

ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ КОМПОНЕНТ ВЕКТОРА ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

А. А. Петрова

Санкт-Петербургский филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова Российской академии наук (СПбФ ИЗМИРАН)

СПбФ ИЗМИРАН располагает цифровой базой измеренных и расчётных данных о компонентах вектора геомагнитного поля по всему земному шару. На основе этих данных создано новое поколение магнитных карт Мирового океана и трёхмерная модель компонент магнитного поля околоземного пространства.

Ключевые слова: цифровые карты, магнитное поле Земли.

В 1932 г. в Научно-исследовательском институте земного магнетизма (НИИЗМ, в дальнейшем ЛО (СПбФ) ИЗМИРАН) в целях изучения пространственного распределения элементов земного магнетизма и его вековых вариаций на земной поверхности был организован отдел магнитной картографии. С 1937 г. магнитные карты строились на основе данных наземной генеральной магнитной съёмки, проводимой Институтом земного магнетизма (рис. 1, оцифровка в эрстедах) [Почтарев, 1984].

В Санкт-Петербургском филиале Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова Российской академии наук (СПбФ ИЗМИРАН) систематически раз в пять лет составлялись карты магнитного склонения для территории России (рис. 2) и для акватории Мирового океана (эпохи 1965, 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 и 2010 гг.) [Колесова, 1985].

СПбФ ИЗМИРАН является единственным учреждением в России, которое располагает базой измеренных данных по векторным составляющим геомагнитного поля по земному шару. Кроме того, в СПбФ ИЗМИРАН разработана уникальная методика составления расчётных карт векторных составляющих магнитного поля, вычисляемых по модульной информации, что повышает детальность карт магнитного склонения и компонент вектора индукции постоянного магнитного поля Земли (МПЗ) [Колесова, 1985].

В 2013 г. в СПбФ ИЗМИРАН создан сектор магнитной картографии с целью построения цифровых моделей магнитного склонения D (рис. 3) и прямоугольных составляющих вектора индукции магнитного поля Земли (МПЗ) — горизонтальной H и вертикальной Z компонент (рис. 4, 5). На основе пополняемой базы данных СПбФ ИЗМИРАН, содержащей измеренные и расчётные значения магнитного склонения и компонент H и Z , сектор магнитной картографии проводит фундаментальные, поисковые и прикладные научные исследования [Копытенко, Петрова, 2014].

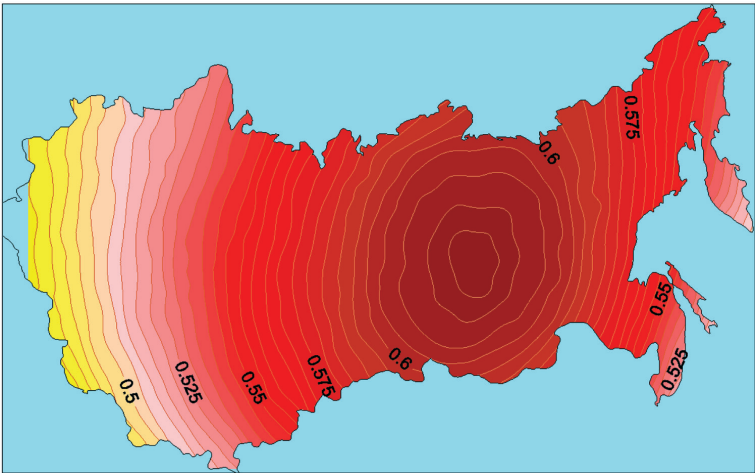


Рис. 1. Карта напряжённости нормального геомагнитного поля Тн территории СССР эпохи 1965 г.

