Министерство образования и науки Российской федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра прикладной геологии геофизики и геоинформационных систем

Поиски уран-молибденового оруденения с помощью импульсной электроразведки

Белов В.А., ИРНИТУ,

Научный руководитель
Давыденко Ю.А., ИРНИТУ,
Доцент, к.т.н.

Баяр 2018

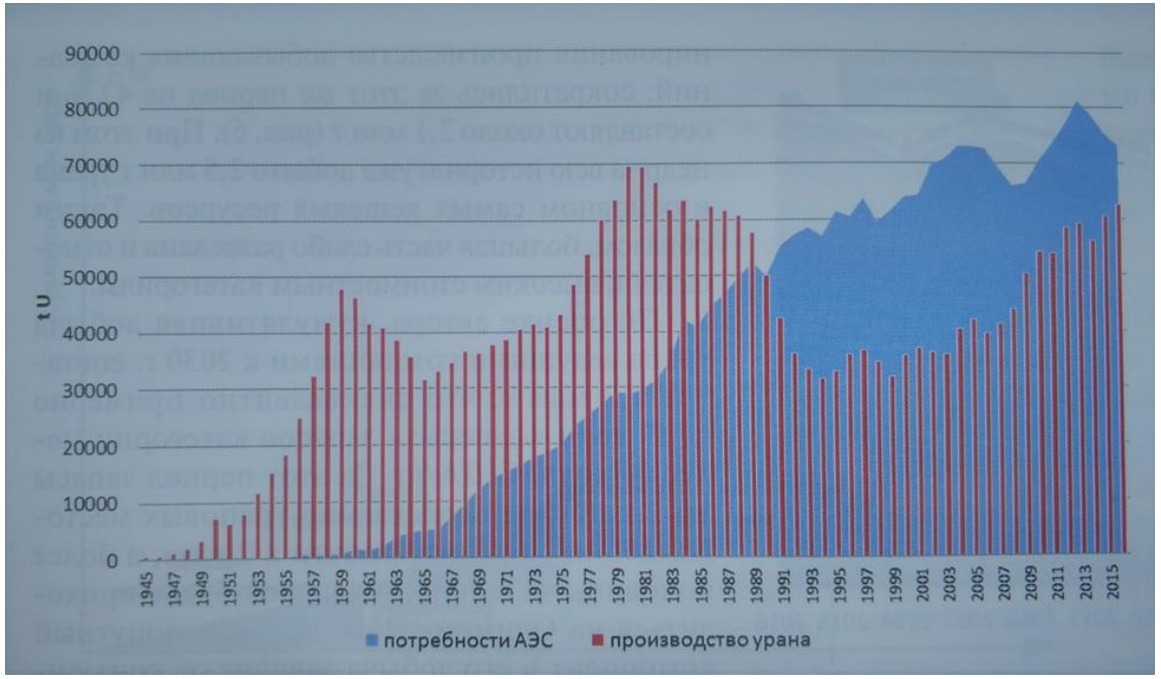
Цели и задачи

- Оценить чувствительность технологии ЭМЗ-ВП к аномалиям от урановорудных залежей Стрельцовского рудного поля, с помощью решения обратной задачи в трехмерной модели. Сравнить результаты съемок, методами: МПП, ВЭЗ и ЭМЗ-ВП.
- На основании полученных результатов необходимо сформировать поисковый признак, основанный на регистрации аномалий вызванной поляризации.

Актуальность

- В 2016 году объем мирового рынка урана оценивался в 71-74 тыс. тонн – с учетом реакторных потребностей АЭС и формирования запасов, не предназначенных для текущего потребления. При этом добыча природного урана в мире в 2016 году составила около 62 тыс. тонн. Остальной объем предложения был обеспечен за счет урана, добытого и переработанного ранее (вторичные источники). Стоит отметить что к 2030 году общемировые потребности в уране могут достигнуть 85-90 тыс. тонн.

