

Структурное районирование северо-восточного сектора Индийского океана по геофизическим данным



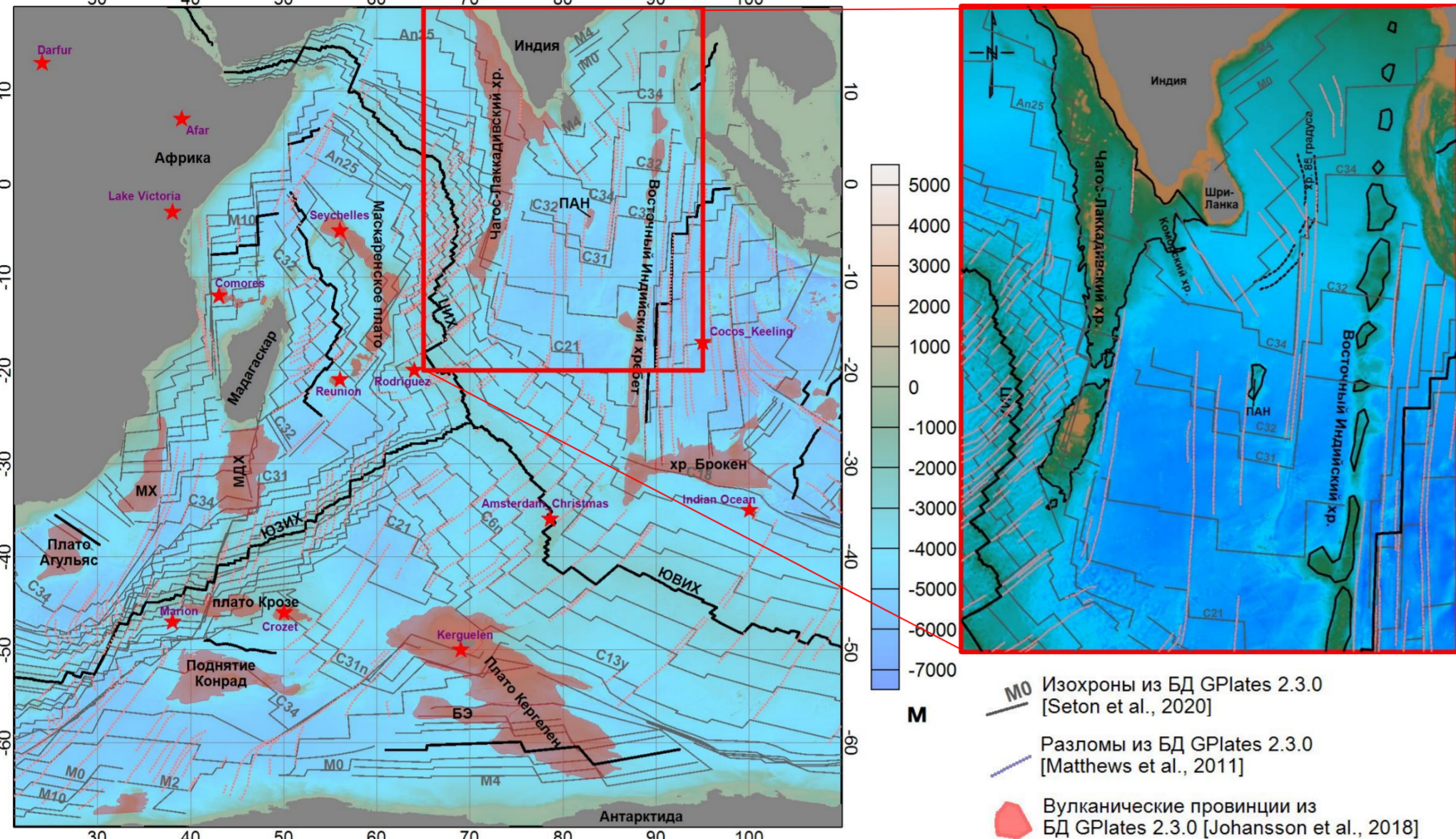
Шайхуллина А.А.¹, Коснырева М.В.¹, Дубинин Е.П.², Булычев А.А.¹

