

**УДК 622.1**

**ПОТЕНЦИАЛ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ И  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Тарасов А. Д.** *магистрант*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Новосибирский государственный технический  
университет*

*г. Новосибирск*

*E-mail: aleks.pilot2002@yandex.ru*

В публикации указаны задачи и возможности электроразведки в сфере экономики и обеспечения национальной безопасности. Раскрыта дифференциация электроразведки по условиям проведения, по целевому объекту, по методам. Описаны электромагнитные поля различной природы, используемые электроразведкой для исследований. Констатируется, что возможности обнаружения не только полезных ископаемых, но и скрытых подземных сооружений, предприятий, складов, баз противника с помощью электроразведки являются актуальными.

**Ключевые слова:** *электроразведка, геологоразведочный процесс, геофизика, полезные ископаемые, подземные сооружения, экономика, национальная безопасность*

**THE POTENTIAL OF ELECTRICAL EXPLORATION IN THE FIELD OF  
ECONOMICS AND NATIONAL SECURITY**

**Tarasov A.D.,** *magister*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Novosibirsk  
State Technical University*

*Novosibirsk*

*E-mail: aleks.pilot2002@yandex.ru*

Publication contains problems and possibilities of electrical intelligence in the field of economics and national security. Author has considered differentiation of the process: a) by the circumstances, b) by the target object and c) by the used method. Electric fields of different nature used to implement research have been described. It has stated, that possibilities of detection both minerals and hidden underground constructions, factories, warehouses using electrical intelligence are still urgent nowadays.

**Keywords:** *electrical exploration, geological exploration, geophysics, materials, underground constructions, economics, national security*

Наше отечество находится на сложном историческом отрезке своего развития, характеризуемом напряжённой военно-политической ситуацией. Несмотря на это, в государстве реализуются сложные социальные,

экономические программы, постоянное внимание уделяется укреплению национальной безопасности. Стране требуется много специалистов в различных сферах экономики, в военной и правоохранительной деятельности. Одним из универсальных «инструментов» востребованных в широком спектре решения национальных проектов является электроразведка.

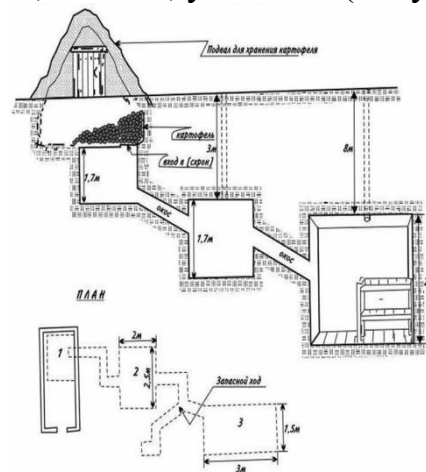
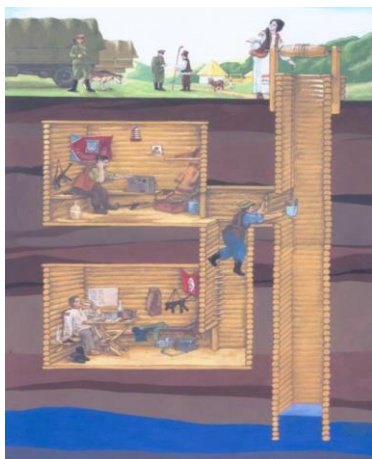
В современном геологоразведочном процессе геофизика в целом и электроразведка в частности занимают важное место, так как способствуют решению различных геологических задач и позволяют сократить затраты на бурение, которое является самой дорогой составляющей всего геологоразведочного процесса [1,10]. Электроразведка может решать задачи глубинных исследований, которые не доступны прямым геологическим методам, ведь представление о глубинном строении Земли практически полностью получено по результатам геофизических данных.

Электроразведка (Электрометрия) – совокупность методов изучения строения земной коры и поисков месторождений полезных ископаемых, основанных на изучении естественных или искусственных электромагнитных полей. Физическая сущность электроразведки заключается в изучении зависимости электромагнитного поля, естественного или искусственного от электрических (а иногда и от магнитных) свойств среды, на которую это поле действует. Одной из уникальных возможностей электроразведки является выявление скрытых полостей в коре земной поверхности[2,11]. Довольно часто, учитывая активную деятельность человека, такими полостями могут являться коммуникации, шахты, колодцы и др. сооружения. При этом некоторые из указанных сооружений могут иметь значение в военной сфере и сфере обеспечения безопасности. В контексте современного исторического момента возможности обнаружения скрытых подземных сооружений, предприятий, складов, баз противника с помощью электроразведки являются актуальными.