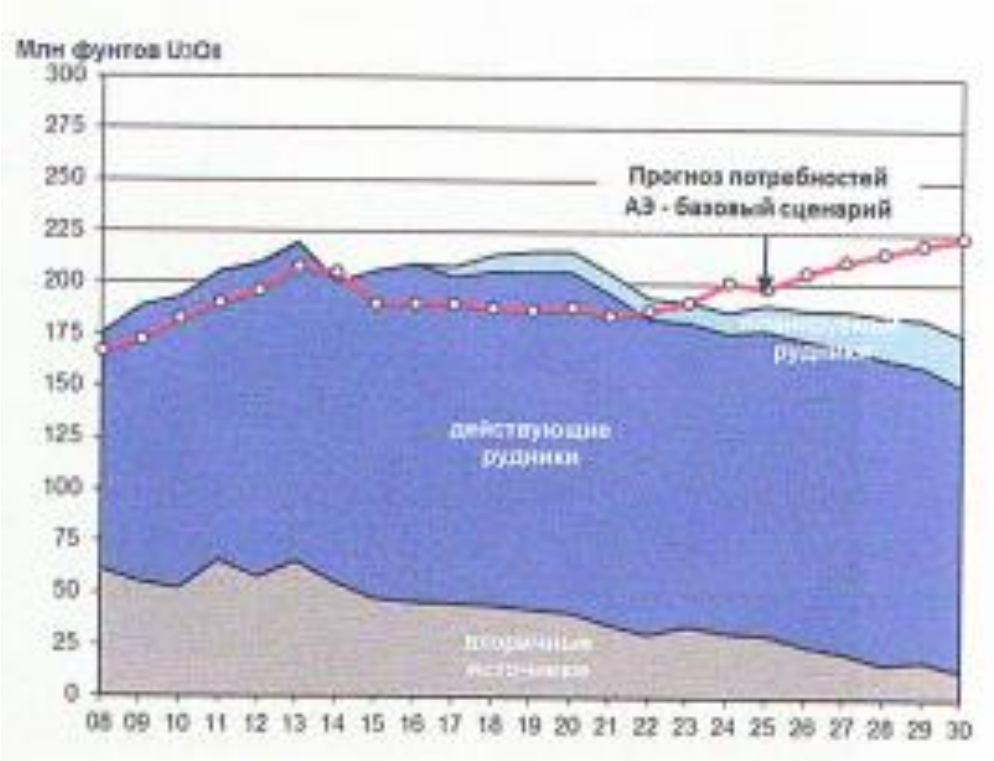
- Для покрытия и замещения недостающих объемов добычи на действующих месторождениях потребуется запуск перспективных проектов с высокой себестоимостью и открытие новых площадей. Возникает обоснованная потребность в геологоразведке для уточнения запасов и условий залегания руды на известных площадях, и при поисках новых месторождений.



Экономическая составляющая

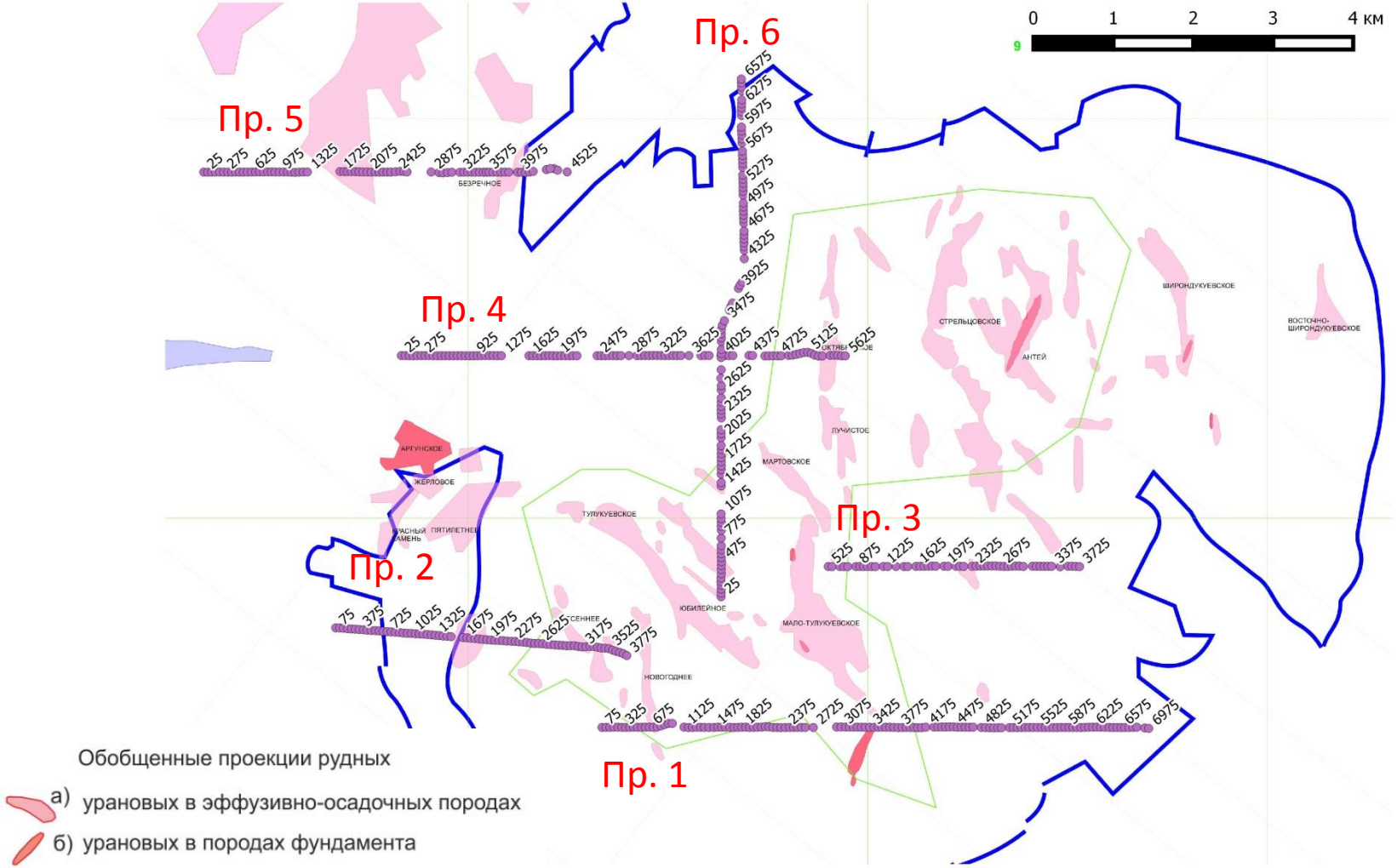
Согласно оценкам на действующих рудниках добыча урана сократится как минимум на 20%, а вторичные источники урана сократятся втрое. Согласно аналитическому обзору Всемирной ядерной ассоциации с 2024 г. спрос на уран начнет превышать предложение

