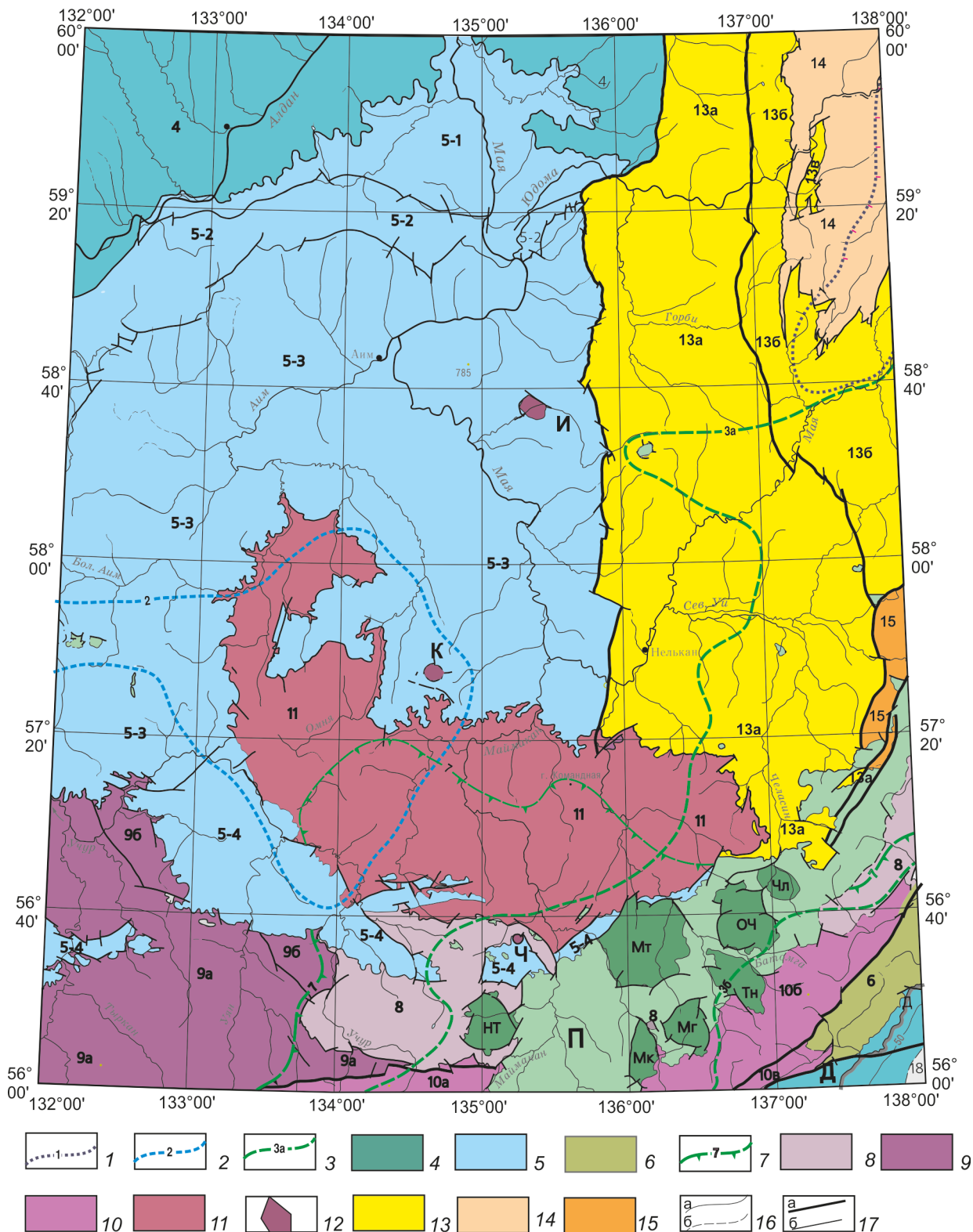
Верхояно-Колымская складчатая система представлена своим южным окончанием, прослеживается в меридиональном направлении на 350 км при ширине от 90 до 170 км, имеет эпикратонный характер. От Сибирской платформы на западе она отделена Нельканским надвигом (рис. 2). На юге породы ее рифейского разреза наложены на раннеархейские метаморфиты и гранитоиды Батомгского выступа. В составе системы выделяются Юдомо-Майская и Южно-Верхоянская структурно-формационные зоны (СФЗ), Билякчанская система блоков.

Охотско-Чукотская вулканоплутоническая область является частью Восточно-Азиатского окраинно-континентального вулканоплутонического пояса, представлена позднемезозойскими наложенными орогенно-магматическими образованиями Удско-Куйдусунского вулканоплутонического района (ВПП).

Вне связи с Охотско-Чукотской вулканоплутонической областью на территории выделяются Учуро-Кеткапский и Верхнеюдомский вулканоплутонические районы. Наиболее протяженный Удско-Куйдусунский ВПП охватывает Преддзугджурский вулканический прогиб, площадью 225 км × 65 км, с мощностью покровных вулканических образований

Рис. 1. Схема тектонического районирования, по [4].

Мезозойские орогенно-активизационные структуры: 1 – граница Верхнеюдомского плутонического района; 2 – граница Учуро-Кеткапского вулканоплутонического района; Удско-Куйдусунский вулканоплутонический район: 3 – границы вулканоплутонических ареалов (3а – Преддзугджурского, 3б – Удского). Вулканические прогибы: П – Преддзугджурский, Д – Желонский. Локальные вулканотектонические структуры: Чл – Челасинская, ОЧ – Овланджино-Челасинская, Мт – Мотаринская, Тн – Тунумская, НТ – Нимаро-Тумская, Мг – Магейская, Мк – Мукиктанская. Сибирская платформа: 4 – Виллойская синеклиза; 5 – Учуро-Майская плита; 5-1 – Алданский прогиб, 5-2 – Дыгдинское валообразное поднятие, 5-3 – Майский прогиб, 5-4 – Учурская зона прогибов; 6 – Аяно-Шевлинский перикратонный прогиб; 7 – граница Верхнеучурской вулканоплутонической зоны; 8 – Улканский терригенно-вулканогенный прогиб; 9 – Алдано-Становой щит, Южно-Алданская система блоков: 9а – Тырканский, 9б – Луриканский; 10 – Становая система блоков: 10а – Джанинский, 10б – Джугджурский, 10в – Кирано-Лавлинский; 11 – Батомгский выступ кристаллического



фундамента (Омнинско-Батомгское сводовое поднятие); 12 – прочие выступы: К – Кондерский; Ч – Чадский, И – Ингилийский. Верхояно-Колымская складчатая система. 13 – Юдомо-Майская структурно-формационная зона: 13а – Кыллахская, 13б – Сетте-Дабанская подзоны, 13в – Ловийский выступ Сетте-Дабанской подзоны; 14 – Южно-Верхоянская структурно-формационная зона, Аллах-Юнская подзона; 15 – Билякчанская система блоков. 16 – границы структур: а – достоверные, б – предполагаемые; 17 – разломы: а – основные (граничные), б – предполагаемые.

до 2 500 м. Нижний структурный ярус сложен ранне-меловыми образованиями: вулканогенно-осадочной и андезибазальт-андезитовой формациями немуйканского и гранит-гранодиоритовой формацией удского комплексов. Верхний структурный ярус образован контрастными (от базальт-андезитовой до трахириолит-риолитовой) вулканогенными формациями $K_{1,2}$ и плутонической диорит-гранит-гранодиоритовой формацией позднемелового джугджурского комплекса.

Учуро-Кеткапский ВПР представлен вулканиками J_3 - K_1 трахит-трахиандезит-трахибазальтовой формации бокурского комплекса мощностью до 1 100 м, которые выполняют руины кальдер, сохранившиеся после становления ранне-меловых гранитоидных интрузий кет-капского комплекса. Последние представлены пластовыми телами, силлами, лакколитами и многоэтажными телами, прорывающими терригенные и карбонатные образования рифея, венда и кембрия.

Верхнеюдомский ВПР выделен в северо-восточной части территории, где небольшие интрузивы и дайки ранне-меловой диорит-гранодиоритовой формации (уэмляхский комплекс) прорывают карбонатные и терригенно-карбонатные отложения венда, кембрия и ордовика Майско-Юдомской СФЗ.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Первый этап состоял из сбора, обобщения и систематизации разрозненной петрофизической информации по региону. Результатом этого этапа яви-

лось составление таблиц физических характеристик отдельно для осадочно-метаморфических, вулканогенных и интрузивных комплексов пород – табл. 1–3. При составлении таблиц использованы различные источники: данные справочника 1987 г. [21] и современные данные институтов РАН, материалы производственных организаций, полученные в процессе выполнения съемочных геологических и геофизических работ [2–6, 9, 12, 15, 18, 20]. Эта информация стала основой для создания петроплотностной и петромагнитной карт.

Полученные таблицы физических параметров литолого-петрографических комплексов пород являются основой для дальнейших расчетов средневзвешенной плотности в ячейке площади, размер которой соответствовал планшету масштаба 1:25 000. Согласно методике Н.П. Романовского [16, 17], средневзвешенное значение петрофизического параметра в ячейке определяется по формуле:

$$m_{cp} = \frac{m_1 \times S_1 + m_2 \times S_2 + \dots + m_n \times S_n}{\sum_{i=1}^n S_i},$$

где m_1, m_2, \dots, m_n – среднее значение петрофизического параметра пород свиты (толщи, комплекса), S_1, S_2, \dots, S_n – площадь выхода пород свиты (толщи, комплекса) в пределах каждой ячейки, $\sum_{i=1}^n S_i$ – площадь элементарной ячейки, равная сумме площадей всех свит.

Пошаговая технология создания карт заключалась в следующем. Предварительно в каждой ячейке

Рис. 2. Геолого-структурная схема, по [19].