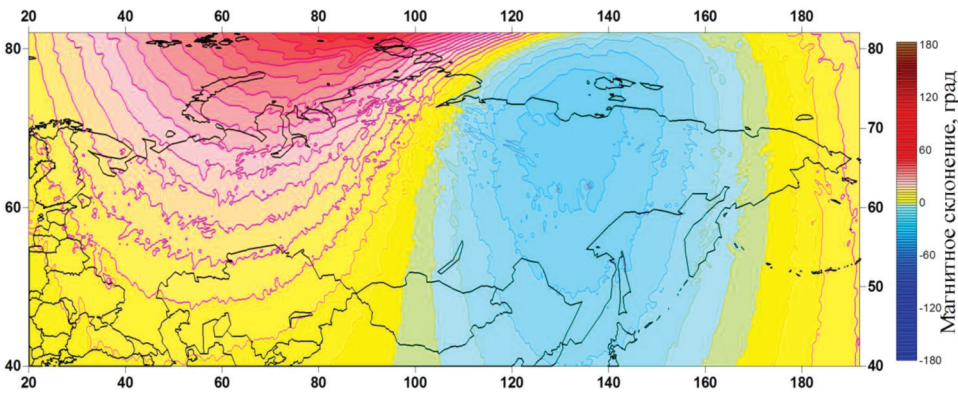


Рис. 2. Схема магнитного склонения территории России

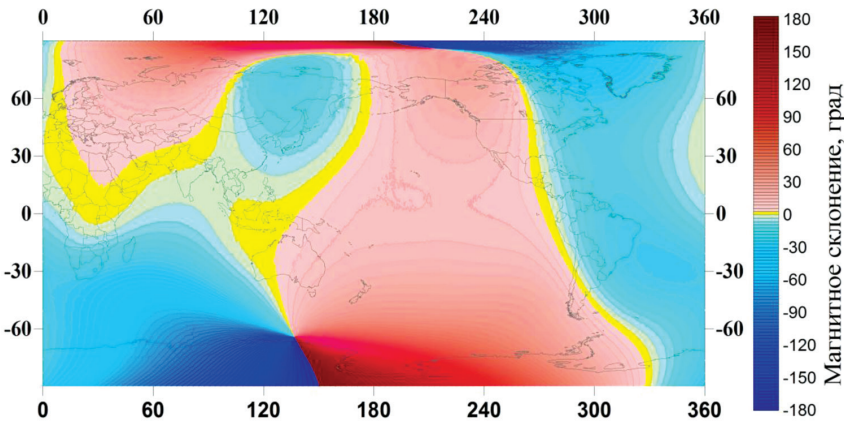


Рис. 3. Мировая карта магнитного склонения

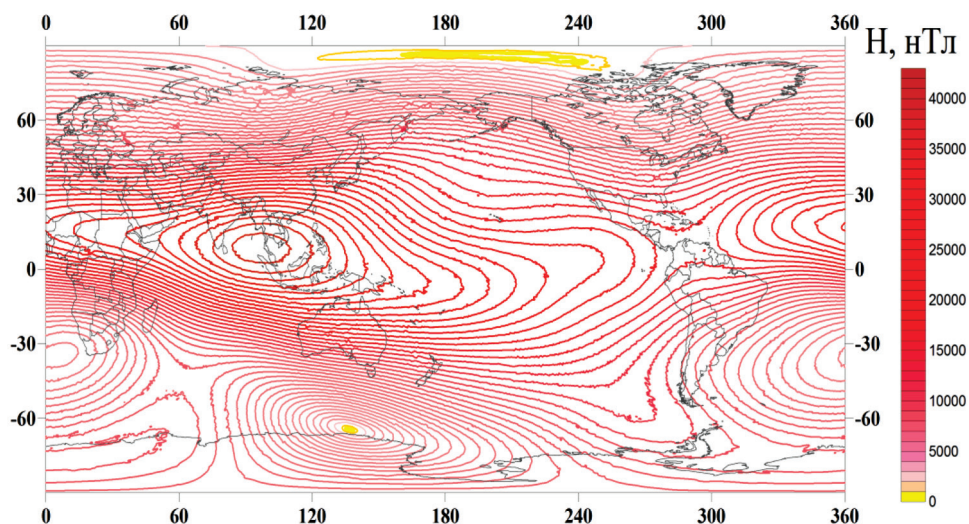


Рис. 4. Мировая карта горизонтальной компоненты МПЗ

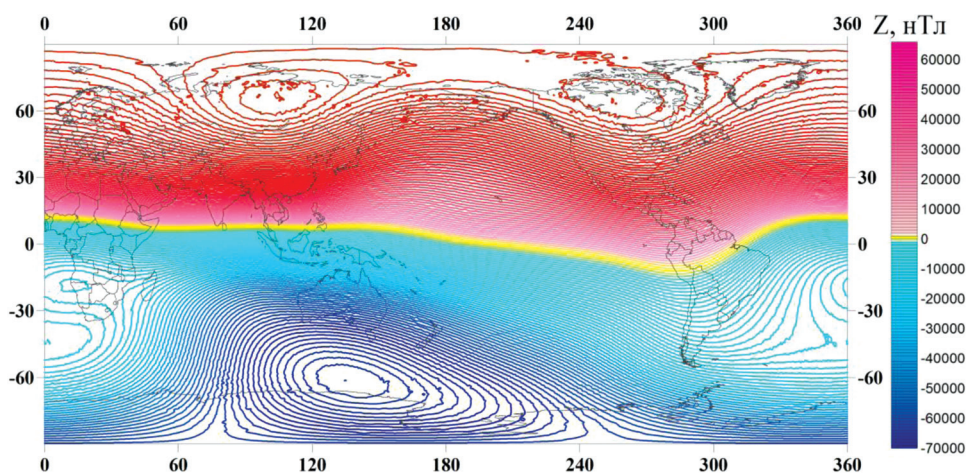


Рис. 5. Мировая карта вертикальной компоненты МПЗ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ, ПОИСКОВЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕКТОРА МАГНИТНОЙ КАРТОГРАФИИ СПбФ ИЗМИРАН

- Реализация концепции цифровой базы данных для расчёта глобальной модели угловых и прямоугольных компонент вектора индукции МПЗ.
- Усовершенствование методики построения цифровых карт компонент вектора индукции МПЗ на основе базы данных СПбФ ИЗМИРАН.

- Исследование структуры магнитных аномалий океанов и континентов с целью создания трёхмерной модели угловых и прямоугольных компонент вектора индукции МПЗ.
- Изучение свойств региональных аномалий вертикальной и горизонтальной компонент вектора индукции МПЗ.
- Развитие геомагнитного метода прогноза нефти и газа для труднодоступных областей.
- Создание комплексного электромагнитного метода для выявления глубинных геотермальных зон.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СЕКТОРА

- Исследование пространственно-временной структуры МПЗ.
- Пополнение каталога измеренных значений магнитного склонения D , прямоугольных компонент (Z , H) для акватории Мирового океана и континентальных областей земного шара.
