

УДК 550.8.05

DOI: 10.34824/VKNPIRAN.2022.10.2.007

## ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

© Абубакарова Элиза Ахметовна (а), Алисултанова Иман Алиевна (b)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им.Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; отдел проблем топливно-энергетического комплекса, ведущий научный сотрудник  
Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; доцент кафедры «Прикладная геофизика и геоинформатика», eliza\_ggni@mail.ru

(b) Комплексный научно-исследовательский институт им.Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; отдел проблем топливно-энергетического комплекса, младший научный сотрудник, itsiman@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье изложены преимущества современных компьютерных технологий интерпретации геолого-геофизической информации, одной из которых является компьютерная технология «Coscad 3D» базирующаяся на теории вероятности и математической статистике, позволяющая качественно обработать и визуализировать результаты интерпретации.

**Ключевые слова:** передовые технологии, геофизическая информация, цифровая база геофизических данных, «Coscad 3D», обработка, интерпретация.

## HI-TECH PROCESSING AND INTERPRETATION OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA

© Abubakarova Eliza Akhmetovna (a), Alisultanova Iman Alievna (b)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; department of problems of the fuel and energy complex, leading researcher.

Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; associate professor of the department «Applied Geophysics and Geoinformatics», eliza\_ggni@mail.ru

(b) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; department of problems of the fuel and energy complex, junior researcher, itsiman@mail.ru

**Abstract.** This article outlines the advantages of modern computer technologies for the interpretation of geological and geophysical information, one of which is the computer technology "Coscad 3D" based on probability theory and mathematical statistics, which allows to process and visualize the results of interpretation in a qualitative manner.

**Key words:** advanced technologies, geophysical information, digital geophysical data base, Coscad 3D, processing, interpretation.

**Введение.** Эффективность современного геологоразведочного производства во многом определяется степенью внедрения в процесс обработки и интерпретации геолого-геофизической информации передовых компьютерных технологий. Обработка и интерпретация геофизических данных с использованием современных компьютерных технологий - одна из задач, важность, которой в последние годы возросла, поскольку вся цифровая геофизическая информация обрабатывается передовыми технологиями, такими как «Coscad 3D», Gintel, Surfer, ГИС Integro, MapInfo и др. На сегодняшний день многие современные компьютерные технологии оснащены алгоритмами для обработки геофизической цифровой информации, базирующиеся на теории вероятности и математической статистике, позволяющие за кратчайшее время обработать большие объемы геоданных для решения различных геолого-геофизических задач [5].

**Основная часть.** В течение многих лет бумажные носители стандартно использовались для обработки и интерпретации геофизической информации. Таким образом, геолого-геофизические материалы организации занимали комнаты, заполняли картотечные шкафы, и поиск конкретного материала означал физический просмотр ящиков в надежде, что данные были помещены в нужное место и т.д.

Сегодня внедрение современных компьютерных технологий придает новое удобство не только для хранения и архивации любых типов данных, но и для реализации процессов обработки и интерпретации геофизических цифровых материалов для решения геолого-геофизических задач.

Во многих компаниях разных стран мира активно обсуждаются вопросы повышения качества обработки и интерпретации, имеющейся и поступающей геолого-геофизической информации на обработку передовыми технологиями. Спектр этих проблем не исчезает с арены научных и профессиональных обсуждений. Несмотря на то, что в последнее время развитие технологий сняло много вопросов, обеспечение надежности и качества результатов обработки продолжает оставаться проблемой.

Для предприятий, у которых имеется и поступает большой объем геоданных, применение компьютерных технологий и соответствующих алгоритмов позволяют сэкономить время обработки и получить в основном положительный результат при интерпретации больших объемов данных за кратчайшее время. Современные передовые технологии интерпретации геоданных существенно ускорили процесс обработки и интерпретации цифровой геоинформации, чем на бумажных и аналоговых носителях. Можно легко создавать резервные копии цифровых геофизических данных, что предотвращает потерю информации в случае непредвиденных ситуаций. Для предприятий, которым необходимо регулярно использовать архивные данные, возможность поиска в архивах дает возможность значительно сэкономить время поиска необходимых материалов и данных. Преимущества цифровой

обработки геофизической информации заключается не только в скорости обработки, качества визуализации результатов обработки по сравнению с обработкой, которая предшествовала до передовых технологий, но и экономия, освобождение места, которое использовалось для хранения бумажных документов и т.д. Обеспечение доступа в любое время и в любом месте – доступ к документам прост, быстр и доступен на любом расстоянии, в любое время и с любого устройства, повышение безопасности и разрешение доступа только авторизованным пользователям, чтобы обеспечить большую безопасность и улучшить контроль над конфиденциальными данными, снижение эксплуатационных расходов по сравнению с хранением бумажных носителей – электронные данные снижают эксплуатационные расходы благодаря более быстрому поиску и снижению риска потери, снижение операционного риска, риск потери данных в результате стихийных бедствий или других событий (например, пожара, кражи и наводнения) незначителен. Никогда не ясно, когда архивированные бумажные носители геолого-геофизических данных, понадобятся и для каких целей, поэтому сотрудники организации и предприятий, работающие с геоданными должны, были максимизировать свои шансы на поиск информации. На сегодняшний день не только поиск, хранение, управление документами, но и интерпретации геолого-геофизической информации не составляет больших усилий независимо от того, насколько большой становится база геоданных. Кроме того, цифровые геолого-геофизические материалы можно немедленно отправить по электронной почте в любую точку мира по запросу. В эпоху, когда организации становятся все более глобальными, простой обмен файлами является высокоприоритетной функцией.

