

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГРУНТОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ

А.А.ФИЛИМОНЧИКОВ, аспирант, *af4990@mail.ru*

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия

А.В.ТАТАРКИН, канд. техн. наук, начальник отдела геофизических исследований,
VSTO08@mail.ru

М.И.ГИЛЕВА, инженер-геофизик, *mariagileva@inbox.ru*

ООО НИПППД «Недра», Пермь, Россия

Рассматривается опыт применения электроразведочных исследований при поисках и оценке перспективности месторождений грунтовых строительных материалов. На различных этапах исследований использованы известные корреляционные зависимости и данные лабораторных измерений с определением удельного электрического сопротивления образцов грунтов.

Выполненные исследования позволили провести подсчет объемов грунтов с различным содержанием глины и выделить перспективные участки, отложения которых могут быть использованы в качестве строительных материалов.

Ключевые слова: месторождения грунтовых строительных материалов, оценка перспективности, электроразведка, удельное электрическое сопротивление, петрофизический подход, картирование, подсчет запасов.

Развитие минерально-сырьевой базы России неразрывно связано с освоением новых и расширением существующих месторождений полезных ископаемых. Увеличение объемов и темпов добычи минеральных ресурсов требует развитой инфраструктуры. Основой рационального и эффективного использования богатств недр и научного планирования геологоразведочных работ является оценка ресурсов минеральных строительных материалов [2].

Ведущее положение в топливно-энергетическом комплексе страны занимают регионы Западной Сибири, где добывается более 70 % нефти, 90 % газа, 50 % торфа и 30 % каменного угля. Однако большая часть территории региона покрыта труднопроходимыми лесами и болотами, мощность торфа в которых зачастую достигает 2 м и более. Поэтому крупные месторождения строительных материалов развиты на юге Западной Сибири (Алтайский край, Кемеровская область) или приурочены к аллювиальным отложениям крупных рек, таких как Обь и Иртыш. Для эффективной реализации промышленного потенциала региона необходимо учитывать совокупность экономико-географических, горно-геологических, технических и других факторов производства [5].

Основную информацию о местонахождении и перспективах нерудных полезных ископаемых (в том числе и строительных материалах) дают картировочно-поисковые съемки с привлечением геофизических методов. При детальной разведке нерудных полезных ископаемых геофизические методы повышают эффективность геологических работ и позволяют уменьшить объем бурения [4]. Одним из ведущих направлений в поисково-разведочной геофизике является группа методов электрометрии. Получаемая с их помощью информация может быть использована для проектирования инфраструктуры разрабатываемого месторождения [6].

В статье рассмотрен опыт применения методов электрометрии при поиске и оценке перспективности месторождений грунтовых строительных материалов в одном из регионов Западной Сибири. Целью исследований являлось повышение оперативности геологоразве-

дочных работ. В задачи входило картирование территории, постановка геологических работ и подсчет запасов.

Объекты исследований расположены в Тюменской области – южная часть Западно-Сибирской равнины, правый берег р.Иртыш, на возвышенности Тобольский материк – и представляет собой заболоченную таежную местность. В границах участка находятся следующие нефтяные месторождения: Протозановское, Тальцийское, Северо-Тамаргинское, Косухинское, Северо-Тяжминское, им.Малыка, Западно-Эпасское. Исследования необходимо выполнить в зонах радиусом 5, 10, 15, 20 км от центра месторождений.

По своей структуре исследования можно разделить на два этапа согласно задачам: поисковый и оценочный. На поисковом этапе по геофизическим исследованиям дан прогноз перспективных участков. Оценочный этап включал бурение скважин на выделенных участках, лабораторные исследования, уточнение геоэлектрической модели и собственно оценку перспективности встреченных грунтов в качестве строительных материалов.

