

Final Statement - Solidified T1-T2 Inversion Framework for SR Mode

Финальное заявление - Устойчивая схема T1-T2 инверсии для режима Saturation Recovery (SR)

Overview

Общая информация

This document presents the final, validated version of a 2D T1-T2 inversion framework, specifically designed for Saturation Recovery (SR) acquisition mode in laboratory NMR applications. This framework has been constructed, tested, and optimized for core plug data, integrating sound physics, numerical stability, and clear interpretability.

Данный документ представляет собой финальную, верифицированную версию алгоритма двумерной T1-T2 инверсии, специально разработанного для режима насыщенного восстановления (Saturation Recovery, SR) в лабораторных NMR-измерениях. Алгоритм протестирован и оптимизирован для данных кернов, сочетая физическую достоверность, численную устойчивость и понятную визуализацию.

Purpose

Цель

To provide a reliable, reusable inversion algorithm for T1-T2 data acquired using:

- SR preparation (saturation recovery delay times)**
- CPMG echo trains (for T2 sampling)**
- Datasets acquired on core plugs under controlled lab conditions**

Предоставить надежный, повторно используемый алгоритм инверсии T1-T2 данных, полученных с использованием:

- Подготовки SR (времена восстановления после насыщения)
- Поезда CPMG (для дискретизации T2)
- Данных, полученных на керновых пробах в лабораторных условиях

Understanding SR vs IR Acquisition Modes

Отличие режимов SR и IR

Saturation Recovery (SR):

- The magnetization is first saturated (set to zero).**
- Recovery is measured as the system returns to equilibrium:**

$$M_z(t_1) = M_0(1 - \exp(-t_1/T_1))$$

- **Signal is always positive and rises monotonically.**
- **Simple, robust, and commonly used in logging tools and lab settings.**

Saturation Recovery (SR):

- Магнитизация сначала насыщается (устанавливается в ноль)
- Затем измеряется восстановление к равновесному состоянию:

$$M_z(t_1) = M_0(1 - \exp(-t_1/T_1))$$
- Сигнал всегда положительный и монотонно растет
- Простой, устойчивый метод, часто используется в геофизике и лабораториях

Inversion Recovery (IR):

- **The magnetization is inverted using a 180-degree pulse ($M_z = -M_0$).**
- **Recovery is measured as it returns through zero to $+M_0$:**

$$M_z(t_1) = M_0(1 - 2\exp(-t_1/T_1))$$
- **Signal can be negative and crosses zero.**
- **Higher sensitivity but more complex in practice.**

Inversion Recovery (IR):

- Магнитизация инвертируется 180-градусным импульсом ($M_z = -M_0$)
- Восстановление происходит с прохождением через ноль к $+M_0$:

$$M_z(t_1) = M_0(1 - 2\exp(-t_1/T_1))$$
- Сигнал может быть отрицательным и пересекает ноль
- Более чувствительный метод, но требует большей точности

This inversion code is specifically aligned with SR-mode, using the correct physics-based kernel.

Этот алгоритм инверсии соответствует SR-режиму, с использованием корректной физической модели ядра.