

2. **Буслов, М. М.** Тектоническое районирование и геодинамика вендско-палеозойских складчатых поясов Центральной Азии и фундамента Западно-Сибирского осадочного бассейна [Текст] / М. М. Буслов // Матер. Всерос. науч. конф. с участием иностранных ученых «Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности» (Тюмень, 29 сентября – 2 октября 2008). – Новосибирск : Параллель, 2008. – С. 32–35.
3. **Голубева, Е. А.** Сейсмологическое строение доюрского основания Рогожниковской площади [Текст] / Е. А. Голубева, В. Г. Криночкин // Вестник недропользователя ХМАО. – 2001. – № 6. – С. 36–45.
4. **Новые** данные о строении фундамента Западно-Сибирской плиты [Текст] / К. С. Иванов, Ю. В. Ерохин, В. Б. Писецкий [и др.] // Литосфера. – 2012. – № 4. – С. 91–106.
5. **Иванов, К. С.** О возрасте гранитоидов Нялинской площади фундамента Западной Сибири. Ежегодник-2011 [Текст] / К. С. Иванов, Ю. В. Ерохин, Ю. Н. Федоров // Тр. ИГГ УрО РАН. – 2012. – Вып. 159. – С. 207–210.
6. **Магматические** горные породы [Текст] / Под ред. В. В. Ярмолюка, В. И. Коваленко. Т. 4. – М. : Наука, 1987. – 370 с.
7. **Шадрина, С. В.** Вулканы Рогожниковского лицензионного участка (западное обрамление Западно-Сибирской геосинеклизы) [Текст] / С. В. Шадрина // Матер. Всерос. петрогр. конф. «Петрология магматических и метаморфических комплексов». – Томск : Изд-во ЦНТИ, 2009. – Вып. 7. – С. 325–327.
8. **Шадрина, С. В.** Геодинамические обстановки древних континентальных окраин, возможность их диагностики и реконструкций и нефтегазоносности (Западная Сибирь) [Электронных ресурс] / С. В. Шадрина, В. Л. Чирков, И. Л. Крицкий // Всерос. конф. по глубинному генезису нефти (1-е Кудрявцевские чтения). – М., 2012. – Точка доступа: [http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/tema/113\\_Shadrina-Chirkov-Krizkiy\\_Theses.pdf](http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/tema/113_Shadrina-Chirkov-Krizkiy_Theses.pdf).
9. **Шадрина, С. В.** Формирование коллекторов в вулканогенных породах под влиянием гидротермальных растворов [Текст] / С. В. Шадрина, И. Л. Крицкий // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 8. – С. 18–21.
10. **Этапы** тектонической активизации Западно-Сибирской платформы (по данным К-Ar метода датирования) [Текст] / Ю. Н. Федоров, В. Г. Криночкин, К. С. Иванов [и др.] // Докл. РАН. – 2004. – Т. 397, № 2. – С. 239–242.

### **ПРОГРАММА MODEM3D ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СИГНАЛА В ТРЕХМЕРНЫХ СРЕДАХ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ ЦЕЛЕВОГО ГОРИЗОНТА**