В 2007 году произошел резкий скачек цен на уран, это оживило рынок урановой промышленности. Однако в дальнейшем цена снова упала, а в 2011 г. произошла авария Фукусимы. С тех пор цена на уран упала до 20 долл. США за фунт

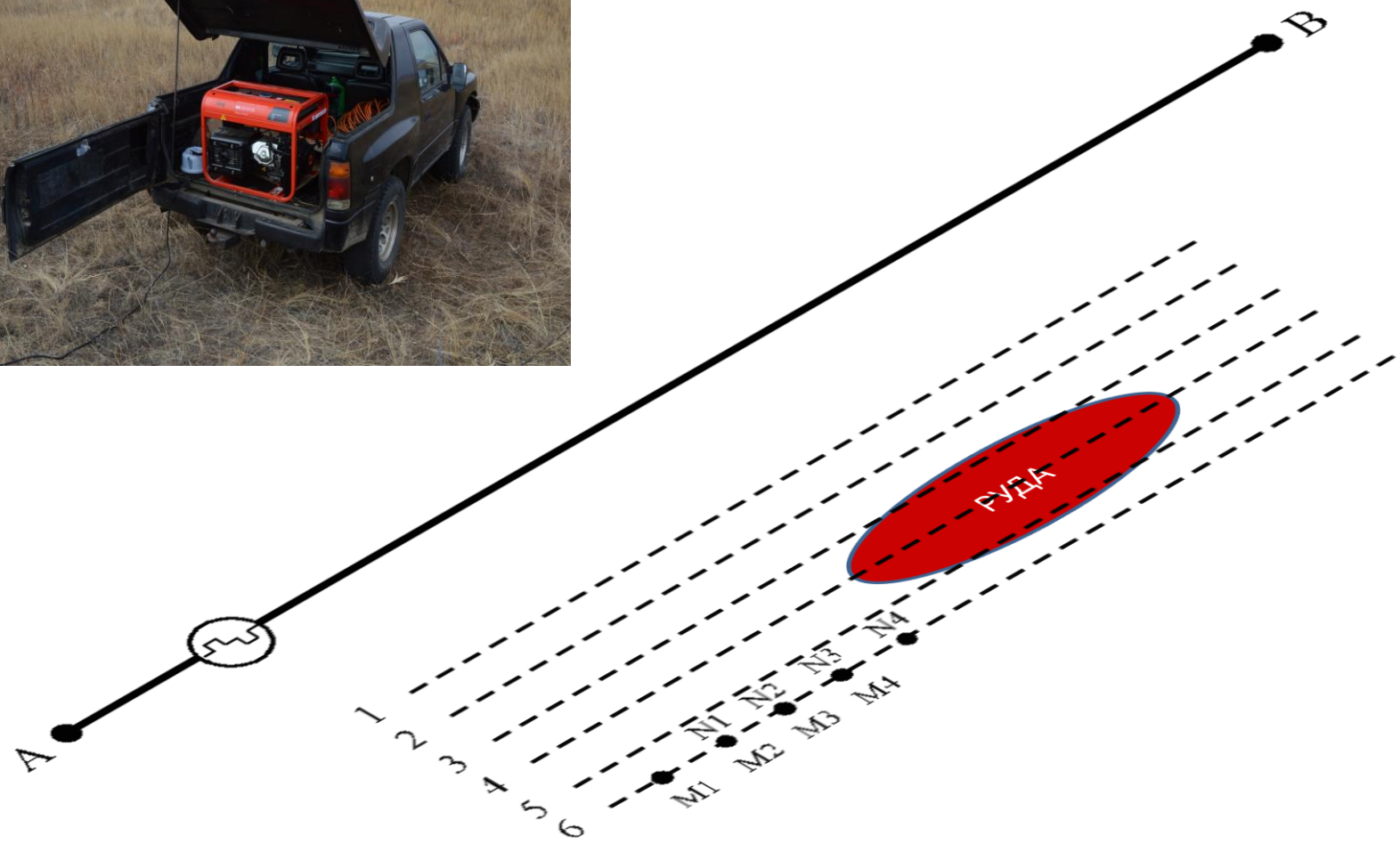


Прогноз спроса и предложения на уран до 2030 г.