По условиям проведения электроразведку дифференцируют на наземную, морскую, скважинную, шахтную и аэроэлектроразведку [6,7].

По целевому объекту – рудную, структурную и инженерно-геологическую, экологическую электроразведку.

Возможными объектами электроразведки в военной сфере являются скрытые подземные сооружения, предприятия, склады, убежища (Рисунки 1-4)



Рисунки 1, 2 Подземная база бандформирования



Рисунок 3 Подземный завод по производству вооружения и военной техники

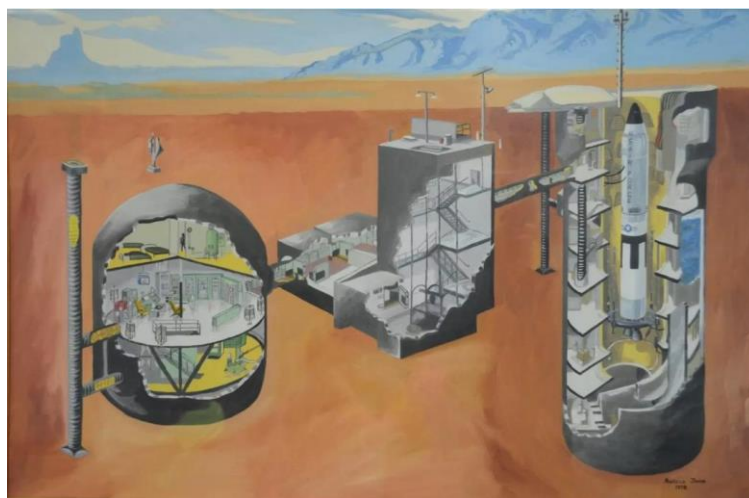


Рисунок 4 Подземный ракетный стартовый комплекс и пункт управления

Место электроразведочных работ в общем комплексе геологических исследований и их конкретные задачи определяются в каждом случае исходя из реальной геолого-географической обстановки, возможностей методов при решении поставленных задач в данных условиях, экономической целесообразности их применения с учетом стадии работ. Электроразведка в своём составе имеет большое количество методов и их модификаций, которые характеризуются: видом электромагнитного поля, типом возбуждения поля, его измеряемыми компонентами, методикой и техникой полевых работ, способами обработки и интерпретации полученных данных, решаемыми геологическими задачами [4]. Результатом электроразведочных работ должна быть геологическая информация, с целью её извлечения из геофизических данных проводят интерпретацию результатов полевых наблюдений. В геофизике в целом и в электроразведке в частности одним из основных является понятие нормального и аномального поля. В первом приближении под нормальным полем подразумевается первичное поле – поле источника в воздухе, а под аномальным – вторичное поле искомого объекта. Но на практике всё не так однозначно, потому что помимо нормального поля источника и аномального от объекта в суммарном поле присутствуют ещё аномальные поля от вмещающих, перекрывающих пород, а так же от различных помех. Поэтому в общем виде формула для суммарного поля будет иметь следующий вид (формула 1):

$$H_{\Sigma} = H_0^{\text{ист}} + H_{\text{вмещ.пор}}^a + H_{\text{перекр.пор}}^a + H_{\text{тело}}^a$$

Формула 1

Однако при решении конкретных задач поля вмещающих и перекрывающих пород могут и не представлять интереса для исследователя, тогда их включают в нормальное поле. То есть, какую составляющую поля считать аномальной, определяется только набором решаемых задач.

Электроразведка для исследований использует электромагнитные поля различной природы [3]. По происхождению их можно разделить на:

- *естественные*, магнитотеллурическое поле, возникающее в результате взаимодействия с Землей вихревых токов в ионосфере и грозových разрядов; электрохимические поля, возникающие вследствие электрохимических, фильтрационных и диффузионно-адсорбционных процессов на границе раздела различных сред;
- *искусственные*, поля, которые создаются при помощи заземленных линий, подключенных к источнику переменного или постоянного тока, не заземленных контуров, питаемых переменным током, а также антенн.