- Усовершенствование методики вычисления угловых и прямоугольных компонент вектора индукции МПЗ по модульной информации для северного и южного полушария, экваториальной зоны и приполюсных пространств.
- Создание методики построения магнитных карт нового поколения для целей морской и воздушной навигации.
- Выявление природы намагниченности источников литосферных аномалий, существующих в приземных измерениях и на высоте полёта спутников.

По сравнению с модульными векторные данные содержат гораздо больше информации о магнитных неоднородностях строения литосферы. Они позволяют подойти к решению вопроса о природе намагниченности региональных и крупных региональных аномалий, несущих информацию о физическом состоянии древнейших блоков континентальной земной коры.

Фундаментальные исследования пространственно-временной структуры геомагнитного поля океанической коры позволяют разработать новые принципы районирования Мирового океана по уровням полей относимости для магнитных аномалий разного возраста.

На основе исследования тонкой структуры магнитных аномалий океанов и континентов создана методика спектрально-пространственного анализа (СПАН) магнитного поля, позволяющая конвертировать спектрально-пространственное представление поля в геомагнитный разрез [Петрова, 1976; Petrova et al., 1992]. Это значительно расширило сферу применения магнитного поля для решения прикладных задач геологоразведки, в частности при поисках углеводородов, марганца, и коренных месторождений золота и алмазов [Лукиянова и др., 2011; Мавричев, Петрова, 2001; Litvinova, Petrova, 2010].