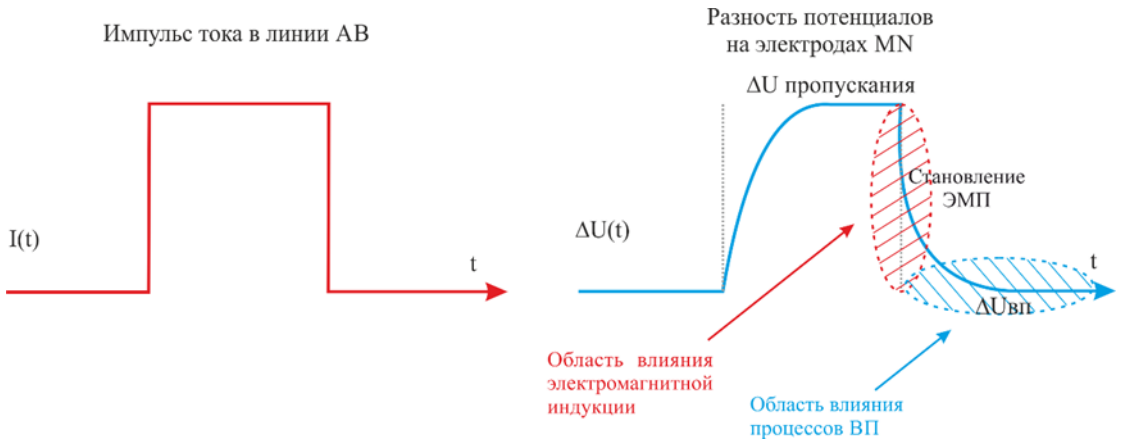
Расположение профилей на участке



ЭМЗВП
Методика и аппаратура



Основная идея технологии ЭМЗ-ВП



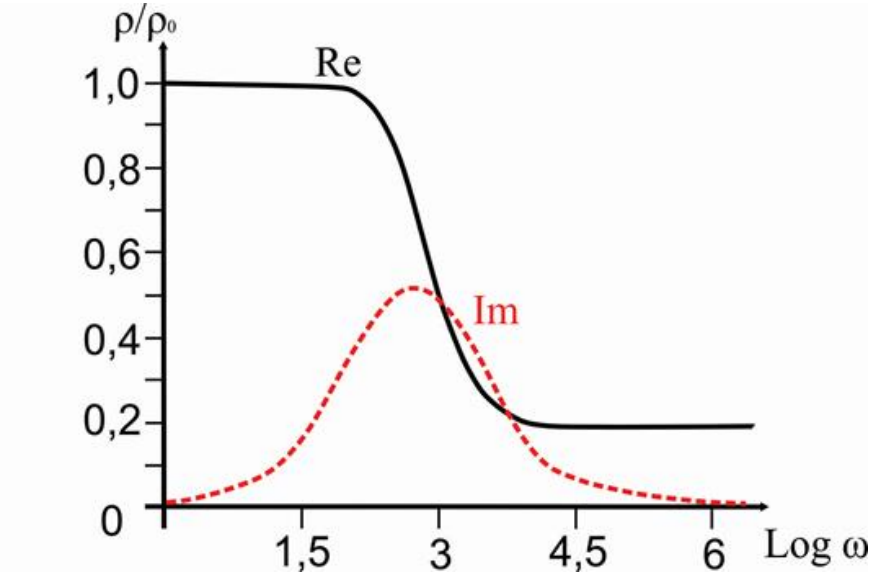
Идея ЭМЗ-ВП заключается в максимально полном использовании информации от переходных процессов, возбуждаемых прямоугольными разнополярными импульсами, которые применяются в традиционных методах постоянного тока.

Вместо того, чтобы подавлять индукционный эффект, являющийся помехой для традиционных методов ВП, применение в ЭМЗ-ВП современной системы регистрации и обработки позволяет записать их с минимальными искажениями.

Формула Коул-Коул

$$\rho(\omega) = \rho_0 \left\{ 1 - \eta \left[1 - \frac{1}{1 + (i\omega\tau)^c} \right] \right\},$$

где i – “мнимая единица”,
ρ_0 - удельные электрическое сопротивление на постоянном токе, (Ом*м);
η- поляризуемость $0 \leq \eta \leq 1$,
τ- время релаксации (с);
c - показатель степени $0 \leq c \leq 1$.



Зависимость эффективного удельного сопротивления от частоты соответствующая формуле Коул-Коул

Формула Комарова

При расчете кривых зондирований в трехмерной модели используется формула Комарова.