Выделяют несколько способов возбуждения электромагнитного поля:

1) гальванический – источником служит питающая линия заземлениями на её концах (рисунок 5);

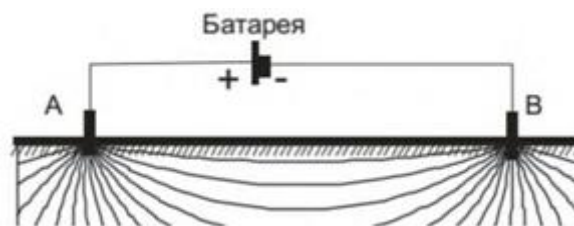


Рисунок 5

2) ёмкостной – источником служит длинная не заземленная линия, питаемая генератором переменного тока (рисунок 6)



Рисунок 6

3) индукционный, где источник поля – не заземленный контур переменного тока, создающий переменное электромагнитное поле (рисунок 7)



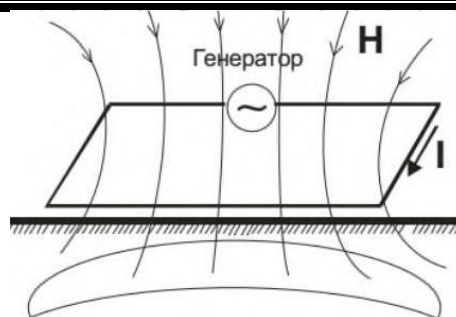


Рисунок 7

4) смешанный, где источник поля – длинная заземленная линия, питаемая генератором переменного тока, таких размеров, что доля индуктивного возбуждения сопоставима здесь с гальваническим (рисунок 8).

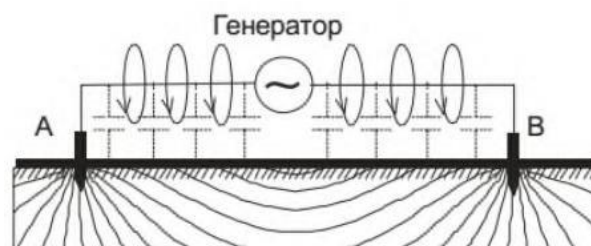


Рисунок 8

Рассмотрим задачи электроразведки, которые подразделяются на прямую и обратную. Прямая задача геофизики состоит в том, чтобы по известному объекту с заданными физическими свойствами найти поле, которое создает данный объект; обратная – по заданному полю найти параметры объекта. Решение прямой задачи однозначно, а решение обратной задачи, как правило, множественно и неустойчиво. Применительно к электроразведке *прямую задачу* можно сформулировать следующим образом: нахождение единственно возможного суммарного электромагнитного поля, складывающегося из первичного поля, известного источника и вторичного поля от геоэлектрического разреза [9]. *Обратная задача* – определение параметров геоэлектрического разреза (геоэлектрической модели) по измеренному электромагнитному полю. Решение задач электроразведки ведется в рамках выбранной модели. Модель – это совокупность принятых при решении прямой или обратной задачи упрощений и допущений. В зависимости от типа модели, выделяются одномерные (1D, 1M), двумерные и трехмерные задачи, а иногда 2,5D и четырехмерные модели, которые кроме трех геометрических характеристик пространства учитывают время (4D или 3Dt). Для одномерной модели (1D) считается, что на поле влияют только породы в данной точке, причем их свойства изменяются только по вертикали [8]. Типичный пример 1D модели – горизонтально слоистый разрез. Для двумерных моделей учитывается влияние не только по вертикали, но и по горизонтали в одном

направлении, а в трехмерных моделях учитывают влияние пород в пространстве (рисунок 9).

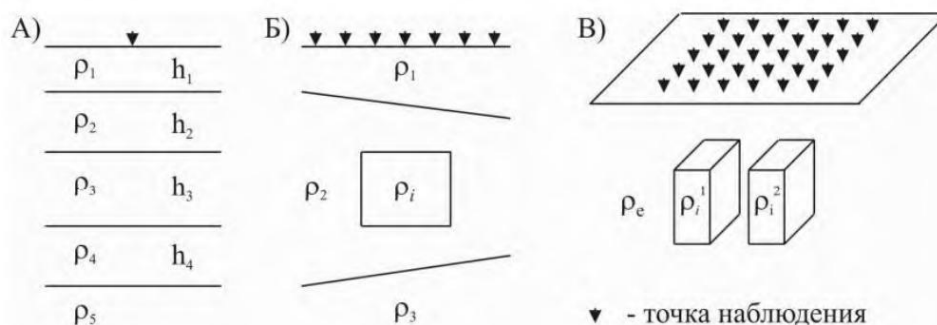


Рисунок 9 Примеры геоэлектрических моделей и соответствующих систем наблюдения: А) одномерная, Б) двумерная, В) трехмерная.