**А. Н. Шеин, Е. Ю. Антонов, Н. В. Штабель**  
ИНГГ СО РАН, Новосибирск

В последние два десятилетия в России и за рубежом достигнут значительный прогресс в разработке программных средств для трехмерного моделирования электромагнитных полей. Одной из передовых разработок в данной области является программный комплекс для расчета нестационарных электромагнитных полей в трехмерных проводящих и поляризующихся средах – Modem3D (авт. И. А. Кремер, М. И. Иванов) [1]. Задача моделирования устанавливающегося электромагнитного поля решается векторным методом конечных элементов на неструктурированной трехмерной тетраэдральной сетке. Для повышения производительности программы Modem3D алгоритмы были распараллелены, что позволило эффективно использовать многоядерность современных процессоров. Также для выполнения массовых расчетов была выполнена адаптация программы Modem3D для работы в системе распределенных вычислений (GRID-система) и облачных средах, организованных в ИНГГ СО РАН [2]. Тестирование программы на простых геометрических объектах и в случае горизонтально-слоистых сред показало, что для широкого класса моделей расчеты выполняются с высокой точностью [3]. В работе демонстрируются возможности программы для расчета процессов становления в геоэлектрических моделях сред со сложной трехмерной поверхностью одного из горизонтов слоистой среды. На рис. 1 представлен рельеф границы раздела 1-го и 2-го слоя, где изолиниями показана глубина залегания второго слоя, а красной линией расположение одного из профилей – АВ, вдоль которого выполнялось моделирование.

Для того чтобы создать тетраэдральную сетку для такой сложной поверхности, была использована программа Gmsh [4], а в программе Modem3D была реализована возможность импорта таких сеток. С использованием описанной схемы построена модель среды со следующими параметрами: сопротив-

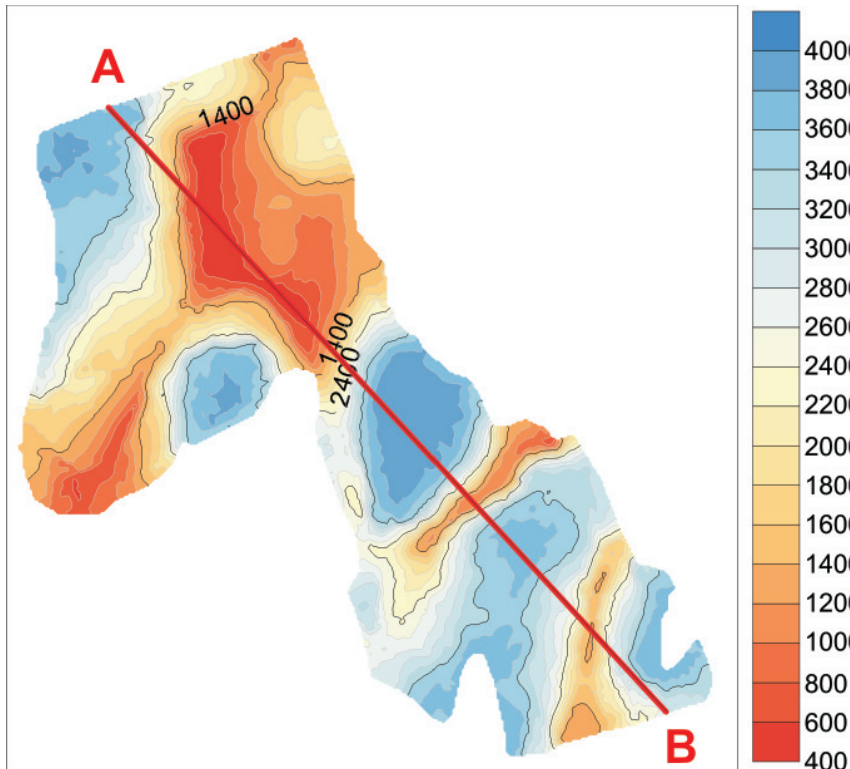


Рис. 1. Рельеф границы раздела первого и второго слоя, тестовый профиль для расчета АВ

ление первого перекрывающего слоя 2 Ом·м, мощность от 400 до 4400 м; сопротивление второго слоя 200 Ом·м, нижнее плоское основание находится на глубине 4500 м, сопротивление подстилающего третьего слоя 50 Ом·м. Расчеты проводились для установки с источником и приемниками в виде заземленных электрических линий (АВМН). Длина источника АВ составляла 4000 м, приемника – 250 м. Для одного положения генераторной линии АВ выполнялось 31 измерение по параллельному профилю, удаленному на 500 м от источника. Приемники располагались в интервале от –1500 м до 1500 м относительно центра источника с шагом 100 м.