Методика внедрена в практику геологических организаций для проведения геологоразведочных работ на поиски залежей нефти и газа по аэромагнитным и гидромагнитным измерениям. Она широко применялась при

исследовании разнотипных нефтегазоносных бассейнов России (Поволжья, Башкирии, Кубани, Сибири и др.), а также Баренцева, Каспийского, Северного, Средиземного и Берингова морей.

Геомагнитный метод прогноза коренных месторождений золота и алмазов успешно опробован на территории Урала, Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Комплексирование геомагнитного метода с данными магнитотеллурического зондирования (МТЗ) открывает новые возможности для поиска геотермальных зон с подземными резервуарами большой ёмкости [Петрова, Петрищев, 2011; Петрова и др., 2013].

НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СПЕЦИАЛИСТОВ СЕКТОРА МАГНИТНОЙ КАРТОГРАФИИ

- Актуализация каталога измеренных значений магнитного склонения и прямоугольных компонент (Z , H) МПЗ.
- Количественная оценка расчётных значений цифровых карт компонент МПЗ.
- Составление схем магнитного склонения для территории России.
- Построение Мировых карт магнитного склонения и компонент МПЗ.
- Расчёт магнитных цифровых карт для решения прикладных задач.
- Геолого-геофизическая интерпретация магнитных и немагнитных неоднородностей земной коры на основе цифровых карт компонент вектора индукции МПЗ.
- Внедрение геомагнитных методов прогноза нефти и коренных месторождений золота и алмазов в практику геологических организаций.
- Разработка способов выделения глубинных геотермальных зон.

НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

- Исследованы особенности структуры МПЗ океанов и континентов вблизи поверхности Земли по материалам аэромагнитных и гидромагнитных измерений.
- Создана основа цифровой базы данных глобальной модели угловых и прямоугольных составляющих компонент вектора индукции МПЗ.
- Разработана методика оценки расчётов магнитного склонения и компонент вектора индукции МПЗ по данным спутника Champ и приземным измерениям.
- Выявлены свойства литосферы в районах газовых и нефтяных месторождений на основе компонентных измерений магнитного поля. Подтверждено наличие реологически ослабленных зон в земной коре и выявлена роль элементов флюидных систем в подпитке месторождений углеводородов.

- Идентифицирована форма проявления нефтегазовых залежей и флюидоподводящих каналов в параметрах структуры Z-компоненты геомагнитного поля.
- Разработан геомагнитный метод прогноза долгоживущих месторождений нефти и газа в труднодоступных областях.
- Оценены перспективы миграции флюидного потока, обеспечивающего долговременную подпитку термальных вод на территориях Франции, Германии, Швейцарии, Австрии и Венгрии, на основе геолого-геофизической интерпретации магнитных аномалий Z-компоненты МПЗ Европы. Пути продвижения флюидного потока отражаются на глубинных геомагнитных разрезах в виде размагниченных каналов в земной коре и треков, подходящих к дневной поверхности (рис. 6).

Отдел сотрудничает с Центром картографических технологий, Федеральной службой государственной регистрации кадастра и картографии, Управлением навигации и океанографии Министерства обороны РФ, Центральным картографическим производством Военно-морского Флота, Проектно-конструкторскими бюро, Федеральным государственным унитарным научно-производственным предприятием «Геологоразведка» и Всероссийским научно-исследовательским геологическим институтом им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ).

Международное сотрудничество проводится по линии Академии наук и Университетов Польши, Финляндии, Италии, Франции, США и Колумбии.