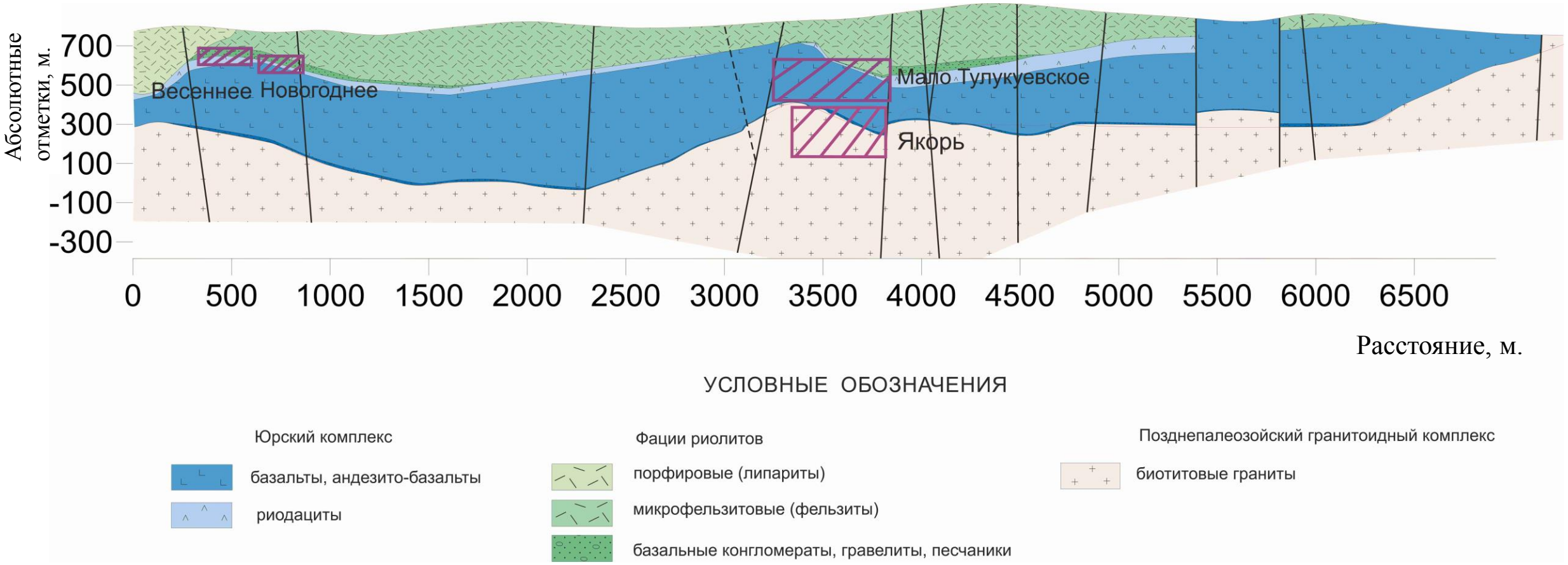
$$\beta(t) = 1 - \frac{1}{\ln(B^2)} \ln\left(\frac{1+\frac{B*t}{T_0}}{1+\frac{t}{B*T_0}}\right)$$

Параметры

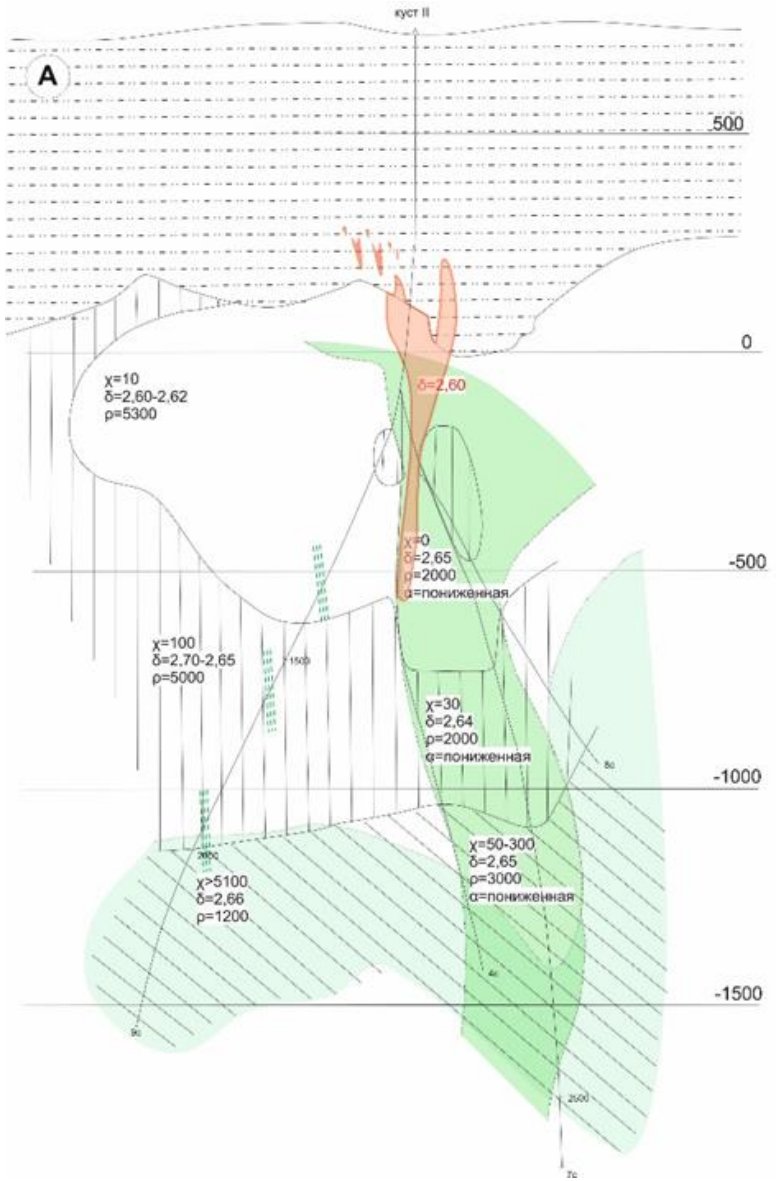
Mars1D (1D)	ITEM-IP (3D)
Сопротивление ρ	Сопротивление ρ
Поляризуемость η	Поляризуемость α
Время релаксации τ	Постоянная времени T0
Показатель степени c	Коэффициент спада β