Электроразведочные наблюдения проводились методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). Выбор классического метода обусловлен высокой мобильностью, низкими трудозатратами и оптимальным соотношением между требуемой детальностью и стоимостью работ. В общей сложности отработано более 1500 физических точек с шагом съемочной сети, соответствующим масштабам 1:10 000 – 1:20 000, площадь исследованной территории равна 90 км². Глубина исследования составила 15 м.

На этапе обработки и интерпретации была получена геоэлектрическая модель среды без учета априорной информации, отражающая особенности строения и изменения электрических свойств грунтов, залегающих до глубины 15 м. Верхняя часть разреза до глубины 1-2 м характеризуется повышенными значениями удельного электрического сопротивления (УЭС) 50-650 Ом·м, что соответствует отложениям почвенно-растительного слоя и торфа. Подстилающие грунты обладают сопротивлением 10-30 Ом·м, что позволяет предполагать глинистый состав отложений. В интервале глубин 2-5 м, а также с глубины 10 м отмечаются области незначительного повышения сопротивления до 70-130 Ом·м, что связано с увеличением содержания песчаного материала, включениями гравия в исследуемом массиве пород.

Проведенные электроразведочные работы позволили выполнить пересчет удельного электрического сопротивления грунтов в содержание глинистого материала в процентах посредством использования палетки Рыжова [3] с учетом температуры при минерализации воды 0,15 г/л. Прогноз выполнен согласно принятой классификации грунтов в зависимости от процентного содержания глин. Таким образом, проведено картирование исследуемой территории, в ходе которого определены участки, перспективные на различные грунтовые строительные материалы. В общей сложности выделено более 80 перспективных участков для семи нефтяных месторождений.

Для постановки буровых работ на перспективных участках были построены карты прогнозного содержания глинистого материала в интервалах глубин 2-5, 5-10 и 10-15 м. Области наибольшего изменения свойств грунтов были рекомендованы для проходки геологических выработок. По итогам бурения получены данные о составе пород района исследований. В верхней части разреза до глубины 1-2 м залегают отложения почвенно-растительного слоя и торфа, подстилающая толща имеет глинистый состав: глины, суглинки и, редко, супеси различной консистенции с примесью органических веществ. Результаты первичной количественной интерпретации ВЭЗ хорошо согласуются с геологическим строением района работ.

Информация, полученная по результатам бурения, позволила уточнить геоэлектрическую модель среды. С помощью параметрических зондирований выполнена привязка геоэлектрических горизонтов к выделенным инженерно-геологическим элементам, более точно определено удельное сопротивление отложений.

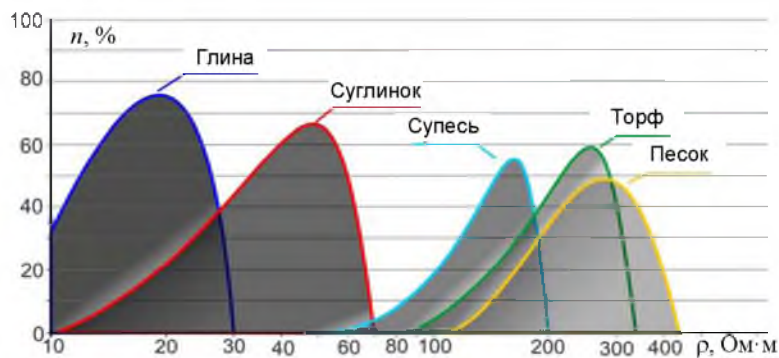


Рис.1. Распределения удельных электрических сопротивлений дисперсных грунтов Протозановского месторождения

Для уточнения зависимости удельного сопротивления грунтов от содержания глинистого материала проведены лабораторные измерения УЭС образцов горных пород. Существующая методика измерения УЭС образцов, описанная в нормативных документах, является трудоемкой. Для проведения наблюдений необходима подготовка образцов, что увеличивает затраты времени. В связи с этим ла-

бораторные измерения удельного сопротивления образцов выполнены по развиваемой авторами методике с применением микроустановки Шлюмберже. Используемая методика позволяет оперативно выполнять замеры УЭС на образцах практически любых размеров без нарушения их герметизации и сплошности, т.е. использовать рядовые пробы. Для получения истинного сопротивления вводятся поправки за влияние размеров образцов, полученные в результате моделирования.