Для достижения достоверного результата в электроразведке применяется ряд следующих методов: вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ); ЭП — электропрофилирование (ЭП); электротомография (ЭТ); метод заряженного тела (МЗТ); метод естественного поля (ЕП); магнитотеллурическое зондирование (МТЗ); магнитотеллурическое профилирование (МТП); НЧИМ – низкочастотные индуктивные методы (НЧИМ); метод переходных процессов (МПП); зондирование становлением (ЗС); частотное зондирование (ЧЗ); дистанционные электромагнитные зондирования (ДЭМЗ); метод радиокомпарации и пеленгации (РадиоКиП); радиоволновое зондирование (РВЗ); радиоволновое профилирование (РВП) [5]. (рисунок 10).

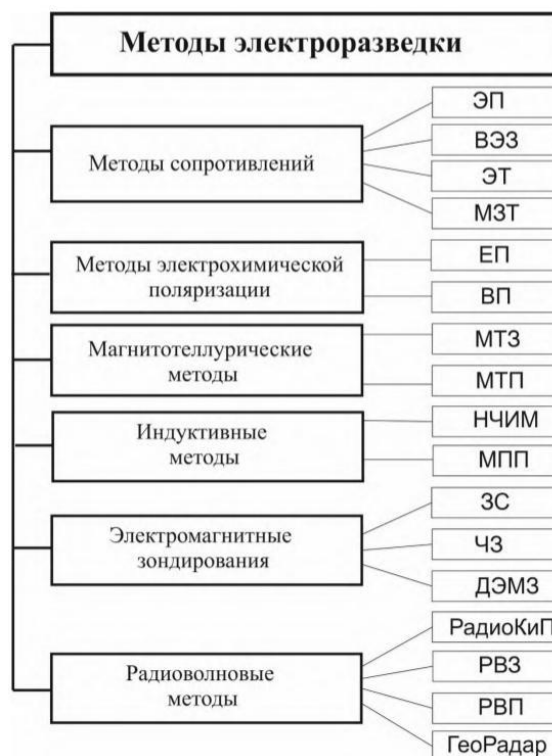


Рисунок 10 Методы электроразведки

Таким образом, применение электроразведки в экономике и в сфере обеспечения безопасности России открывает новые возможности не только в развитии геолого-разведки; добывающей промышленности; расширении возможностей геологических, проектных и изыскательских работ но и позволяет обеспечивать и укреплять безопасность Российского государства

### **Библиографический список**

1. Бобровников Л.З. Электроника. - Спб.: Питер, 2004.
2. Доброхотова И.А. Практикум по интерпретации результатов полевых наблюдений в методах электроразведки. - М., 1985.
3. Доброхотова И.А., Ренард И.В.. Электроразведка. Программа, методические указания и контрольное задание для студентов-заочников специальности 08.02. - М., 1994.
4. Ерофеев Л.Я., Вахромеев Г.С., Зинченко В.С., Номоконова Г.Г. Физика горных пород. – Томск: ТПУ, 2006.
5. Инструкция по электроразведке. - Л.: Недра, 1984.
6. Кисалёв Д.С., Кондратьев Н.В., Кошкина Ю.И., Вагин Д.В., Персова М.Г., Соловейчик Ю.Г. О параметризации геоэлектрической модели в задачах аэроэлектроразведки в средах с рельефом и слоями переменной толщины. Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. 2018. №4 (41). С. 77-92
7. Персова М.Г., Соловейчик Ю.Г., Вагин Д.В., Киселёв Д.С., Кондратьев Н.В., Кошкина Ю.И., Трубачёва О.С. Применение неконформных сеток с шестигранными ячейками для 3D - моделирования технологий аэроэлектроразведки. Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. 2018. №1 (38). С. 64-79
8. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика /под ред. Н.Д. Дортман. - М.: Недра, 1976 .
9. Хмелевской В.К.. Основной курс электроразведки. Часть 1. Электроразведка постоянным током. - М.: МГУ, 1970.
10. Якубовский Ю.В., Ляхов Л.Л.. Электроразведка. - 5-е изд., перераб. И доп. - М.: Недра, 1988.
11. Якубовский Ю.В., Ренард И.В. Электроразведка. - М.: Недра, 1991.