Переход от времени релаксации к постоянной времени: $T_0 = \tau / \sqrt{\pi}$

Геологический разрез по профилю 1



Физико-геологическая модель на примере месторождения Антей

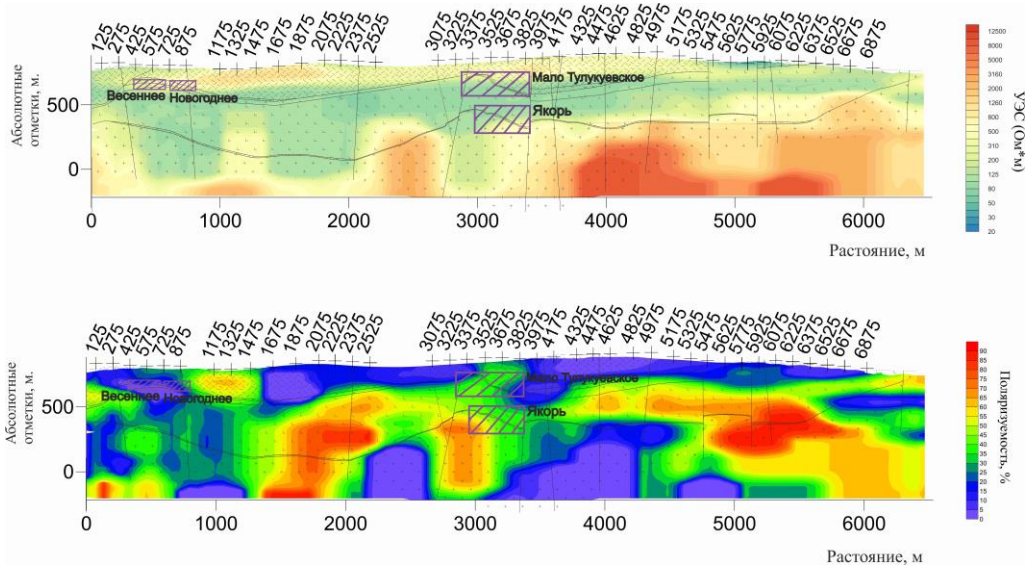


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

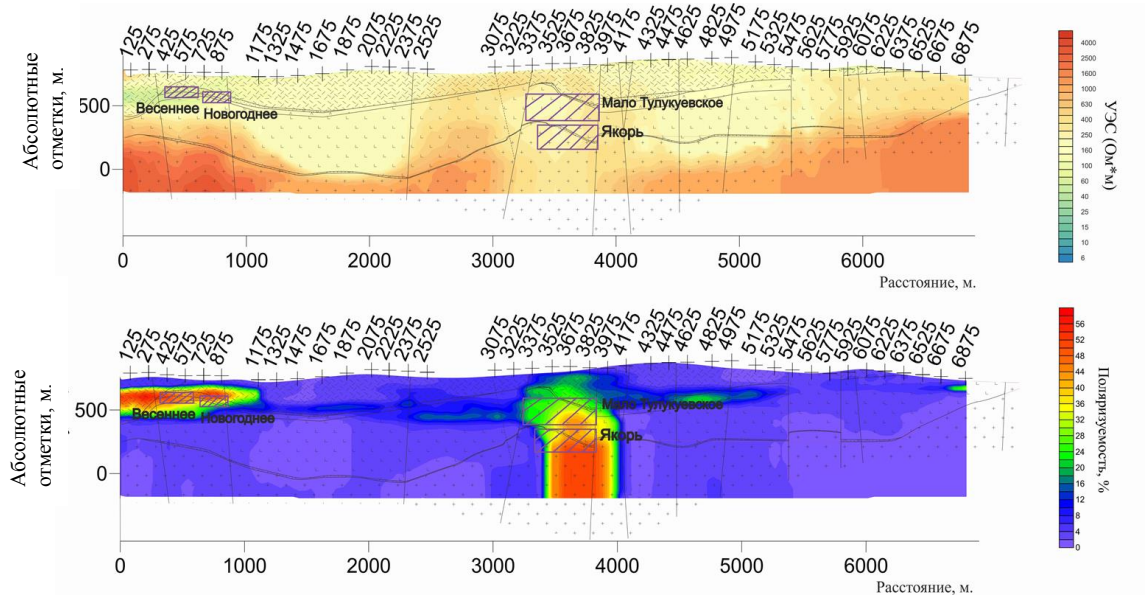
- Осадочно-вулканогенные образования
- Гранитизированные, грейзенизированные гнейсы, сланцы
- Лейкократовые граниты
- Гнейсоватовые, меланократовые граниты и гранитогнейсы
- Гранодиориты, плагиограниты (слабо гранитизированные породы субстрата)
- Тектонически ослабленная (проницаемая) зона по петрофизическим данным
- Отдельные четко выраженные швы (по петрофизическим данным)
- Принципиальное положение рудных залежей
- Положение ореолов свинца, цинка и серебра (специализация толщи)
- ρ=1200 — граница более проводящего «слоя», тяготеющая к разделу блоков II и III
- χ= δ= ρ= α= — петрофизические параметры: магнитная восприимчивость, п*10-6 йод СГС; плотность, г/см3; электрическое сопротивление, ом.м; теплопроводность (относительная)