Осадочно-метаморфические образования. Чехол Сибирской платформы: 1 – терригенные отложения ($J_{1,2}$) Вильюйской синеклизы (BC); 2–6 – вулканогенно-терригенно-карбонатные образования Учуро-Майской (R_1 - E_3) плиты (УМП), Юдомо-Майской (ЮМ) (R_2 -S) и Южно-Верхоянской (ЮВ) (D_3 - J_2) структурно-формационных зон СФЗ Верхояно-Колымской эпикратонной складчатой системы, Аяно-Шевлинского перикратонного прогиба (АШ) R_3 -С; 2 – преимущественно карбонатные; 3 – терригенно-карбонатные; 4 – доломитизированные карбонатные; 5 – терригенные; 6 – вулканогенно-терригенно-карбонатные. Образования раннедокембрийского кристаллического фундамента. **Тыркандский блок** (AR_{1tr}) (7–10): 7 – кристаллосланцы, биотит-пироксеновые гнейсы; 8 – гнейсы графитовые, пироксенитовые, кристаллосланцы, мраморы, 9 – гнейсы гранатовые, гранат-пироксеновые, амфибол-пироксеновые (гранулиты); 10 – кристаллосланцы и гнейсы дупироксеновые, пироксеновые, мраморы. **Батомгский выступ** (AR_{2bt}) (11–15): 11 – гнейсы пироксеновые, амфиболиты; 12 – кристаллосланцы амфиболовые, биотит-амфиболовые, пироксен-амфиболовые, графит-биотитовые, гранитогнейсы; 13 – гнейсы биотитовые, гранат-силлиманит-биотитовые; 14 – кристаллосланцы биотитовые, амфиболовые; 15 – гнейсы и кристаллосланцы амфибол-пироксенового и пироксенового состава. **Вулканогенно-осадочные образования.** Предджугджурской и Удской вулканические прогибы: 16 – тунумский комплекс трахидацит-трахириолитов – K_2tn ; 17 – андезитовые комплексы: мотаринский – K_2mt , немуйканский – K_1nm , джелонский J_3 - K_1dz ; бокурский трахит-трахибазальтовый J_3 - K_1bk ; 18 – магейский дацитовый комплекс – K_1mg ; Улканский прогиб, вулканики сложного состава: 19 – эгелтейский комплекс – PR_{1el} , улканский комплекс – PR_{1ul} . **Интрузивные образования:** 20 – гранитоиды поздне-мелового возраста джугджурского комплекса (γ - $\gamma\delta K_2d$); 21 – гранитоиды ранне-мелового кет-капского комплекса ($\epsilon\gamma$; $g\zeta$, μK_1kk); 22 – гранитоиды ранне-мелового возраста удского (γ , $\gamma\delta, \delta K_1u$), уэмляхского ($\gamma\delta K_1um$), позднедевонского лантарского ($\gamma\delta D_3l$) комплексов; 23 – раннепротерозойские гранитоиды улканского комплекса ($\epsilon\gamma, \rho\gamma PRu$); 24 – габброиды лантарского ($vD_3?l$), гекундинского (vPR_g), идиомо-тыркандского (vAR_{2it}) комплексов; 25 – анортозиты, габброанортозиты, нориты древнеджугджурского комплекса (ηAR_{2dd}); 26 – позднерифейский инглийский комплекс нефелиновых щелочных сиенитов, уртитов ($\epsilon\zeta R_3i$); 27 – кондерский комплекс дунитов, клинопироксенитов, оливинитов, перидотитов ($\sigma PR_{1?k}$); 28 – чумиканский комплекс бластомилонитов ($bm PR_{1?cm}$); 29 – нерасчлененные габбро-амфиболиты Батомгского выступа; 30 – геологические границы; 31 – главные разрывные нарушения: 1 – Нельканский, 2 – Улахан-Бамский, 3 – Бурхалинский, 4 – Джугджурской, 5 – Билякчанский, 6 – Билякчано-Акачанский, 7 – Южно-Учурский, 8 – Прибрежный, 9 – Алдано-Майский, 10 – Малоаимский, 11 – Чумиканский; 32 – основные надвиги; 33 – прочие нарушения; вулканоплутонические структуры: 34 – депрессии; 35 – поднятия.

на основе геологической карты определялось процентное представительство породных комплексов. На основании табличных данных породным комплексам присваивалось среднее значение плотности. Затем по формуле рассчитывалось средневзвешенное значение петрофизического параметра для каждой ячейки. Далее методом скользящего окна получен цифровой массив «осредненных» расчетных значений петрофизических параметров, по которому строились карты в изолиниях. Всего расчет петроплотностной и петромагнитной характеристик выполнен для 2304 элементарных ячеек.

На следующем этапе оценивалась возможность применения полученных карт в качестве основы для интерпретации гравитационного и магнитного полей, для геологического картирования. При построении карт потенциальных полей были использованы цифровые модели полей континентальной части Дальнего Востока России, подготовленные сотрудниками ВСЕГЕИ по заказу ИТиГ ДВО РАН: гравитационного с плотностью промежуточного слоя 2.67 г/см^3 (модель 1971) и аномального магнитного (модель 1977) масштаба 1:1 000 000.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Петрофизическая характеристика

Наиболее древние для изучаемой территории осадочно-метаморфические породы (табл. 1) – *раннеархейские*, представлены для трех серий: джанинской, тырканской и батомгской. Породы указанных серий близки по составу и степени метаморфизма, что отражается и на их петрофизических характеристиках. Плотность (σ) меняется от 2.34 до 3.06 г/см^3 (здесь и далее), при средней 2.77–2.85 с максимумом для тырканской серии. Магнитная восприимчивость (κ) изменяется от $0-8\,000 \times (1.3 \times 10^{-5} \text{ А/м})$ (здесь и далее), при средней 360–1 433. Породы тырканской серии среди них являются наиболее плотными и магнитными.

Позднепротерозойские образования широко представлены в разрезах Учуро-Майской плиты Сибирской платформы и Юдомо-Майской структурно-формационной зоне (СФЗ) Верхояно-Колымской складчатой системы, где они отнесены к раннему, среднему, позднему рифею и венду.

Ранний рифей представлен в основном терригенными породами *уянской* (R_{f1ut}) и карбонатно-терригенными *учурской* (R_{fuc}) серий. Для них характерна слабая намагниченность $\kappa_{\text{ср}} = 7.3$ и плотность $\sigma_{\text{ср}} = 2.50-2.61$, которая для доломитизированных пород может подниматься до 2.82.

Средний рифей представлен аймчанской (R_{2am}) и керпильской (R_{2kr}) сериями. *Аймчанская серия* объ-

единяет майльскую и челасинскую свиты. Ее нижняя часть (майльская свита) имеет преимущественно терригенный состав (песчаники, алевролиты, аргиллиты, редко кремнистые породы, гравелиты, доломиты). Для верхней части (челасинская свита) характерен преимущественно карбонатный состав пород. В целом для пород серии характерно резкое увеличение мощности в восточном направлении: от 100–380 м в Учуро-Майской плите до 1 600–2 000 м в Юдомо-Майской СФЗ. Плотность пород серии изменяется от 2.60 для терригенных отложений до 2.89 для карбонатных, магнитная восприимчивость наоборот от нескольких единиц для карбонатных до 235 для терригенных.

Керпильская серия объединяет кондерскую, омнинскую, тоттинскую, малгинскую и ципандинскую свиты. Кондерская и омнинская свиты в Учуро-Майской плите и соответствующая им тоттинская свита в Юдомо-Майской СФЗ включены в состав существенно терригенной нижней, а малгинская и ципандинская свиты – карбонатной верхней подсерий керпильской серии.

Средние плотностные характеристики пород верхней и нижней подсерий различаются на 0.05 г/см^3 . Для пород нижней подсерии характерен большой разброс и более низкая плотность, для верхней подсерии характерна более высокая плотность при меньшей ее амплитуде. Магнитная восприимчивость изменяется от 0 до 1 800. Для терригенных комплексов магнитная восприимчивость составляет первые десятки, для карбонатных – первые единицы. Существенное повышение κ (более 1 000) характерно для кремнисто-железистых пород.

Поздний рифей. Лахандинская серия (R_{3lh}) включает кумахинскую, мильконскую, нельканскую, игниканскую свиты, характеризуется пестрым комплексом терригенных и карбонатных пород. Породы серии в основном слабо магнитны, κ – первые единицы, их плотность имеет большой диапазон изменения от 2.34 до 2.94, что определяется соотношением терригенных и карбонатных разновидностей.

Уйская серия объединяет кандыкскую, устькирбинскую свиты и маямканскую толщу. В составе серии преобладают терригенные отложения. В целом они слабо магнитны (κ – первые единицы). В пределах Юдомо-Майской СФЗ породы несколько плотнее ($\sigma = 2.57-2.92$) по сравнению с породами Учуро-Майской плиты (2.53–2.80). Это может объясняться как составом терригенных образований, так и степенью их метаморфизма.

Венд. Юдомская серия (V_{jd}) включает две свиты – аймскую и устьюдомскую. Терригенные породы слагают преимущественно нижнюю часть серии,

Таблица 1. Петрофизические характеристики осадочно-метаморфических пород.

Название комплекса, свиты, их принадлежность к тектоническим структурам (рис. 1)	Возраст (индекс)	Вещественный состав	Плотность σ г/см ³			Магнитная восприимчивость α (1.3×10^{-5} ед. СИ)		
			кол-во обр.	Min Max	среднее	кол-во обр.	Min Max	среднее
Аллювиальные, пролювиальные, делювиальные отложения	N-Q	Пески, галечники, суглинки, глины, валунники, щебень	345	1.49 2.18	2.00	345	0 10	5
Укугутская свита (4, 15а)	J _{1uk}	Песчаники с линзами конгломератов, алевролитов, аргиллитов	346	1.86 2.56	2.43	316	0 20	15
Терригенные отложения (16): менкеченская, суркечанская, экачанская свиты	P ₂₋₃ C ₃ C ₂₋₃	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, линзы конгломератов, гравелитов, туффитов, туфоалевролитов	2162	2.50 2.76	2.63			
Терригенно-карбонатные отложения (15б, 15в): хамамытская, улуйканская (6), лабыстахская, саккырырская, свиты	C ₁ D _{1ul} O ₁₋₂ O ₁	Известняки, доломиты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты	688	2.60 2.82	2.74			
Терригенно-карбонатные кембрийские отложения, (5, 15а): устьмайская, чайская, иниканская, пестроцветная свиты	Є ₂₋₃ Є ₂ Є ₁₋₂ Є ₁	Известняки, в т.ч. битуминозные, доломиты, мергели, аргиллиты, песчаники, кремнистые породы, желваковые фосфориты	1098	2.30 2.82	2.65	1009	0 45	8
			1172*	2.56 2.79	2.69	568	0 65	10
Юдомская серия (5, 15а, 15б, 15в): аймская, усть-юдомская свиты	Vjd	Доломиты, часто песчанитые, известняки, песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, фосфориты	649	2.40 2.85	2.68	355	0 16	3
			1560*	2.38 2.81	2.73	71	0 32	5
Уйская серия (5, 15а, 15б): маямканская толща, устькирбинская, кандыкская свиты	R _{3 us}	Алевролиты, песчаники, аргиллиты, конгломераты	643*	2.57 2.92	2.70	308	0 26	12
			310	2.53 2.80	2.65	406	0 20	5
Лакандинская серия (5, 15а, 15б): кумахинская, мельконская, нельканская, игниканская свиты	R _{3 lh}	известняки, доломиты	455	2.34 2.94	2.70	509	0 90	8

Примечание. * – образцы Юдомо-Майской СФЗ.

Таблица 1. (Окончание).