Перед выполнением массовых вычислений были произведены тестовые расчеты на совпадение с откликом от горизонтально-слоистой среды и для проверки достаточности размеров расчетной области. Тест на

совпадение с горизонтально-слоистой средой проводился для модели со сложной сеткой, в которой слою с сопротивлением 200 Ом·м было присвоено значение 2 Ом·м. Таким образом, на трехмерной сетке исследовались двухслойная одномерная модель с мощностью первого слоя 4500 м и сопротивлением 2 Ом·м и второй слой с сопротивлением 50 Ом·м. Сравнение расчетов программами Modem3D и UnivLL для случая горизонтально-слоистой среды (автор Е.Ю. Антонов, ИНГГ СО РАН) показали сов-

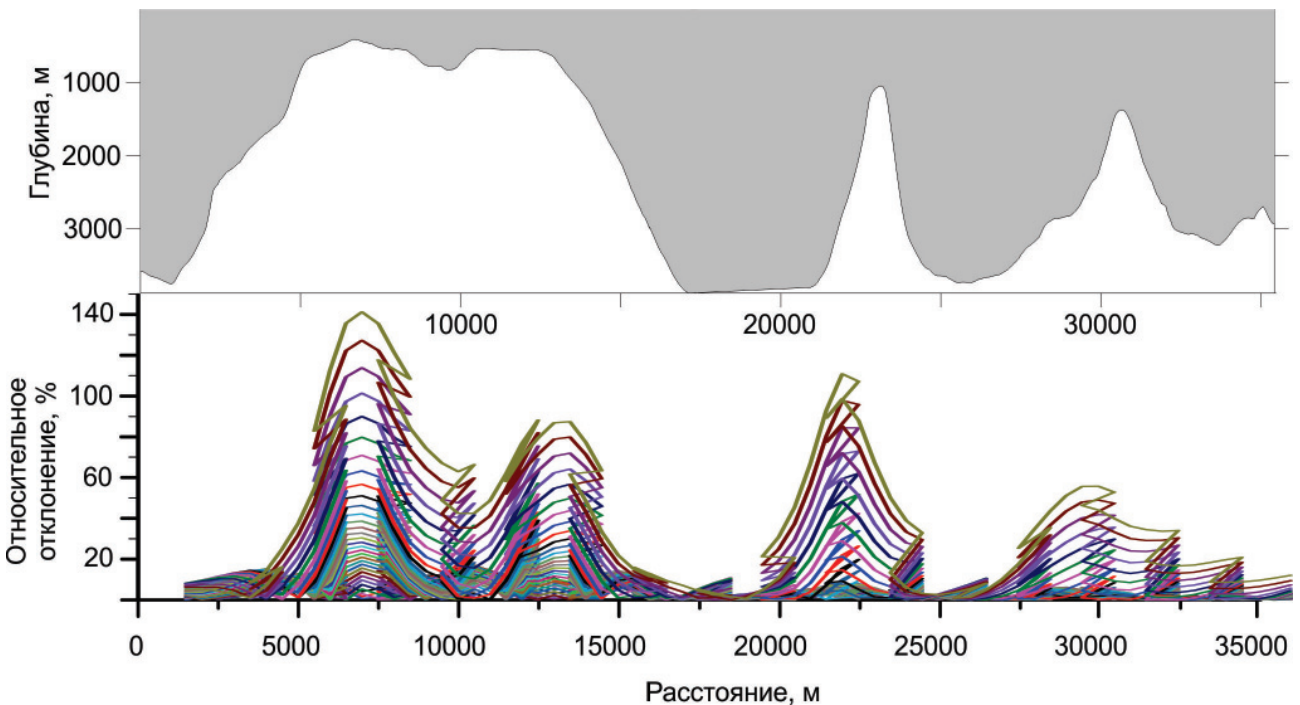


Рис. 2. Сечение по профилю АВ (сверху) и отклонение рассчитанного сигнала относительно становления над референтной средой (снизу)

падения в пределах 10 %. Такое отклонение ввиду сложности модели можно считать удовлетворительным. Тест на достаточность области доказал, что границы области не искажают расчетную кривую.