Сравнение результатов инверсии МПП и ЭМЗ-ВП по первому профилю

МПП

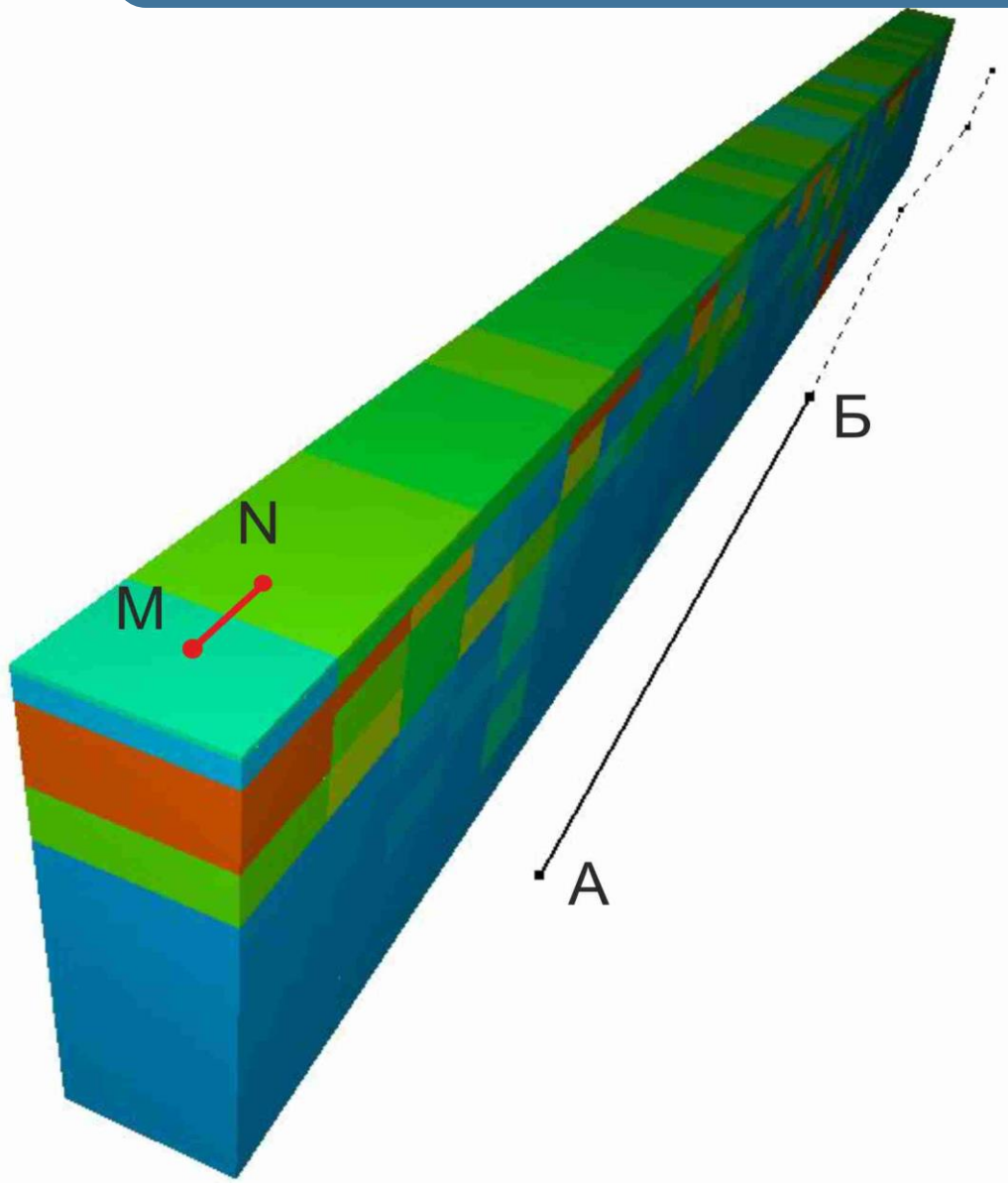


ЭМЗВП

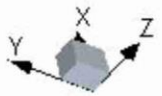


Мы не можем сказать с уверенностью чем обусловлены аномалии поляризуемости, однако предполагаем что это может быть связано с тем, что урановая минерализация на месторождении Стрельцовское находится в ассоциации с молибденитом, пиритом, магнетитом и другими хорошо поляризующимися минералами.

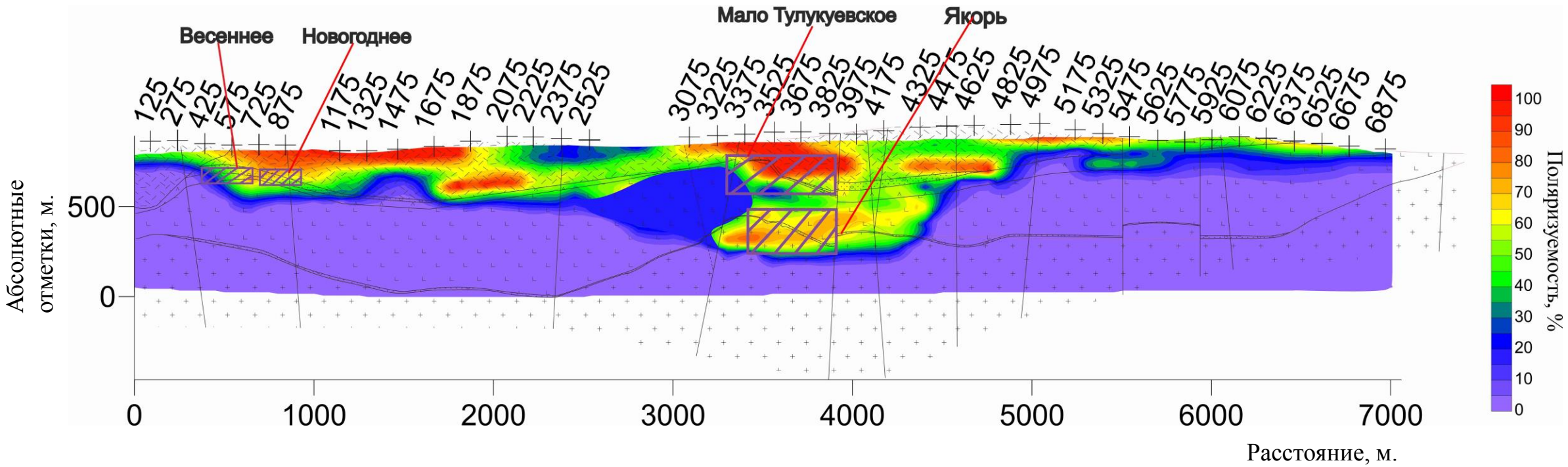
Трехмерная модель для инверсии данных ЭМЗ-ВП



MN – приемная линия
АБ – генераторная линия



Результат трехмерной инверсии по участку первого профиля



Заключение

- Данные ЭМЗ-ВП и МПП были обработаны в программных комплексах Mars1D и GelioSMI 64, в результате чего был выявлен решающий вклад поляризуемости в общую изменчивость геоэлектрических параметров.

- Впервые показано, что аномалии поляризуемости, выделенные в результате одномерного моделирования с учетом частотной дисперсией электропроводности, пространственно связаны с эталонными объектами – известными месторождениями.

- Трехмерная инверсия позволила подтвердить эффективность технологии импульсной электроразведки с заземленной линией. При сопоставлении результатов моделирования с данными бурения выяснилось, что ураново-рудные месторождения «Весеннее» и «Новогоднее» выделяются на глубине порядка 80-100 м., это соответствует реальному положению объектов.

Перспективы

- Комплексная интерпретация данных МПП, ВЭЗ и ЭМЗ-ВП
- Необходимо запросить данные каротажа по пробуренным на СРП скважинам для увязки полученных в результате инверсии аномалий ВП.
- С целью построения объемной поляризующейся модели среды и выделения перспективных на урановое оруденение зон, необходимо выполнить площадные измерения с генераторным диполем большего момента.
- Далее необходимо провести комплекс лабораторных исследований керна и измерений ЭМЗ-ВП, выполненных в условиях естественного залегания рудных тел, с целью обоснования связи полученных поляризационных характеристик с урановым оруденением.

Спасибо за внимание