Название комплекса, свиты, их принадлежность к тектоническим структурам (рис. 1)	Возраст (индекс)	Вещественный состав	Плотность σ г/см ³			Магнитная восприимчивость α (1.3×10^{-5} ед. СИ)		
			кол-во обр.	Min Max	среднее	кол-во обр.	Min Max	среднее
Керпильская серия (5, 15а, 15б): ципандинская, малгинская кондерская, омнинская тоттинская свиты	R ₂ kr	Доломиты, известняки доломитистые, аргиллиты железистые и кремнисто-железистые породы	350	2.62 2.82	2.72	103	2 10	2
			101*	2.41 2.82		84	5 1800	
	R ₂ kr	Алевролиты, аргиллиты, песчаники, линзы железисто-карбонатно-кремнисто-гематитовых и гематит-магнетитовых пород, туффитов	929	2.34 2.84	2.62	700	1 195	11
R ₂ kr	Аргиллиты, алевролиты, гематит-кремнистые породы		49*	2.60 2.76		2.66	49	
Аимчанская серия (5, 15а, 15б): челасинская, светлинская, маильская свиты		R ₂ am	Известняки, доломиты, песчаники, линзы алевролитов, кремнистых пород	5*	2.60 2.89		2.70	97
Учурская серия (5): эннинская, омахтинская, гонамская свиты	R ₁ uĉ	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, доломиты	369	2.40 2.82	2.61	90		0 45
Уянская серия (5): конкулинская, бириндинская свиты	R ₁ un	Песчаники красноцветные, конгломераты, гравелиты, алевролиты	143	2.40 2.67		2.50	143	0 28
Батомгская серия (11, 12, 13, 14)	AR ₂ bt	Кристаллосланцы и гнейсы амфиболовые, амфибол-биотитовые, биотитовые, пироксен-амфиболовые, гранат-графит-биотитовые, гранат-силлиманит-биотитовые	1802	2.34 2.84	2.77		1802	0 1600
Тырканская серия (9а)	AR ₁ tr	Гнейсы гранатомые, гранат-пироксеновые, пироксеновые, биотит-пироксеновые, амфибол-пироксеновые, графитовые, графит-силлиманитовые, кристаллосланцы	542	2.62 3.06		2.85	358	0 8200
Джанинская серия (10а)	AR ₁ dž	Гнейсы гранатомые, биотит-гранатомые, пироксен-биотомые, кристаллосланцы пироксеновые, гранат-пироксеновые	458	2.56 3.06	2.78		458	0 7800

а карбонатные – верхнюю. Более пестрый состав и меньшая мощность образований характерны для Учуро-Майской плиты. Разрез Юдомо-Майской СФЗ (Кыллахская подзона) имеет большую в сравнении комплексами Учуро-Майской плиты мощность и более карбонатный состав. Это нашло отражение в характеристиках плотности пород, которые в Юдомо-Майской СФЗ на 0.05 г/см^3 выше при их общей очень низкой намагниченности.

Кембрий на территории широко представлен в Учуро-Майской плите и Кыллахской подзоне Юдомо-Майской СФЗ – это пестроцветная, иниканская (ранний кембрий), чайская (средний кембрий), устьмайская (средний-поздний кембрий) свиты. Разрезы кембрийских отложений в них представлены разными по цвету, структуре, слоистости, битуминозности известняками. Плотность пород изменяется от 2.30 до 2.82. При этом плотность пород Учуро-Майской в сравнении с Юдомо-Майской СФЗ несколько ниже, но меняется в более широком диапазоне. Магнитная восприимчивость пород в пределах 8–10.

В Сетте-Дабанской подзоне Юдомо-Майской СФЗ в бассейнах рр. Юдома–Горби выделяется большой комплекс карбонатно-терригенных отложений: саккырырская (O_1), лабыстахская (O_1-O_2), хамамытская (C_1) свиты, которые характеризуются переслаиванием терригенных и карбонатных пород. Плотность пород этого комплекса изменяется от 2.60 до 2.82, при среднем 2.74. Магнитные характеристики не изучались.

Девонские образования известны в Аяно-Шевлинском перикратонном прогибе Сибирской платформы (улуйканская и ийкандинская свиты) и в Сетте-Дабанской подзоне Юдомо-Майской СФЗ Верхояно-Колымской складчатой системы (бурхалинская серия и яманская толща). Информацию о физических свойствах удалось получить только для улуйканской свиты, которая сложена известняками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами и песчаниками. Средняя плотность по свите 2.75.

Средний-верхний отделы каменноугольной системы и пермские отложения распространены в пределах Кыллахской подзоны Юдомо-Майской СФЗ и Аллах-Юньской подзоны Южноверхоанской СФЗ, в таблице представлены песчаниково-алевролитовой менкеченской ($P_{2-3}mn$), алевролитно-аргиллитовой суркечанской (C_3sr) и алевролитно-песчаниковой экачанской ($C_{2-3}ek$) свитами. Плотность пород свиты изменяется от 2.60 до до 2.76, при средней 2.63.

Юрские отложения выполняют Вилюйскую синеклизу и слагают разрозненные фрагменты отрицательных структур в обрамлении Учуро-Майской

плиты и в Кыллахской подзоне Юдомо-Майской СФЗ. Отнесены они к укугутская свите (Juk) имеют терригенный состав и невысокую плотность $\sigma_{cp} = 2.43$ и $\chi_{cp} = 15$.

В целом плотность пород осадочно-метаморфического комплекса изменяется от 1.49 (не литифицированные неоген-четвертичные образования) до 3.06 (сильно метаморфизованные образования архея). Среди литифицированных пород плотность в первую очередь зависит от состава пород: чем выше процент карбонатных пород в свите, тем больше их плотность вне зависимости от возраста. У терригенных пород большей плотностью обладают породы с более тонким гранулометрическим составом (плотность аргиллитов больше чем у песчаников); плотность карбонатов зависит от состава и степени метаморфизма пород (у доломитов выше, чем у известняков); в метаморфитах плотность определяется степенью метаморфизма, возрастом (у древних она выше, чем у более молодых) и составом (у амфиболитов больше чем у кристаллических сланцев и т.д.). По магнитным свойствам (χ) терригенно-карбонатные породы преимущественно слабомагнитные (десятки – первая сотня единиц). Исключение составляют древние архейские метаморфические комплексы, у которых χ на порядок выше. Особенно в этом ряду выделяются породы тырканской серии, имеющие высокую намагниченность и плотность.

Осадочно-вулканогенные породы (табл. 2). Наиболее древние – **раннепротерозойские**, известны в Улканском терригенно-вулканогенном прогибе, где они представлены улканской серией, объединяющей 3 свиты – *топориканскую, улкачанскую и элгэтэйскую* [6].

Топориканская свита (PR_{1tp}), начинающая разрез стратифицированных отложений Улканского прогиба, сложена в основном песчаниками, редко гравелитами, конгломератами и алевролитами, перекрыта улкачанской и элгэтэйской свитами. Мощность свиты не превышает 200 м. Отложения свиты слабо магнитны, имеют среднюю $\sigma_{cp} = 2.62$.

Улкачанский вулканический комплекс (PR_{1ul}) (улкачанская свита) сложен в основном базальтоидами субщелочного и нормального рядов, которым подчинены терригенные и туфогенно-осадочные породы. Для свиты характерно чередование лавовых потоков и слоев осадочных и вулканогенно-осадочных пород, но трахибазальты и базальты слагают около 70 % объема свиты. Максимальная мощность свиты 750 м. **Субвулканические и жерловые образования** комплекса представлены единичными дайками, некками массивных порфировых базальтов с пойкилоофитовой и

Таблица 2. Петрофизические характеристики пород осадочно-вулканогенных комплексов.

Название комплекса, свиты, их принадлежность к тектоническим структурам по (рис. 1)	Возраст (индекс)	Вещественный состав	Плотность σ , г/см ³			Магнитная восприимчивость α (1.3×10^{-5} ед. СИ)			Естественная остаточная намагниченность J_n (10^{-3} А/М)		
			кол-во обр.	Min	Max	среднее	кол-во обр.	Min	Max	среднее	кол-во обр.
Преджугджурский прогиб Тунусский трахидацит-трахириолитовый комплекс (3а): тунусская свита	K ₂ tn	Туфы и игнимбриты трахириолитов, трахидацитов, риолитов, дациты, редко туфопесчаники, туффиты	299	2.16	2.47	4	762	9	2470		
				2.82							
				3800							
Субвулканические образования Экструзивно-жерловые образования	λ_2 K ₂ tn ζ K ₂ tn	Риолиты и гранит-порфиры, трахириолиты, трахидациты Риодациты, дациты	198	2.13	2.45	0	180				
				2.73							
				2800							
Мотаринский андезитовый комплекс (3а): мотаринская свита	K ₂ mt	Андезибазальты, базальты, андезиты, их туфы, лавобрекчии, туффиты, туфоконгломераты	1144	2.14	2.62	10	1908	100	2510		
				3.0							
				5890							
Субвулканические образования Магейская свита	$\lambda\beta$ K ₂ mt	Андезибазальты, андезиты	237	2.26	2.66	10	1995	6	29517		
				2.86							
				5300							
Магейский дацитовый комплекс (3а): магейская свита	K ₁ mg	Туфы, игнимбриты, лавы дацитов, дациандезитов, риолитов, риодацитов, туфоконгломераты, туффиты	2891	2.13	2.54	3	452	219	5763		
				2.84							
				5652							
Субвулканические образования Джелонский прогиб	$\lambda\zeta$ K ₁ mg	Риодациты, риолиты, дациты	111	2.44	2.54	5	718				
				2.60							
				2180							
Джелонский прогиб Немуйканский вулканический комплекс (3а, 3б): Немуйканская свита	K ₁ nm	Андезиты, андезибазальты, их туфы и лавобрекчии, туфоконгломераты, туфопесчаники, туффиты, туфоалевролиты	1334	2.17	2.61	5	1641	63	2600		
				2.91							
				6850							
Мериконская свита	K ₁ mr	Конгломераты, туфоконгломераты, песчаники	14	2.40	2.67	0	836	2	2200		
				2.77							
				4100							
Джелонский вулканический комплекс (3б): Джелонская свита	J ₃ -K ₁ dž	Андезиты, андезибазальты, базальты, дациты, их туфы и лавобрекчии, туфопесчаники, туфоалевролиты, Андезиты	2510	2.07	2.64	0	636	1228	2850		
				3.09							
				19000							
Субвулканические образования Улканский прогиб	α J ₃ -K ₁ dž	Трахириодациты, трахириолиты, трахидациты, их туфы, игнимбриты, лавобрекчии, трахибазальты, трахнандезиты, песчаники, конгломераты, туфопесчаники	81	2.49	2.68	0	836	2	2300		
				2.99							
				1300							
Улканский прогиб Энгэтейский вулканический базальт-трахириолитовый комплекс (8): элгэтейская свита	PR ₁ ² el	Трахириодациты, трахириолиты, трахидациты, их туфы, игнимбриты, лавобрекчии, трахибазальты, трахнандезиты, песчаники, конгломераты, туфопесчаники	562	2.46	2.59	8	170	448	761		
				2.84							
				1295							

Таблица 2. (Окончание).