В результате построены диаграммы распределения УЭС дисперсных грунтов для каждого месторождения. Распределения изменения удельного сопротивления для каждой группы дисперсных грунтов семи нефтяных месторождений показаны на примере Протозановского месторождения (рис.1).

Из рис.1 видно, что для большинства глин характерны сопротивления 18-19 Ом·м, суглинков – 45-50 Ом·м, супесей – 150-160 Ом·м, песков – 220-320 Ом·м. Таким образом, исследуемые грунты обладают более высокими сопротивлениями относительно зависимости А.А.Рыжова. Завышение УЭС грунтов происходит, вероятно, за счет примеси органических веществ, что необходимо учитывать при оценке перспективности.

С учетом полученной зависимости были построены окончательные интервальные карты содержания глинистого материала в процентах для всех перспективных участков. Кроме того, была определена балльность, используемая для инженерно-геологического районирования [1]. На рис.2 представлен пример для перспективного участка.

Выявлено, что для большей части исследуемой территории характерно содержание глинистого материала от 15 до 35 %, что по гранулометрической классификации грунтов соответствует глинам и суглинкам. Супеси (содержание глинистого материала от 5 до 15 %) распространены локально с глубины около 5 м, пески – породы с содержанием глины менее 5 % – имеют очень малый объем (около 2,5 %) и залегают на глубине более 10 м.

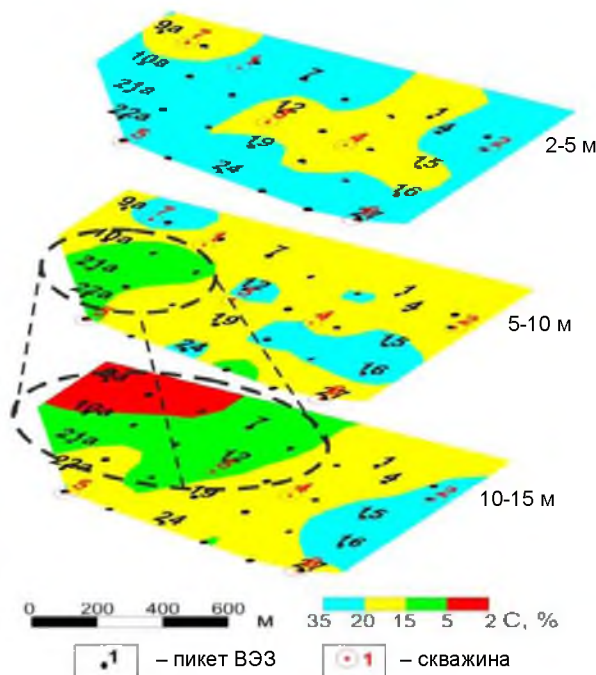


Рис.2. Карты содержания глинистого материала в интервале глубин 2-5, 5-10, 10-15 м для первого перспективного участка Протозановского месторождения

**Объемы грунтов с различным содержанием глин (на примере первого перспективного участка
Протозановского месторождения), тыс.м³**

Геоэлектрический горизонт; глубина залегания, м	Содержание глин, %			
	35-20	20-15	15-5	5-2
Слой 1; 0-0,9	Объем торфа $V = 2400$ тыс.м ³			
Слой 2; 0,9-2,4				
Слой 3; 2,4-5				
Слой 4; 5-10				
Слой 5; 10-15				
Итого	3934	6193	2261	380

Примечание. Площадь участка 1 км², исследованный объем пород 15 млн м³.