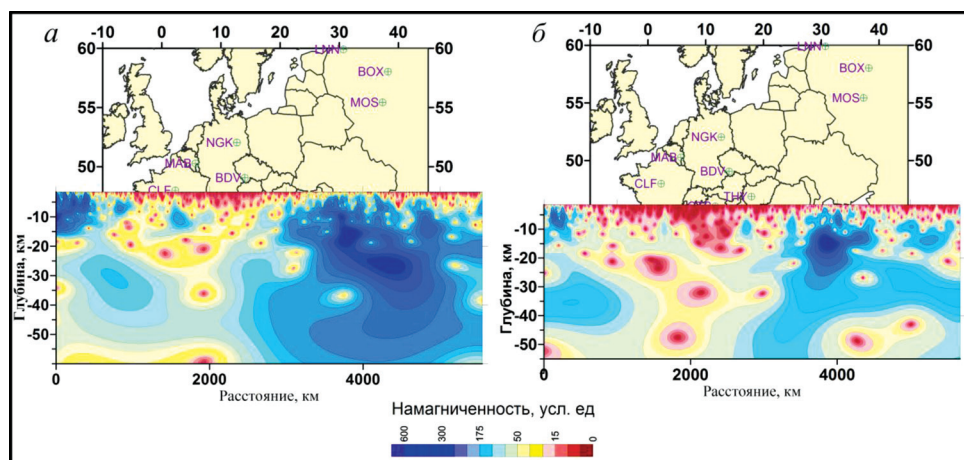


Рис. 6. Геомагнитные разрезы геотермальных зон Центральной Европы: *а* — Франция, юг Германии, Австрии, Венгрии; *б* — юг Франции, Швейцарии, Австрии, Венгрии

ЛИТЕРАТУРА

- [Колесова, 1985] Колесова В. И. Аналитические методы магнитной картографии. М.: Наука, 1985. 223 с.
- [Лукьянова и др., 2011] Лукьянова Л. И., Остроумов В. Р., Рыбальченко А. Я., Морозов Г. Г., Тетерин И. В., Жуков В. В., Петрова А. А., Шестакова В. Ф. Алмазоносные флюидо-эксплозивные образования Пермского Предуралья. М.; СПб.: Изд-во ГЕОКАРТ: ГЕОС: ВСЕГЕИ, 2011. 240 с.
- [Копытенко, Петрова, 2014] Копытенко Ю. А., Петрова А. А. Магнитные карты нового поколения для целей морской магнитной навигации // Труды 12-й Всерос. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики ГА-2014». СПб.: Нестор-История, 2014. С. 258–261.
- [Мавричев, Петрова, 2001] Мавричев В. Г., Петрова А. А. Крупномасштабная аэромагнитная съёмка осадочных бассейнов // Разведка и охрана недр. 2001. № 9. С. 14–18.
- [Петрова, 1976] Петрова А. А. Методика спектрально-корреляционного анализа аномального геомагнитного поля: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: ИЗМИРАН, 1976. 25 с.
- [Петрова, Петрищев, 2011] Петрова А. А., Петрищев М. С. Флюидные системы Средиземноморья // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2011. № 1. Вып. 17. С. 23–33.
- [Петрова и др., 2013] Петрова А. А., Петрищев М. С., Копытенко Ю. А. Проявление треков термальных зон в строении земной коры Аравийского полуострова // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 40-й сессии Международ. семинара им. Д. Г. Успенского: сб. ст. М.: ИФЗ РАН, 2013. С. 268–273.
- [Почтарев, 1984] Почтарев В. И. Нормальное магнитное поле Земли. М.: Наука, 1984. 232 с.
- [Litvinova, Petrova, 2010] Litvinova T., Petrova A. The specific features of gold ore provinces of the south of Siberia in a magnetic field at ground height and heights of flight of satellite Champ // EGU General Assembly 2010. Vienna, Austria. 2010. V. 12. EGU2010-6552.
- [Petrova et al., 1992] Petrova A. A., Kolesova V. I., Domaratskij S. N. The Space-Spectral Analysis Method in Applied Geophysics // Russian Airborne Geophysics and Remote sensing. Coloden, Colorado, 1992. P. 525–534.

DIGITAL MAPS THE COMPONENTS OF THE MAGNETIC FIELD

A. A. Petrova

Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation of Russian Academy of Sciences (SPbF IZMIRAN)

SPbF IZMIRAN produce a digital database of measured and calculated data of the vector components of the geomagnetic field around the globe. Based on these data we have made a new generation of magnetic map for the World Ocean and the three-dimensional model of the magnetic field components near-Earth space.

Keywords: digital maps, Earth magnetic field.