Название комплекса, свиты, их принадлежность к тектоническим структурам (рис. 1)	Возраст (индекс)	Вещественный состав	Плотность σ , г/см ³			Магнитная восприимчивость κ (1.3×10^{-5} ед. СИ)			Естественная остаточная намагниченность I_n (10^{-3} А/М)			
			кол-во обр.	Min	Max	среднее	кол-во обр.	Min	Max	среднее		
				Max	Max							
Субвулканические образования	$\tau\lambda\zeta PR_{1el}$	Трахириолиты, трахириодациты, трахидациты	168	2.54	2.64	2.56	168	70	431	350	168	676
	$\tau\zeta PR_{1el}$	трахидациты	16			2.53	16			320	16	526
Улкачанский вулканический комплекс (8): улкачанская свита, топориканская свита	PR_{1ul}	Трахибазальты, базальты, андезиты, конгломераты, песчаники, туфы смешанного состава	40	2.32	2.60	2.45	40	87	131	7	40	31
	PR_{1tp}	Песчаники, редко гравелиты, конгломераты, алевролиты	68	2.58	2.70	2.62	66	3	22	10		

офитовой основной массой и жерловиной, сложенной брекчиями трахибазальтов. Породы комплекса характеризуются невысокой плотностью $\sigma_{cp} = 2.45$ и невысокими магнитными свойствами $\kappa_{cp} = 7$.

Элгэтэйский вулканический комплекс (элгэтэйская свита (PR_{1el})) завершает разрез улканской серии. В его составе доминируют трахириодациты, трахириолиты, трахидациты, их туфы, игнимбриты и лавобрекчии, которым подчинены базальты, трахибазальты, трахиандезиты и осадочные породы. Плотность пород свиты изменяется от 2.46 до 2.84, при $\sigma_{cp} = 2.59$, κ изменяется от 8 до 1295 при $\kappa_{cp} = 170$. Породы имеют достаточно высокую остаточную намагниченность $I_n = 761$ ($\times 10^{-3}$ А/М) (здесь и далее).

Субвулканические образования улканской серии представлены трахириолитами ($\tau\lambda PR_{12el}$), трахириодацитами ($\tau\lambda\zeta$), трахидацитами, слагают несколько крупных (площадью от 4 до 35, а в бассейне р. Алдома до 140 км²) и множество малых субвулканических тел и экструзивно-жерловых построек. Средняя плотность их несколько ниже, чем у покровных образований – $\sigma_{cp} = 2.54$, а $\kappa_{cp} = 350$ (несколько выше покровных), при $I_n = 676$ (практически на уровне покровных). Таким образом, породы Улканского прогиба характеризуются в целом невысокой плотностью, повышенными магнитной восприимчивостью и остаточной намагниченностью.

Вулканогенные образования J_3-K_1 принадлежат к Удско-Куйдусунскому вулкано-плутоническому району Охотско-Чукотской вулкано-плутонической области. Вулканогенные образования среднего и основного состава в Джелонском прогибе выделены в качестве *джелонской свиты* позднеюрского-раннемелового возраста, разделенной на две части: нижняя – преимущественно туфогенно-осадочная, верхняя – лавовая. **Субвулканические образования** (андезибазальты, базальты, андезиты, долериты) слагают штоки и силлы, локализованные лишь в пределах покровных фаций джелонского комплекса. Плотность покровных образований изменяется в зависимости от состава от 2.07 до 3.09, при $\sigma_{cp} = 2.64$ г/см³, а κ от 0 до 19 000 при $\kappa_{cp} = 636$, $I_n = 2850$. Субвулканические образования характеризуются несколько более повышенными значениями: $\sigma_{cp} = 2.68$, $\kappa_{cp} = 836$ (на уровне покровных), $I_n = 2300$.

Вулканогенные образования K_1 распространены в Преджугджурском и Джелонском вулканических прогибах. *Немуйканская свита* (K_{1nt}), сложена андезитами, андезибазальтами, их туфами и лавобрекчиями, базальтами, туфоконгломератами, туфопесчаниками, туффитами, туфоалевролитами, занимающими общую площадь около 1 400 км². Для нее также

характерен большой разброс значений плотности от 2.17 до 2.91, κ от 5 до 6 850 при средних $\sigma_{\text{ср.}} = 2.61$, $\kappa_{\text{ср.}} = 1641$, и $I_n = 2\ 600$. *Мериконская свита* (K_2mr) распространена в Джелонском вулканическом прогибе, где занимает относительно крупную (35×10 км) площадь и с размывом залегает на вулканитах немуйканской свиты, представлена конгломератами и туфоконгломератами. Характеризуется в сравнении с немуйканской несколько повышенной $\sigma_{\text{ср.}} = 2.67$, пониженной $\kappa_{\text{ср.}} = 836$ и $I_n = 2\ 200$. *Магейская свита* (K_1mg) магейского дацитового комплекса залегает на поверхности эродированных вулканитов немуйканской свиты, раннемеловых гранитоидов, архейских анортозитов древнеджугджурского комплекса и терригенно-карбонатных пород рифея и венда. Свита сложена преимущественно туфами и игнимбритами, реже лавами дацитов, дациандезитов, иногда андезитов, риолитов, риодацитов, андезибазальтов, туфоконгломератами, туффитами. Физические свойства пород, как и состав, меняются в широких пределах: σ – от 2.13 до 2.84, κ – от 3 до 5 652 при высокой остаточной намагниченности $I_n = 5\ 763$. *Субвулканические и экструзивно-жерловые образования* комплекса представлены малыми (размером от 0.04 до 3.3 км²) интрузивными телами различной формы, прорывают породы от фундамента до покровных вулканитов.

Вулканогенные образования K_2 , Мотаринская свита (K_2mt) занимает площадь около 3 тыс. км². В северо-западной части Предджугджурского прогиба она представлена лавами, меньше туфами (преимущественно среднего, редко основного, умереннокислого, иногда субщелочного состава). В ее составе также присутствуют туффиты и туфоконгломераты. Мощность свиты 300–900 м (наибольшая в Овланджино-Челасинской и Мотаринской ВТС) (рис. 1). Петрофизические характеристики пород свиты сопоставимы с таковыми пород немуйканской свиты: $\sigma_{\text{ср.}} = 2.62$, $\kappa_{\text{ср.}} = 1\ 144$, $I_n = 2\ 510$. Субвулканические образования представлены андезитами и андезибазальтами, от покровных отличаются более высокими значениями и плотности, и намагниченности.

Тунумская свита (K_2tn) занимает площадь около 1 000 км² в юго-западной и юго-восточной частях Предджугджурского прогиба, представлена преимущественно туфами, игнимбритами, трахириодацитами, трахидацитами, трахириолитами и риолитами, которым подчинены лавы того же состава и туфопесчаники. По петрофизическим характеристикам свита близка к магейской. Плотность пород изменяется от 2.16 до 2.82, κ – от 4 до 4 400, I_n до 6 850 при средних $\sigma_{\text{ср.}} = 2.47$, $\kappa_{\text{ср.}} = 762$ и $I_n = 2\ 470$.

Субвулканические и экструзивно-жерловые образования: риодациты ($\lambda\zeta K_2tn$), дациты (ζ), риолиты и гранит-порфиры (λ), трахидациты и трахириолиты ($\tau\zeta$) – слагают многочисленные разнообразные по форме субвулканические образования (массивы, штоки, силлы), по плотностным характеристикам соизмеримы с покровными, но обладают более низкой намагниченностью ($\kappa_{\text{ср.}} = 180$).

В целом покровные вулканогенные комплексы имеют пестрый литологический состав и отличаются большим разбросом петрофизических характеристик. Субвулканические образования, в сравнении с покровными, отличаются более высокими значениями.

Среди основных закономерностей: плотностные характеристики уменьшаются от древних пород к молодым, магнитные свойства более всего зависят от минерального состава, древние вулканические комплексы пород Улканского прогиба по интенсивности намагниченности уступают на 1–2 порядка породам Предджугджурского и Джелонского прогибов.

Физические характеристики пород интрузивных комплексов отражены в таблице 3. На изученной территории представлены интрузивные образования архея, протерозоя, позднего девона и мела от ультраосновных до кислых и щелочных.

Архей. Наиболее ранние архейские интрузии известны на Алдано-Становом щите и Батомгском выступе кристаллического фундамента Сибирской платформы. Они принадлежат к шести интрузивным комплексам: древнеджугджурскому габбро-анортозитовому, древнеалданскому чарнокит-эндербитовому, утукачанскому метагаббровому, джагдаканскому и токсско-алгаминскому гранодиорит-диоритовым, хондинскому гранит-плагиогранитовому.

Древнеджугджурский габбро-анортозитовый комплекс ($\eta AR_1^1 dd$) слагает Джугджурский габбро-анортозитовый массив, вытянутый в северо-восточном направлении на 320 км при ширине 25–60 км. Вмещающими образованиями массива являются гнейсы и кристаллосланцы джанинской серии. Лантарская область массива имеет зональное и «шлировое» внутреннее строение. Центральная часть Лантарской области представлена лабрадоритами, юго-восточная – андезитами, габбропироксенитами и лейкогаббро, северо-западная – пироксеновыми лабрадоритами и андезитами, среди которых встречаются титаномагнетитовые и ильменитсодержащие оливиновые габбро. Шлировое строение массива обусловлено ленточными, полосчатыми, изометричными уплощенными обособлениями норитов, габбро, габброанортозитов, габброноритов. Геранская область Джугджурского массива отличается расслоенностью.

Таблица 3. Петрофизические характеристики пород интрузивных комплексов.