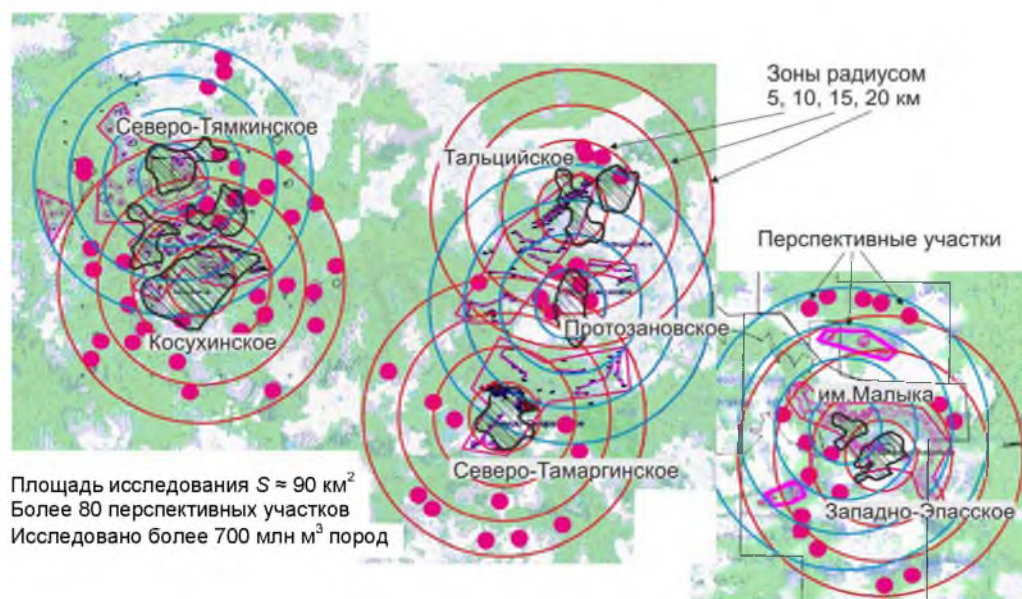


Рис.3. Схема расположения перспективных участков вокруг нефтяных месторождений

Данные анализа карт использованы для подсчета объемов грунтов с различным содержанием глины на каждом перспективном участке, а также определен объем торфяных залежей (см. таблицу).

Подобный цикл работ выполнен на каждом перспективном участке в зонах поиска радиусом 20 км вокруг семи нефтяных месторождений (рис.3). Полученная информация использована для определения перспективности встреченных грунтов в качестве различных строительных материалов.

Выводы. Сформулируем основные результаты исследований:

1. Геофизические исследования, выполняемые на поисковом этапе, могут успешно применяться для определения местоположения залежей грунтовых строительных материалов. Такой подход эффективен и позволяет учесть горнотехнические и экономические факторы при планировании рационального недропользования.

2. Применение петрофизического подхода позволяет получить информацию о характеристиках грунтов всего исследуемого объема пород, что повышает эффективность инженерно-геологических изысканий на стадии до и после геологоразведочных работ.

3. По итогам исследований проведена оценка перспективности более 80 участков для использования грунтов в качестве различных строительных материалов в зонах радиусом 20 км вокруг следующих нефтяных месторождений: Протозановского, Тальцийского, Северо-Тамаргинского, Косухинского, Северо-Тягинского, им.Малыка, Западно-Эпасского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика инженерно-геологического районирования на основе балльной оценки классификационного признака / В.В.Середин, М.В.Пушкарёва, Л.О.Лейбович, Н.С.Бахарева // Инженерная геология. 2011. № 3. С.20-25.
2. Потлов Г.Г. Методические особенности оценки ресурсов нерудных стройматериалов в районах железнодорожного строительства Сибири и Дальнего Востока // Нерудные ископаемые Западной Сибири. 1971. № 32. С.191-193.
3. Рыжов А.А. Расчет удельной электропроводности песчано-глинистых пород и использование функциональных зависимостей при решении гидрогеологических задач / А.А.Рыжов, А.Д.Судоплатов // Научно-техн. достижения и передовой опыт в области геологии и разведки недр / ВИЭМС. М., 1990. С.27-41.
4. Хмелевской В.К. Краткий курс разведочной геофизики, 2-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1979. 287 с.
5. Шаманский И.Л. Геолого-экономическая оценка ресурсов и месторождений минерального сырья, их задачи и связь с экономикой геологоразведочных работ / И.Л.Шаманский, С.П.Никоноров, Р.З.Фахрутдинов // Нерудные ископаемые. 1969. № 28. С.3-10.
6. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи / Л.О.Лейбович, В.В.Середин, М.В.Пушкарёва и др. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 12. С.13-16.