Поскольку организации все чаще используют цифровые данные во всех сферах своей деятельности, хранение и архивирование информации в цифровом виде стало более естественным. В то время как от некоторых организаций может потребоваться хранение физических архивов в целях соблюдения требований законодательства, электронные архивы заявляют, что они являются практическим выбором для повседневного использования. Использование цифровых геоданных позволяет организациям напрямую ориентироваться на будущее и возможность поиска. Независимо от того, были ли документы созданы в цифровом формате или взяты из бумажных файлов, они будут процветать в специально разработанном цифровом архиве. Оцифрованные архивы документов, естественно, гораздо легче хранить – то, что раньше занимало целый сейф, может поместиться на одном маленьком диске.

*Общие сведения о программе «Коскад 3D».* Программа «Коскад 3D» относится к одной из передовых технологий статистического и спектрально-корреляционного анализа геоданных «Коскад 3D» предназначенную для обработки и интерпретации геофизической информации, организованной в одномерные, двухмерные и трехмерные регулярные сети, методами вероятностно-статистического подхода.

В основе компьютерной технологии лежат работы А.А. Никитина, А.В. Петрова, Г.В. Демуры, В.И. Аронова, С.А. Серкерова, Д.А. Родионова, И.И. Приезжева, и других, в которых впервые был обозначен спектр оригинальных интерпретационных задач, решаемых с помощью методов вероятностно-статистического подхода [2].

Оригинальная база данных комплекса позволяет эффективно работать с цифровой пространственно распределенной информацией, организованной в трехмерные, регуляр-

ные сети. 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 «Коскад 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 [4].

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

*Структура и основные принципы компьютерной технологии «Коскад 3D».*

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.

*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, отдельных графиков, карт графиков и т.д. Кроме программ визуализации в состав графического блока входят программа для решения обратной задачи гравии-магнитометрии.

*Статистика.* Программы данного раздела предназначены для расчета статистических, спектральных и корреляционных 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 [1,3].

*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.

**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.

**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.

К основным принципам компьютерной технологии «**Коскад 3D**» относятся:

-доступность широкого круга различной степени подготовленности пользователей к сложным методам обработки геоданных, которая достигается не путем упрощения алгоритмической реализации того или иного метода, а путем предоставления режима корректной автоматической оценки основных параметров конкретного алгоритма;

-возможность корректного использования любого алгоритма в условиях минимума информации, необходимой для реализации того или иного метода обработки;

-реальность временных параметров всех вычислительных алгоритмов при использовании их на широко распространенных современных компьютерах;

-максимально возможная независимость программного обеспечения в целом от конкретной операционной системы;

-универсальность доступа к содержательной информации всеми модулями компьютерной системы.

Невозможно сказать, в каком далеком будущем или где в мире организации потребуется доступ к своим данным, материалы должны быть функциональными частями организации, готовыми предоставить данные в любой момент, независимо от того, сколько времени прошло.

**Заключение.** Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что переход предприятий и организаций на цифровую обработку геолого-геофизических данных позволил выйти на уровень качества не только интерпретации, но и визуализации результатов, экономии времени, которое позволяет достичь больших результатов в решении геолого-геофизических задач. Переход на цифровую обработку и интерпретацию геолого-геофизической информации существенно ускорил процесс обработки, качество интерпретации и отображение результатов в виде карт, графиков и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абубакарова Э.А. Расчеты статистических характеристик геофизических полей в окне живой формы в программном комплексе «Коскад 3D». В сборнике: Наука и образование в Чеченской республике: состояние и перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня основания КНИИ РАН. Ответственный редактор: Батаев Дена Карим-Султанович. 2011. С. 280-282.
2. Никитин А.А., Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической информации: учебное пособие. М.: РГГРУ, 2008. 112 с.

3. Абубакарова Э.А., Гацаева С.С. Статистический анализ гравитационного поля Терско-Каспийского прогиба // Межрегиональный Пагуошский симпозиум «Наука и высшая школа Чеченской Республики: перспективы развития межрегионального и международного научно-технического сотрудничества». Тезисы докладов. Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2010. С. 257-259.
4. Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической данных: учебное пособие. М.: РГГРУ, 2004. 51 с.
5. Петров А.В., Трусов А.А. Компьютерная технология статистического и спектрально-корреляционного анализа трехмерной геоинформации // Геофизика. М.: ЕАГО, 2000. № 4. С. 29-33.

#### REFERENCES

1. Abubakarova E.A. Calculations of statistical characteristics of geophysical fields in the live form window in the Coskad 3D software package. In the collection: Science and education in the Chechen Republic: state and development prospects. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 10th anniversary of the founding of the KNII RAS. Managing editor: Bataev Dena Karim-Sultanovich. 2011. Pp. 280-282.
2. Nikitin A.A., Petrov A.V. Theoretical foundations of geophysical information processing: textbook. M.: RGGRU, 2008. 112 p.
3. Abubakarova E.A., Gatsaeva S.S. Statistical analysis of the gravitational field of the Terek-Caspian trough // Interregional Pugwash Symposium "Science and Higher School of the Chechen Republic: Prospects for the Development of Interregional and International Scientific and Technical Cooperation". Abstracts of reports. Groz-ny: Academy of Sciences of the Chechen Republic, 2010. Pp. 257-259.
4. Petrov A.V. Theoretical Foundations of Geophysical Data Processing: Study Guide. M.: RGGRU, 2004. 51 p.
5. Petrov A.V., Trusov A.A. Computer technology for statistical and spectral-correlation analysis of three-dimensional geoinformation // Geofizika. M.: EAGO, 2000. № 4. Pp. 29-33.