Название комплекса и его принадлежность к тектоническим структурам (рис. 1)	Возраст (индекс)	Вещественный состав	Плотность σ , г/см ³			Магнитная восприимчивость α_e (1.3×10^{-5} ед.СИ)			Естественная остаточная намагниченность J_n (10^{-3} А/М)		
			кол-во обр.	Min	Max	среднее	кол-во обр.	Min	Max	среднее	кол-во обр.
Джугджурский комплекс (3а, 3б, 2) III фаза	$\epsilon\gamma K_2d_3$	Субщелочные лейкограниты, граниты	216	2.52	2.74	2.5	216	0	7800	238	
			629	2.35	2.85	2.61	629	2	5300	1027	1810
			114	2.38	2.83	2.71	114	30	6000	2342	
Кет-Капский комплекс (2, 3б, 1) IV фаза	$\epsilon\gamma_a k k$	Субщелочные граниты и лейкограниты, гранит-порфиры	287	2.53	2.65	2.60	287	4	205		
			99	2.32	2.92	2.63	99	3	5280	1464	
III фаза	$\xi_3 K_1 k k$	Сyenиты, сиенит-порфиры, граносиениты	73	2.71	3.20	2.77	73	35	11660	2838	
			70	2.48	2.74	2.59	70	12	3400	598	1340
II фаза	$\gamma K_1 u_3$	Кварцевые монциты, кварцевые монцит-порфиры, гранодиорит-порфиры	181	2.27	2.90	2.61	181	3	5960	1293	
			1892	2.38	2.80	2.64	1892	0	6900	1180	186
I фаза	$\mu_1 K_1 k k$	Монцодиориты, монциты, монцит-порфиры	52	2.55	2.98	2.85	52	290	3900	1739	
			3	2.74		3.0	3			3300	
Удский комплекс (3б) III фаза	$\gamma K_1 u_3$	Граниты	70	2.48	2.74	2.59	70	12	3400	598	1340
			1892	2.38	2.80	2.64	1892	0	6900	1180	186
II фаза	$\gamma \delta K_1 u_2$	Гранодиориты, кварцевые диориты	52	2.55	2.98	2.85	52	290	3900	1739	
			3	2.74		3.0	3			3300	
Омнинский комплекс (5, 15а, 15б)	$\beta D_3 o$	Долериты, габродолериты, базальты	186	2.50	2.74	2.56	186	4	1157	63	186
			141	2.53	2.67	2.57	141	2	16	8	1411
Ингилийский комплекс (5, 15а, 15б)	$\epsilon \xi R F_3 i$	Нефиновые и щелочные сиениты, уртиты, карбонатиты	3	2.53	2.67	2.57	3	2	16	8	1411
			186	2.50	2.74	2.56	186	4	1157	63	186
Улканский комплекс (7, 17) III фаза	$\epsilon \gamma_3 P R_1 u$	Щелочные граниты и лейкограниты, кварцевые сиениты	141	2.53	2.67	2.57	141	2	16	8	1411
			1316	2.03	3.64	3.0	1316	72	83562	1250	924
I и II фазы	$\epsilon \gamma_2 P R_1 u$ $\epsilon \gamma_1 P R_1 u$	Субщелочные граниты и лейкограниты, сиениты, кварцевые сиениты	141	2.53	2.67	2.57	141	2	16	8	1411
			1316	2.03	3.64	3.0	1316	72	83562	1250	924
Кондерский комплекс (11, 12, 13)	$\delta P R_1 k$	Дуниты, перидотиты, клинопироксениты, оливиниты, косьвиты, габбро, горнблендиты	1316	2.03	3.64	3.0	1316	72	83562	1250	924
			5886				5886				

Таблица 3. (Окончание).

Название комплекса и его принадлежность к тектоническим структурам (рис. 1)	Возраст (индекс)	Вещественный состав	Плотность σ , г/см ³			Магнитная восприимчивость κ (1.3×10^{-5} ед. СИ)			Естественная остаточная намагниченность J_n (10^{-3} А/М)		
			кол-во обр.	Min	Max	среднее	кол-во обр.	Min	Max	среднее	кол-во обр.
Хоюндинский комплекс (11)	$\rho\gamma AR^1_2h$	Плагиограниты, граниты, лейкограниты, тоналиты, гнейсовидные и массивные	365	2.50	2.92	2.69	104	1	2300	143	
			99	2.47	2.97	2.68	99	9	3300	493	
Утукачанский комплекс (11)	vAR^1_2ut	Метагаббро, габброамфиболиты, метапироксениты	9	2.88	3.32	2.97	9	22	3500	824	3
			95	2.52	2.67	2.62	95	0	1040	330	
Древнеалданский комплекс (9а)	$enAR^1_1da$	Эндербиты, чарнокиты, гранулиты, плагиограниты гнейсовидные	672	2.69	3.09	2.75	672	0	9900	590	
			672	2.69	3.09	2.75	672	0	9900	590	

Породы комплекса отличаются повышенной плотностью от 2.69 до 3.09 и κ от 0 до 9 900 при средних $\sigma_{cp} = 2.75$, $\kappa_{cp} = 590$.

Древнеалданский чарнокит-эндербитовый комплекс ($enAR^1_1da$) распространен в Тырканском блоке среди раннеархейских гранулитовых пород тырканской серии. Объединяемые в нем гранитоиды, слагают складчатые межпластовые тела мощностью до 100 м и протяженностью до 2–3 км, окружены зонами мигматитов. На участках, где граниты составляют 70–80 % разреза, они условно объединены в многоэтажные интрузивы (мигматит-плутоны). Средняя плотность пород и их намагниченность – 2.62 и 330, соответственно.

Утукачанский метагаббровый комплекс (vAR^1_2ut) распространен в Батомгском выступе. Метагаббро, габбро, амфиболиты, метапироксениты слагают в основном небольшие линзовидные и пластовые субсогласные тела мощностью в несколько десятков метров и протяженностью до первых сотен метров. Наиболее крупные тела представлены метагаббро и метапироксенитами, связаны друг с другом постепенными переходами в зонах мощностью в первые метры, где габбро насыщены многочисленными шлирами метапироксенитов. Породы комплекса имеют самую высокую плотность 2.88–3.32 и высокую намагниченность 22–3500.

Джагдаканский гранодиорит-диоритовый комплекс ($gdAR^1_2dz$) широко распространен на Батомгском выступе, сложен кварцевыми диоритами, диоритами, гнейсовидными и массивными гранодиоритами. Главным петротипом является Джагдаканский массив площадью около 350 км², $\sigma_{cp} = 2.68$, $\kappa_{cp} = 493$.

Токско-алгаминский гранодиорит-диоритовый комплекс ($qdAR^1_2ta$) встречается в двух интрузивах в Кирано-Лавлинском блоке Становой системы, сложен кварцевыми диоритами, диоритами, гранодиоритами, гнейсовидными породами (петрофизические характеристики не изучены).

Хоюндинский гранит-плагиогранитовый комплекс ($\rho\gamma AR^1_2h$) представлен в Хоюндинском, Верхнеомнинском, Отинском, Аимчанском массивах. Плагиограниты, граниты, лейкограниты, тоналиты гнейсовидные и массивные образуют складчатые тела, широко распространенные среди метаморфических пород Батомгского выступа и кварцевых диоритов джагдаканского комплекса. Тела преимущественно вытянуты сообразно гнейсовидности вмещающих пород и имеют нечеткие границы, затусованные мигматизацией. Анализируя петрофизические характеристики архейских пород можно отметить, что их плотность зависит от состава и изменяется от 2.47 до 3.32 г/см³. Интрузивные комплексы, характери-

зующиеся кислым составом пород (хоюндинский, джегдаканский, дренеалданский), имеют более низкую среднюю плотность (2.62 – 2.69) по сравнению с древнеджугджурским и утакачанским со средней плотностью (2.75 и 2.97, соответственно).

Магнитная восприимчивость изменяется от единиц до первых тысяч при средних значениях в первые сотни, более 500 для пород основного состава. Определения остаточной намагниченности известны только для образцов утакачанского комплекса и составляют $I_n = 1\ 293$.

Ранний протерозой. На территории представлен габбро-дунитовым кондерским, лейкогаббро-габбровым гекунданским, щелочно-гранитоидными улканским и левобилиакчанским комплексами.

Кондерский габбро-дунитовый комплекс представлен дунитами, перидотитами, клинопироксенами, оливинитами, косьвитами, габбро, горнблендитами; слагает интрузивы Батомгского, Кондерского и Чадского выступов кристаллического фундамента. Наиболее крупными являются концентрически-зональные Кондерский, Чадский и Сыбахский массивы. Их центральные части представляют собой дунитовые ядра, которые зонально замещаются к периферии габброидными разновидностями пород. Магматиты часто имеют повышенные концентрации платиноидов и титаномагнетитов. В петрофизическом отношении породы комплекса характеризуются самой высокой контрастностью на территории. Плотность их изменяется от 2.03 до 3.64, при средней $\sigma_{cp} = 3.0$; магнитная восприимчивость – от 72 до 83 352 при средней $\kappa_{cp} = 1250$, $I_n = 5886$, что послужило основой для проведения здесь широкого комплекса палеомагнитных исследований для определения возраста магматических пород [10].

Улканский щелочно-гранитоидный комплекс распространен в Верхнеучурской вулcano-плутонической зоне. Он сформировался в три фазы: первая и вторая фазы ($\epsilon\gamma_1 PR_1 u$, $\epsilon\gamma_2 PR_1 u$) – это субщелочные гранитоиды; третья фаза ($\epsilon\gamma_3 PR_1 u$) – щелочные. Комплекс представлен четырьмя крупными массивами – Улканским, Южно-Учурским, Томптоканским и Танчинским. Для всех массивов характерно наличие большого количества гибридных пород, широко проявлены автометасоматоз и тела пегматитов, с которыми связана редкометалльная и редкоземельная минерализация. Комплекс отличается достаточно устойчивой плотностью $\sigma_{cp} = 2.56$. Магнитные характеристики выше для второй фазы ($\kappa_{cp} = 63$ и $I_n = 359$) относительно первой ($\kappa_{cp} = 8$, $I_n = 10$).

Поздний рифей. Интрузии этого возраста распространены на Сибирской платформе и в Юдо-

мо-Майской СФЗ Верхояно-Колымской складчатой системы. Они относятся к габбро-долеритовому улаханбамскому, лексеновскому щелочных пикритов и ингилийскому карбонатит-сиенит-уртитовому комплексам. В таблице рифей представлен карбонатит-сиенит-уртитовым *ингилийским комплексом*. Ийолитмельтейгиты, уртиты, ийолиты, нефелиновые и щелочные сиениты, карбонатиты, альнёниты, малиньиты, перидотиты, пироксениты слагают интрузивы центрального типа, серию даек и жильных тел, которые размещаются в узкой полосе северо-восточного направления, протягивающейся от среднего течения р. Ингили до оз. Горное. В Ингилийском массиве вмещающими породами для ингилийского комплекса являются метаморфиты батомгской серии, в пределах Юдомо-Майской СФЗ – осадочные породы лахандинской и уйской серий. Немногочисленные определения физических характеристик показывают, что породы комплекса характеризуются достаточно большой плотностью $\sigma_{cp} = 3.0$ и намагниченностью $\kappa_{cp} = 3\ 300$.

Поздний девон. Представлен лантарским гранит-габбровым и омнинским габбро-базальтовым комплексами. **Лантарский гранит-габбровый комплекс** слагает одноименный трещинный массив площадью около 1700 км², прослеживается в северо-восточном направлении вдоль Джугджурского разлома на 120 км при ширине 3–18 км. В составе массива выделяются три фазы: первая фаза – габброидов, вторая – гранодиоритов–диоритов, третья – гранитов. **Омнинский габбро-базальтовый комплекс** представлен габбро и габбродолеритами, слагает несколько интрузивов и даек в Юдомо-Майской СФЗ и Учуро-Майской плите. Породы комплекса отличаются повышенной плотностью $\sigma_{cp} = 2.85$ и высокой намагниченностью $\kappa_{cp} = 1\ 739$.

Ранний мел. Интрузии распространены в Учуро-Кеткапском (кет-капский комплекс), Удско-Куйдусунском (удской комплекс) вулcano-плутонических и Верхнеюдомском (уэмяхский комплекс) плутоническом районах.