После выполнения обязательных тестов были произведены расчеты откликов среды для трехмерной модели по профилю АВ, вертикальное сечение которого представлено на рис. 2 (сверху). Для визуализации результатов моделирования были вычислены относительные отклонения трехмерного отклика от рассчитанных кривых референтного сигнала (в нашем случае это расчет для первого положения установки на профиле АВ, где сигнал удовлетворительно соответствует слоистой модели среды). После того как мы узнали относительные отклонения на всем расчетном промежутке времени, появилась возможность локализации временного интервала, который соответствует глубине целевого горизонта. Был выбран отрезок от 0,05 до 2 с. На рис. 2 (снизу) представлены соответствующие значения относительного отклонения сигналов по профилю АВ. Как видно на рис. 2, построенные относительные отклонения хорошо коррелируют с геометрией моделируемой поверхности и в какой-то мере позволяют оценить ее геометрические размеры.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- программа Modem3D позволяет проводить высокоточные расчеты переходных процессов для разных зондирующих установок (петля-петля (Q-q), линия-линия (AB-mn), круговой электрический диполь (КЭД)) для геоэлектрических моделей со сложным рельефом границ;
- анализ отклонений сигналов по профилю относительно отклика референтной среды при наличии определенной априорной информации позволяет выполнять качественные оценки глубины залегания и геометрических размеров структур
- анализ результатов моделирования позволяет дать положительное заключение об использовании той или иной установки для конкретной геологической ситуации (выбрать наиболее эффективную установку по результатам модельных расчетов) и дать методические рекомендации, позволяющие повысить геолого-геофизическую информативность и качество импульсных электромагнитных зондирований.

### Список литературы

1. **Использование** свободных сетевых ресурсов предприятия для решения емких вычислительных геофизических задач [Текст] / А. С. Мартыанов, Д. В. Тейтельбаум, К. С. Сердюк [и др.] // Каротажник. – 2011. – № 1(209). – С. 56–64.
2. **Программное** обеспечение Modem3D для интерпретации данных нестационарных зондирований с учетом эффектов вызванной поляризации [Текст] / М. И. Иванов, В. А. Катешов, И. А. Кремер, М. И. Эпов // Записки Горного института. – 2009 – Т. 183. – С. 242–245.
3. **Шеин, А. Н.** Особенности программы для расчета нестационарных электромагнитных полей в трехмерных средах Modem3D // Материалы Всероссийской научной конференции. В 2 т. Т. 2 / Старооскольский филиал ФГБОУ ВПО МГРИ-РГГРУ/ИПК «Кирилица» [Текст] / А. Н. Шеин. – Старый Оскол, 2013. – С. 99–104.
4. **Geuzaine, C.** Gmsh: a three-dimensional finite element mesh generator with built-in pre- and post-processi. – 2009. – N 79(11). – P. 1309–3310.

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ПРОГНОЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТИ И ГАЗА ЮРСКОГО МЕГАКОМПЛЕКСА СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И АКВАТОРИИ КАРСКОГО МОРЯ

**Г. Г. Шемин**

*ИНГГ СО РАН, Новосибирск*

При **количественной оценке перспектив нефтегазоносности региональных резервуаров** юрских отложений исследуемого региона использовались результаты анализа тектонических, литолого-фациальных и геохимических критериев.

Количественная оценка перспектив нефтегазоносности региональных резервуаров юрских отложений исследуемого региона осуществлялась в соответствии с последним утвержденным в 2000 г. «Методическим руководством по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России». Степень изученности этих отложений сейсморазведкой и бурением, а также выявленные промышленные залежи нефти и газа позволили количественно оценить перспективы их нефтегазоносности геологическим способом по удельным плотностям запасов на единицу площади, который является составной частью метода геологических аналогий.