REFERENCES

1. Seredin V.V., Pushkareva M.V., Leibovich L.O., Bahareva N.S. Metodika inzhenerno-geologicheskogo raionirovaniya na osnove ball'noi otsenki klassifikatsionnogo priznaka (*A Technique of engineering-geological zoning based on point assessment of classification criterion*). Inzhenernaya geologiya. 2011. N 3, p.20-25.
2. Potlov G.G. Metodicheskie osobennosti otsenki resursov nerudnykh stroimaterialov v raionakh zheleznodorozhnogo stroitel'stva Sibiri i Dal'nego Vostoka (*Methodological features of resources evaluation of nonmetallic building materials in railway building in Siberia and Far East areas*). Nerudnye iskopaemye Zapadnoi Sibiri. 1971. N 32, p.191-193.
3. Ryzhov A.A., Sudoplatov A.D. Raschet udel'noi elektroprovodnosti peschano-glinistyykh porod i ispol'zovanie funktsional'nykh zavisimostey pri reshenii gidrogeologicheskikh zadach (*Conductivity calculation of sand-clays rocks and the use of functional dependences for solving hydrogeological problems*). Nauchno-tekhn. dostizheniya i peredovoi opyt v oblasti geologii i razvedki neдр. VIEMS. Moscow, 1990, p.27-41.
4. Khmelevskoi V.K. Kratkii kurs razvedochnoi geofiziki (*A Short course of exploration geophysics*). Second edition. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta. 1979, p.287.
5. Shamanskii I.L., Nikonorov S.P., Fahrutdinov R.Z. Geologo-ekonomicheskaya otsenka resursov i mestorozhdenii mineral'nogo syr'ya, ikh zadachi i svyaz' s ekonomikoi geologorazvedochnykh rabot (*Geo-economic evaluation of resources and mineral deposits, their tasks and relations with exploration economy*). Nerudnye iskopaemye. 1969. N 28, p.3-10.
6. Leibovich L.O., Seredin V.V., Pushkareva M.V., Chirkova A.A., Kopylov I.S. Ekologicheskaya otsenka territorii mestorozhdenii uglevodorodnogo syr'ya dlya opredeleniya vozmozhnosti razmeshcheniya ob'ektov nefteдобычи (*Ecological evaluation of hydrocarbons deposits for determining a location of oil-producing facilities*). Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse. 2012. N 12, p.13-16.

PROSPECTIVITY ASSESSMENT OF GROUND BUILDING MATERIALS DEPOSITS USING ELECTROLOGGING

A.A.FILIMONCHIKOV, Postgraduate student, af4990@mail.ru

Perm State National Research University, Russia

A.V.TATARKIN, PhD in Engineering Sciences, Head of Geophysical Research Department, VSTO08@mail.ru

M.I.GILEVA, Engineer-geophysicist, mariagileva@inbox.ru

«Nedra» Ltd, Perm, Russia

The article deals with an application of electrical exploration for prospecting and prospectivity assessment of ground building materials deposits. Certain correlations and laboratory measurements data on determination of electrical resistivity of ground samples were used at various stages of the research.

The research results allowed calculating the volume of ground with different clay content and choosing some promising areas, whose deposits can be used as building materials.

Key words: ground building materials deposits, prospectively assessment, electric exploration, electrical resistivity, petrophysical approach, mapping, reserves calculation.