Кет-капский монцонит-диоритовый комплекс сформировался в четыре фазы внедрения: первая фаза – монцодиориты и монцониты, вторая фаза – кварцевые монцодиориты и кварцевые монцониты; третья фаза – кварцевые сиениты и граносиениты; четвертая фаза – субщелочные граниты и субщелочные лейкограниты. Породы комплекса слагают в основном пластообразные тела – силлы, лакколлиты, в меньшей степени – штоки и дайки, образующие изометричные в плане купольные образования. Породы 2–4 фаз отличаются достаточно выдержанной плотностью в пределах 2.60–2.63. Породы первой фазы имеют повышенную $\sigma_{cp} = 2.77$, что объясняется их

более основным составом. Намагниченность пород изменяется в широких пределах от 3 до 11 660. Повышенная намагниченность может быть обусловлена как увеличением темноцветов в породе, так и интенсивными контактово-метасоматическими изменениями: сульфидизацией, скарнированием с образованием магнетита, ороговикованием и т.д..

Удский диорит-гранодиоритовый комплекс впервые выделен в Джугджуро-Становой орогенной магматической системе, в юго-восточной окраине Преддзугджурского вулканического прогиба. В его составе выделяются породы трех фаз внедрения: первая фаза представлена диоритами и габбродиоритами в ксенолитах пород последующих фаз и единичных трещинных телах, вторая фаза – гранодиориты и кварцевые диориты, составляют основной объем комплекса, третья фаза – граниты, распространены ограниченно в тесной связи с телами второй фазы. В таблице представлены породы второй и третьей фаз. Свойства гранитов третьей фазы в сравнении с гранитами второй отличаются уменьшением основности и изменением физических свойств, соответственно: $\sigma_{\text{ср.}} = 2.59$ против $\sigma_{\text{ср.}} = 2.64$, $\kappa_{\text{ср.}} = 598$ против $\kappa_{\text{ср.}} = 1\ 180$ второй фазы. В то же время $\text{In}_{\text{ср.}} = 1\ 340$ третьей фазы выше, чем второй – $\text{In}_{\text{ср.}} = 757$.

Поздний мел. Джугджурский монцодиорит-граносиенит-лейкогранитовый комплекс распространен в основном в Преддзугджурском вулкано-плутоническом ареале, где он представлен полифазными батолитами площадью в сотни и тысячи км² и в Удском вулкано-плутоническом ареале – редкими интрузиями площадью до 50 км². В становлении комплекса выделены три фазы, представленные породами нормального и умеренно щелочного рядов, с подавляющим развитием гранитоидов второй фазы. В экзоконтактных зонах интрузивных тел комплекса установлены широкие поля ороговикованных, скарнированных пород и скарнов, которые несут полиметаллическую и золотую минерализации. Уменьшение основности гранитоидов от первой фазы до третьей отражается на изменении плотности – от $\sigma_{\text{ср.}} = 2.71$ для первой фазы до $\sigma_{\text{ср.}} = 2.5$ для третьей. В то же время породы всех фаз характеризуются высокой магнитной восприимчивостью, обусловленной повышенным содержанием магнетита, что является одной из характерных особенностей комплекса, – до $\kappa_{\text{ср.}} = 2\ 342$ и $\text{In}_{\text{ср.}} = 1\ 810$.

Анализ таблицы 3 показывает, что плотность интрузивов определяется основностью слагающих пород (чем больше основность, тем больше плотность) и возрастом (степенью метаморфизма). В одних и тех же по составу породах больше плотность у более древних комплексов. Для магнитной восприимчи-

вости состав имеет значение отчасти – чем больше темноцветов, тем выше намагниченность. Более всего намагниченность интрузивных пород повышается при образовании вторичного магнетита и сульфидов в процессе метасоматических изменений.

Петрофизические карты

Петроплотностная карта (рис. 3, а). Плотностные области 1 типа имеют плотность 2.60–2.80, характерны большей частью для древних метаморфизованных блоков Алдано-Станового щита, которые с юга в виде отдельных фрагментов распространяются на север вплоть до Алдано-Майского разлома. Области являются фундаментом для отложений Учуро-Майской плиты и Юдомо-Майской структурно-формационной зоны (междуречье рр. Мая и Горби севернее п. Нелькан). Плотностные области 2 типа характеризуются плотностью 2.60–2.70. На севере и западе им соответствуют карбонатно-терригенные отложения Учуро-Майской плиты, на востоке – Юдомо-Майской и Южно-Верхоянской СФЗ Верхояно-Колымской складчатой системы. На юге и юго-востоке плотностные области 3 типа с плотностью 2.50–2.60 г/см³ соответствуют распространению меловых вулканогенно-осадочных структур Охотско-Чукотской вулканогенной области и протерозойских Улканского прогиба. На северо-западе территории – это юрские и меловые образования Виллойской синеклизы с плотностью менее 2.50.

Среди метаморфизованных блоков наибольшей плотностью (более 2.80 г/см³) отличается Тырканский в юго-западной части территории. Все области, создаваемые полями разных типов, пересекаются линейными зонами пониженной плотности (1.8–2.4 г/см³), которые, как правило, соответствуют речным долинам, заполненным слабо литифицированными кайнозойскими осадочными образованиями.

Петроплотностная карта хорошо структурирована. Серией предполагаемых разломов северо-восточного простирания с юго-востока на северо-запад территория делится на блоки с разной морфологией аномалий плотности. Часто такие разломы подчеркиваются аномалиями пониженной плотности вдоль речных долин. Сами блоки отвечают разным по геологической природе тектоническим структурам, отличаются как плотностной дифференциацией, так и направлением аномалий. Так для 1-го, 2-го, 5-го, 6-го блока характерно северо-восточное направление аномалий, в то время как для 3-го и 4-го – сложное сочетание аномалий по направлению и интенсивности.

По диагонали территории с юго-востока от Преддзугджурского вулканического прогиба на северо-запад до Виллойской синеклизы выделяется разлом,

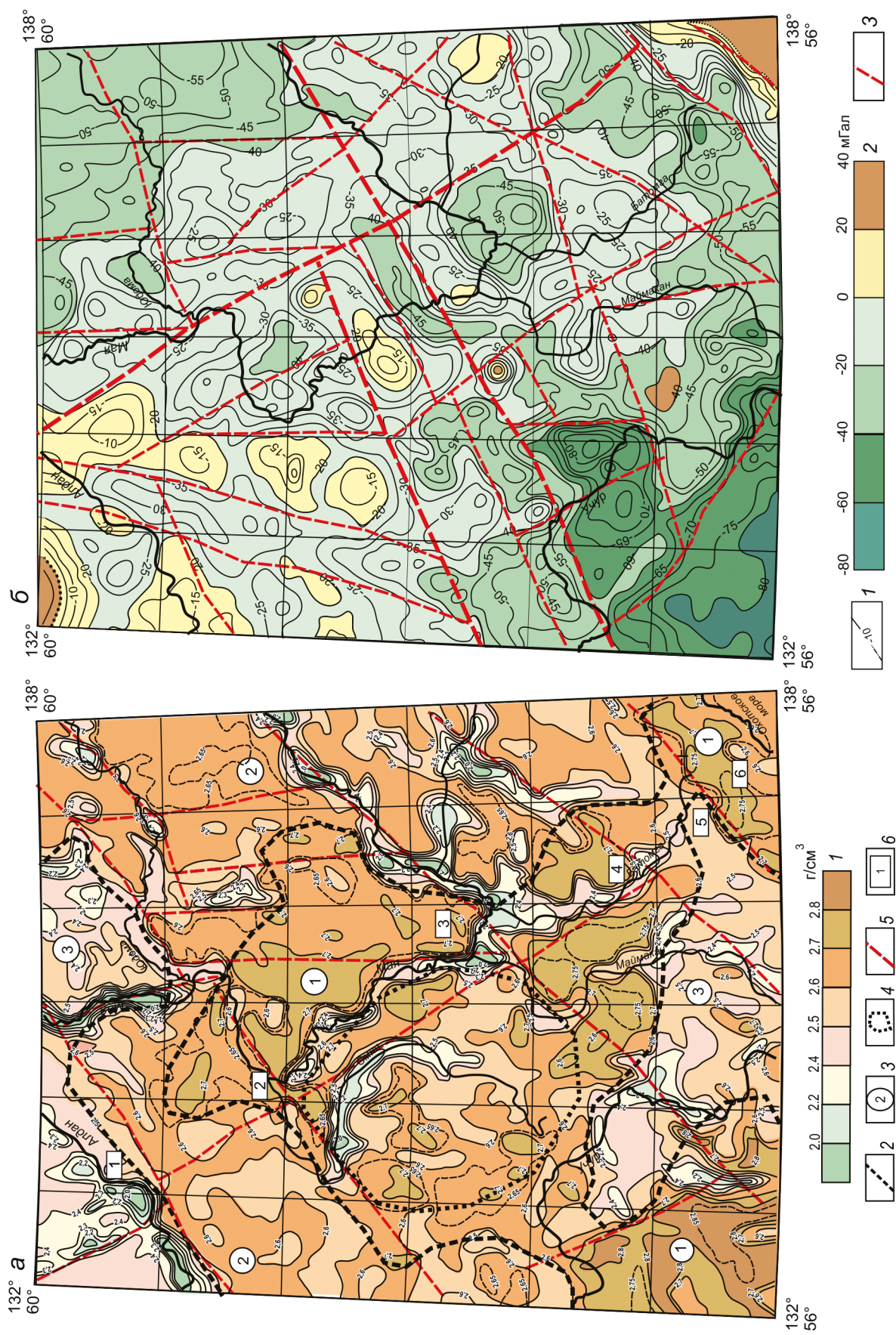


Рис. 3. Сопоставление аномалий плотности (а) и гравитационного поля (б).

Петроплотностная карта: 1 – шкала раскраски; 2 – границы областей разной плотности; 3 – номера типов областей: 1 – 2.60–2.80, 2 – 2.50–2.60, 3 – менее 2.50 г/см³; 4 – предполагаемая кольцевая структура; 5 – тектонические нарушения, выделяемые по карте плотности; 6 – блоки разнонаправленных плотностных неоднородностей; б – карта гравитационного поля (редукция 2.67): 1 – изолинии поля силы тяжести и их значения; 2 – шкала раскраски; 3 – тектонические нарушения, выделяемые на основе гравитационного поля.

перпендикулярный северо-восточным, который делит указанные блоки пополам. Для 3-го и 4-го блока – это граница разного направления и интенсивности плотностных аномалий. Для 4-го блока: на востоке – преобладание аномалий меридионального направления, на западе – северо-западного. Для 3-го блока: на востоке преобладают аномалии северо-восточного направления, на западе – северо-западного.

Кроме указанных линейных разломов на севере Батомгского выступа намечается кольцевая структура с небольшим разуплотнением в центре, что может быть обусловлено формированием гранитоидного батолита на глубине.

Карта магнитной восприимчивости (рис. 4, а) четко делится на две части: южную – область повышенной намагниченности и северную – область слабой и очень слабой намагниченности. Граница между ними проходит по диагонали с юго-запада на северо-восток по линии р. Учур – р. Юдома. Зона повышенной намагниченности совпадает с областью распространения метаморфических и магматических образований. Максимальной намагниченностью характеризуются породы меловых вулканотектонических прогибов северо-восточного простирания – Преджугджурского и Джелонского (Удско-Куйдусунский вулканоплутонический район), где $\chi > 500$. Внутри этих прогибов выделяются отдельные вулканотектонические объекты с χ пород более 1000. На севере вулканоплутонического района имеются несколько локальных аномалий интенсивностью $\chi = 100\text{--}300$, которым на поверхности соответствуют интрузивы мелового возраста. Перпендикулярно прогибам в северо-западном направлении выделяются две аномалии, соответствующие Тырканскому и Батомгскому древним метаморфическим блокам с $\chi = 100\text{--}500$. Улканский вулканический прогиб (Верхне-Учурская вулканоплутоническая зона), расположенный между этими блоками, по уровню намагниченности близок метаморфическим образованиям. В Учуро-Кеткапском вулканоплутоническом районе уровень намагниченности наименьший ($\chi = 100\text{--}300$).

Физическая характеристика тектонических структур

Согласно полученным картографическим материалам, породы древних Тырканского и Батомгского метаморфических блоков имеют максимальную плотность (более 2.80 г/см^3) и среднюю намагниченность (100–500). Джугджурский блок отличается высокой плотностью (2.75 г/см^3) и высокой намагниченностью (более 1000). Породы меловых прогибов Охотско-Чукотской вулканогенной области отличаются максимальной намагниченностью (1 000 и более) и невы-

сокой плотностью ($2.4\text{--}2.55\text{ г/см}^3$). При этом породы Улканского протерозойского вулканического прогиба отличаются невысокой плотностью ($2.50\text{--}2.55\text{ г/см}^3$) и средней намагниченностью на уровне метаморфических пород (300–500). Учуро-Кеткапский вулканоплутонический район отличается средней плотностью ($2.5\text{--}2.6\text{ г/см}^3$) и слабой намагниченностью (100). Для Верхне-Юдомского плутонического района характерны средняя плотность (2.60 г/см^3) и очень слабая намагниченность (менее 30). Породы Учуро-Майской плиты и Юдомо-Майской формационной зоны отличаются достаточно-высокой плотностью ($2.6\text{--}2.7\text{ г/см}^3$) и очень слабой намагниченностью (10 и менее), что обусловлено высоким процентным содержанием карбонатных пород в их разрезе.

Обсуждение результатов приводится с позиции оценки особенностей использования петрофизических карт для качественной и количественной интерпретации геофизических аномалий.

Сопоставление петроплотностной карты и карты гравитационного поля показывает, что региональный тренд гравитационного поля отличен от плотностного тренда (рис. 3). На карте гравитационного поля (рис. 3, б) с юго-запада на северо-восток выделяется три области. На крайнем юго-западе – региональный гравитационный минимум, которому на поверхности соответствует Тырканский блок повышенной плотности; далее на северо-восток минимум сменяется областью знакопеременного поля, которая протягивается в северо-западном направлении от Джугджурского блока до р. Алдан и соответствует Батомгскому блоку Сибирской платформы и Юдомо-Майской СФЗ. В северо-восточном углу площади выделяется региональный минимум меньшей интенсивности, которому на поверхности отвечают отложения Южно-Верхоянской СФЗ (Аллах-Юнская подзона) Верхояно-Колымской складчатой области с плотностью $\sigma = 2.60\text{--}2.70\text{ г/см}^3$. Такая картина распределения аномалий гравитационного поля и плотности (приведенной выше) указывает на их инверсное взаимоотношение. Наличие регионального минимума гравитационного поля в пределах Тырканского блока указывает на то, что древние метаморфические образования в коре вероятно подпираются магматическим плутоном гранитоидного состава, корни которого уходят в мантию. Аналогичная ситуация наблюдается и в Джугджурском блоке, который переработан гранитоидами еще больше (вплоть до дневной поверхности). В пределах Южно-Верхоянской СФЗ плотные карбонатсодержащие образования рифея перекрывают гранитоидный плутон (исходя из интенсивности – предположительно корового заложения).

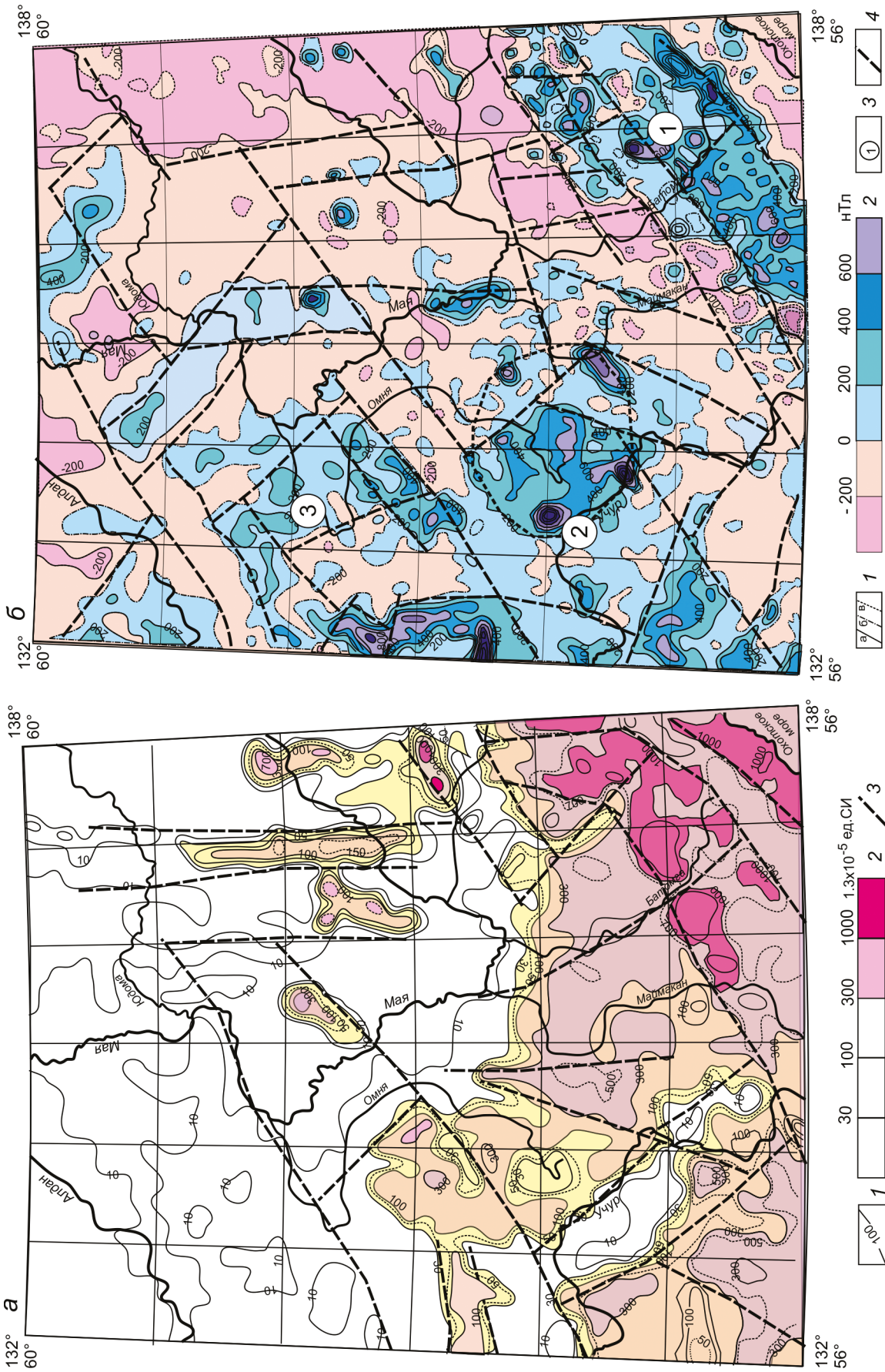


Рис. 4. Сопоставление аномалий магнитной восприимчивости (а) и магнитного поля (б).

а – карта магнитной восприимчивости (χ): 1 – изолинии χ и их значения; 2 – шкала раскраски; 3 – тектонические нарушения, выделяемые по петромагнитной карте; б – карта магнитного поля ΔT : 1 – изолинии напряженности магнитного поля; а – положительные, б – отрицательные; 2 – шкала раскраски; 3 – блоки повышенной магнитности; 4 – тектонические нарушения, выделяемые по карте магнитного поля.

Другой тип инверсии характерен для Виллойской синеклизы, где области пониженной плотности соответствует повышенное гравитационное поле, что подчеркивает наличие метаморфического плотного фундамента на глубине. В области знакопеременного гравитационного поля положительным аномалиям соответствуют подъемы метаморфического фундамента, отрицательным – отдельные интрузии гранитоидного состава. Батомгский блок находится в области влияния Тырканского минимума. Прямое соотношение плотности и гравитационного поля для площади скорее исключение, чем правило, и характерно для вулcano-плутонических структур Охотско-Чукотской вулcanoгенной области.

Сравнение карт магнитной восприимчивости и магнитного поля (рис. 4), выявило схожесть структуры и интенсивности в южной части площади и существенные различия – в северной. Карта магнитного поля (рис. 4, б) является достаточно дифференцированной на всей территории. На ней выделяется 5 типов полей (3 преимущественно положительных, 2 – отрицательных).

Наиболее мозаичное и интенсивное (до 600 нТл) поле характерно для Охотско-Чукотской вулcano-плутонической области (область 1). Соответствующая ей региональная положительная аномалия простирается в северо-восточном направлении, осложнена локальными аномалиями повышенной интенсивности, соответствующими локальным вулcanoгенным объектам. Джугджурский анортозитовый массив, разделяющий Преджугджурскую ВТС и Аяно-Шевлинский перикратонный прогиб, не выделяется из общей картины поля по интенсивности, но представлен как единая аномалия, в отличие от мозаичного поля над вулканистами. Сам Аяно-Шевлинский перикратонный прогиб и Джелонская ВТС характеризуются слабо расчлененным знакопеременным магнитным полем.

Второй тип положительного поля (область 2) – региональная аномалия магнитного поля северо-восточного простирания, охватывает северную часть древнего Тырканского блока, Учурскую зону прогибов и частично северную часть Батомгского блока.

В пределах последнего выделяется кольцевая структура, отороченная по периметру отдельными локальными аномалиями.

Третий тип (область 3) положительного поля – это региональная аномалия северо-восточного простирания, включает Кет-Капскую вулcano-плутоническую зону, фрагмент Учуро-Майской плиты и крайнюю северную часть Батомгского блока. Северо-западными нарушениями аномалия делится на три блока, которые различаются по интенсивности и морфологии поля.

Юго-западный блок, с наиболее высокой интенсивностью – соответствует Кет-Капской вулcanoгенной зоне. Широтным разломом блок делится на две части: меридионального и северо-восточного простирания, отражающие простирания вулcanoгенных структур, картируемых как на поверхности, так и на глубине под отложениями Учуро-Майской плиты.

Центральный блок – наименьший по интенсивности, вероятно наименее затронут магматизмом.

Северо-восточный – имеет промежуточную интенсивность поля, показывает наличие интенсивного магматизма, но при этом не вскрытого эрозией, перекрытого отложениями Учуро-Майской плиты.

Сильно отрицательное поле характерно для Сете-Дабанской подзоны Юдомо-Майской СФЗ и Аллах-Юнской подзоны и Билякчанской системы блоков Южно-Верхоянской СФЗ, что указывает на достаточно большую мощность в них немагнитных теригенно-карбонатных образований. Линейная зона аналогичного поля северо-восточного простирания протягивается и вдоль контакта Преджугджурского прогиба и Батомгского выступа, природа которого не совсем понятна, возможно это зона гранитоидного магматизма. Для остальной территории разновозрастных структур Учуро-Майской плиты, Юдомо-Майской СФЗ, восточной части Батомгского блока, Улканского вулcanoгенного прогиба, восточной части Тырканского блока характерно слабо расчлененное, слабо отрицательное поле с одиночными, хорошо выраженными положительными и отрицательными аномалиями, которые отражают локальную проявленность магматических и метасоматических процессов.

На основе карты магнитного поля выделяется густая сеть дизъюнктивов: северо-восточного, северо-западного и меридионального направлений. Учуро-Ингилийская система нарушений северо-восточного простирания делит магнитное поле изучаемой территории на две части: северо-западную – с преобладанием элементов разломной тектоники северо-западного простирания и юго-восточную – с преобладанием северо-восточных нарушений. Меридиональные нарушения характерны для Верхояно-Колымской складчатой области, северо-западные – для Учуро-Майской плиты.

В целом для территории, включая области мезозойских, палеозойских и древних структур, характерно преобладание разломов северо-восточного простирания. Совместный анализ карт магнитного поля и магнитной восприимчивости показывает: аномалии магнитного поля и магнитной восприимчивости совпадают и по интенсивности, и по направлению в пределах молодых меловых вулcano-плутонических

структур. В древних блоках аномалии магнитного поля и магнитной восприимчивости различаются по направлениям, что указывает на их разную природу. Вероятно, аномалии магнитного поля здесь обусловлены не столько магнитными свойствами пород, сколько более поздними наложенными метасоматическими процессами с перераспределением железа в период более поздней тектоно-магматической активизации. На карте намагниченности региональные аномалии положительного поля в пределах Учуро-Майской плиты не выражены. Это свидетельствует о том, что они обусловлены не магнито-прозрачными терригенно-карбонатными отложениями чехла платформы, а магматическими или метаморфическими породами их фундамента.

В целом аномалии магнитного поля дискордантны простиранию древних структур и согласуются с меловыми вулканогенными образованиями. Картины разрывных нарушений на карте магнитного поля и карте магнитной восприимчивости схожи, что косвенно указывает на возможность их формирования в единый временной интервал.

Ориентировка аномалий магнитного и гравитационного полей совпадают только в пределах молодых вулканогенных структур. В остальной части площади областям гравитационного поля северо-западного простирания соответствуют северо-восточные области магнитного поля, что указывает на их разную природу.

ВЫВОДЫ

1) Петромагнитная карта согласуется с картой аномалий магнитного поля только в области развития мезозойских вулканоплутонических структур. В остальной части изучаемой территории они заметно различаются. Это свидетельствует о том, что современное магнитное поле, в большей степени, – продукт молодых процессов тектоно-магматической активизации, обусловившей образование вторичных магнитных минералов, и в меньшей – связан с магнитными свойствами пород в период их образования.

2) Для петроплотностных аномалий и аномалий гравитационного поля характерны как прямые, так и инверсные взаимоотношения. Прямые взаимоотношения плотности и гравитационного поля наблюдаются в областях, где плотные метаморфические образования перекрыты чехлом терригенно-карбонатных отложений повышенной плотности. Инверсные отношения характерны для разных геолого-структурных обстановок: когда в пределах древних метаморфических блоков выделяются региональные гравитационные минимумы, обусловленные глубинными мантийными процессами, связанные с более поздней

тектоно-магматической активизацией (Тырганский минимум); когда эпикратонные прогибы не создают существенных аномалий пониженной плотности, т.к. выполнены плотными карбонатными отложениями; когда площади, характеризующейся мощным чехлом пониженной плотности (Вилуйская синеклиза), соответствуют высокоплотные гравитационные аномалии, обусловленные влиянием образований древнего метаморфического фундамента.

3) Анализ разрывных нарушений всех картографических материалов показывает преобладание дизъюнктивов северо-восточного простирания. Это позволяет предположить, что картируемые разрывные нарушения – результат относительно молодой тектонической деятельности, обусловившей блоковую перестройку литосферы, которая проявилась как на глубине, так и на поверхности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования позволили:

1) создать в виде таблиц сводку петрофизических характеристик территории основных геологических образований региона;

2) построить петрофизические карты изученной территории по оригинальной методике, которые показывают распределение петрофизических неоднородностей по площади;

3) полученная петрофизическая информация может иметь многоцелевое использование: при интерпретации аномалий геофизических полей, при геологическом картировании, при изучении геодинамики территории, при выяснении особенностей локализации месторождений полезных ископаемых.

Авторы выражают благодарность за внимание к работе и ценные замечания А.И. Ханчуку, В.А. Гурьянову, В.Б. Каплуну.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ИТИГ ДВО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белый В.Ф. Стратиграфия и структуры Охотско-Чукотского вулканического пояса. М.: Наука, 1977. 171 с.
2. Геологическая карта СССР. Лист 0-(53)54 – Охотск. 1:100 000 (Новая серия): Объясн. зап. (Отв. ред. А.Л. Ставцев). Л., 1986. 127 с.
3. Геология, петрология и рудоносность Кондерского массива / В.Г. Гурович, В.Н. Землянухин и др. М.: Наука, 1994. 176 с.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист О-53 – Нелькан: Объясн. зап. / Гл. научн. ред. Г.В. Рогован. СПб.: Картограф. фабрика ВСЕГЕИ, 2012 г. 364 с.
5. Гурович В.Г. Петроплотностная характеристика Охотско-

- Чукотского вулканического пояса // Геофизические исследования геологических структур Дальнего Востока. Владивосток, 1983. С. 71–77.
6. Гурьянов В.Г. Геология и металлогения Улканского района (Алдано-Становой щит). Владивосток: Дальнаука, 2007.- 227 с.
 7. Иволга Е.Г., Романовский Н.П., Гурович В.Г., Манилов Ю.Ф. К вопросу о глубинном строении области сочленения Северо-Сихотэ-Алинской и Северо-Сахалинской складчатых структур // Тихоокеан. геология. 2013. Т. 32, № 5. С. 78–88.
 8. Иволга Е.Г., Гурович В.Г., Романовский Н.П., Манилов Ю.Ф. Петрофизические особенности тектонических структур Охотоморской зоны перехода континент-океан // Тихоокеан. геология. 2016. Т. 35, № 5. С. 39–53
 9. Каретников А.С., Гурович В.Г. Петрофизические характеристики ультрабазитов массивов Кондер и Чад // Тихоокеан. геология. 2000. Т. 19, № 3. С. 105–111.
 10. Каретников А. С. Палеомагнетизм ультрабазитов массива Кондер и оценка его возраста // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28, № 6. С. 23–42.
 11. Карсаков Л.П., Малышев Ю.Ф. Модели строения и глубинной эволюции земной коры юго-востока Сибирской платформы. Тектоника Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. Т. XI. С. 95–99.
 12. Малышев Ю.Ф., Горошко М.В., Каплун В.Б. и др. Геофизическая характеристика и металлогения востока Алдано-Станового щита (Дальний Восток) // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 4. С. 3–16.
 13. Малышев Ю.Ф., Манилов Ю.Ф., Гурьянов В.А. Глубинное строение восточной части Северо-Азиатского кратона по результатам интерпретации данных геопотенциальных полей // Литосфера 2014 № 2. С. 144–151.
 14. Парфенов Л.М. и др. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеан. геология. 2003. Т. 22, № 6. С. 7–41.
 15. Романовский Н.П. Петрофизика гранитоидных рудно-магматических систем Тихоокеанского пояса. М.: Наука, 1987. 191 с.
 16. Романовский Н.П. Тихоокеанский сегмент Земли: глубинное строение, гранитоидные рудно-магматические системы. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 1999. 166 с.
 17. Романовский Н.П., Гурович В.Г., Малышев Ю.Ф., Иволга Е.Г. Петромагнитная карта области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов // Тихоокеан. геология. 2005. Т. 24, № 2. С. 3–9.
 18. Сокарев А.Н., Кулинич Р.Г., Прошкина З.Н. Петрофизика Японского сектора зоны перехода от континента к Тихому океану / Справочник физических свойств горных пород: Владивосток: Дальнаука, 2010. 215 с.
 19. Тектоника, глубинное строение, металлогения области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов: Объясн. зап. к Тектонической карте. 1: 1 500 000. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2005. 264 с.
 20. Тектоническая природа геофизических полей Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. 200 с.
 21. Физические свойства горных пород Дальнего Востока: Справочник: в 2-х частях. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. Ч. 1. 212 с. Ч. 2. С. 213–392.
 22. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика): Справочник геофизика. М.: Недра, 1976. 527 с.

Рекомендована к печати В.Б. Каплуном

после доработки 03.02.2022 г.

принята к печати 16.03.2022 г.

E.G. Ivolga, V.G. Gurovich, Yu.F. Manilov

Petrophysical characteristics of tectonic structures in western Priokhotye

Physical properties of rocks from western Priokhotye were studied and petrophysical maps revealing large-scale heterogeneities of tectonic elements of the territory were constructed. Petrophysical heterogeneities and anomalies of respective geophysical fields were compared. A relationship between magnetic anomalies and near-surface rock assemblages is established only for the Mesozoic volcano-plutonic structures of the Okhotsk-Chukotka volcanic belt and partially for the Yudoma-Maya tectono-stratigraphic area. In the ancient blocks of the Aldan-Stanovoy shield and the Uchur-Maya plate, magnetic anomalies are mainly associated with the intensification of tectonic-magmatic processes and to a lesser extent with magnetic properties of specific rocks. Inverse relationships are established between gravity anomalies and rock dense anomalies within the regions of gravity low (Tyrkansky and Yuzhno-Verkhoyansky gravity fields) and the Vilyui syncline, where domains of gravity high correspond to domains with low density.

Key words: tectonic structures, tectono-stratigraphic area, geological units, petrophysical heterogeneities, magnetic susceptibility, rock density, gravity field, magnetic field, Far East Russia.