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Геологический факультет, г. Москва. E-mail: anzhela.shaikhullina@gmail.com

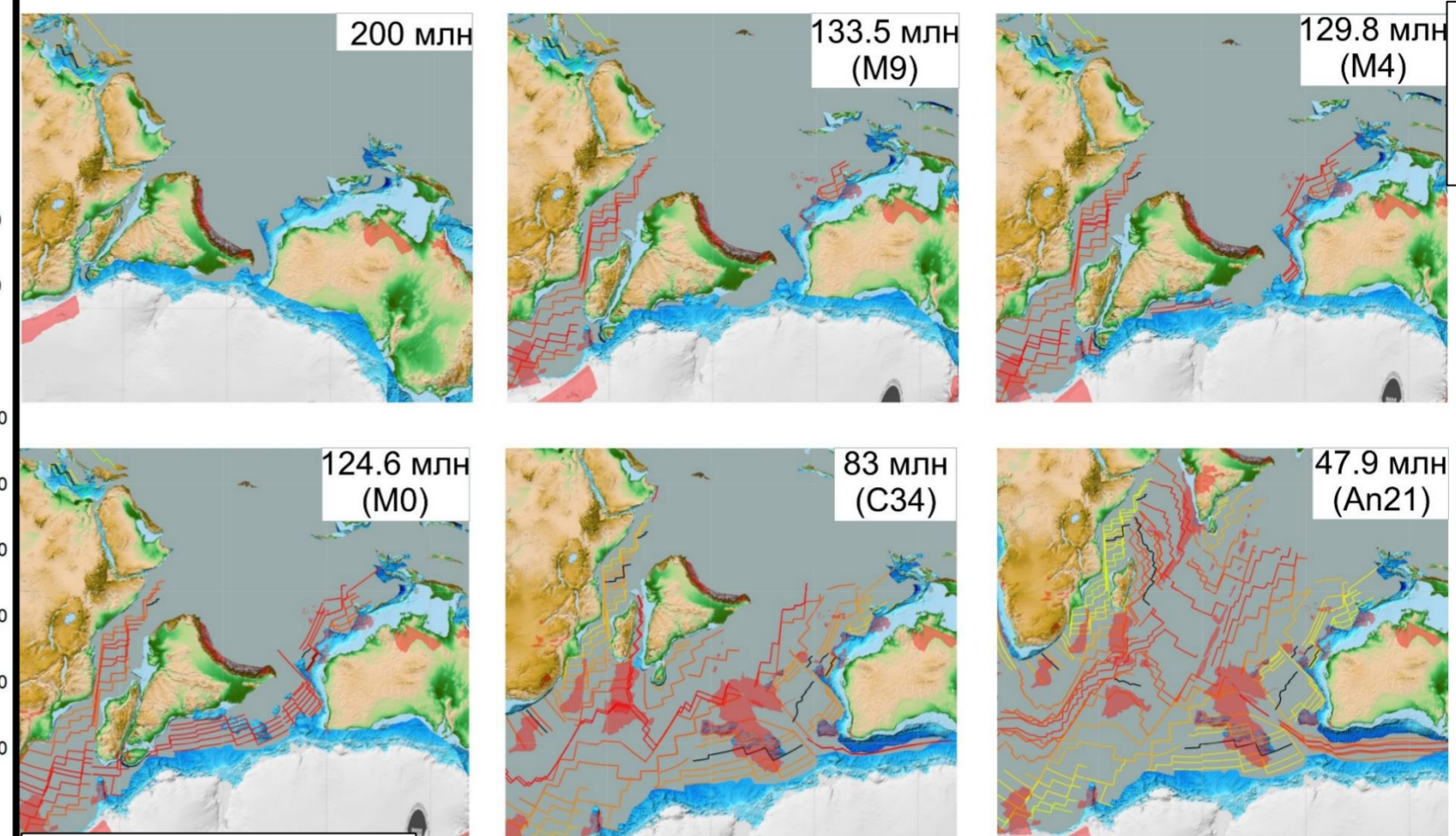
²МГУ им. М.В. Ломоносова, Музей землеведения, г. Москва



Северо-восточный сектор Индийского океана включает разнообразные по истории возникновения структуры.

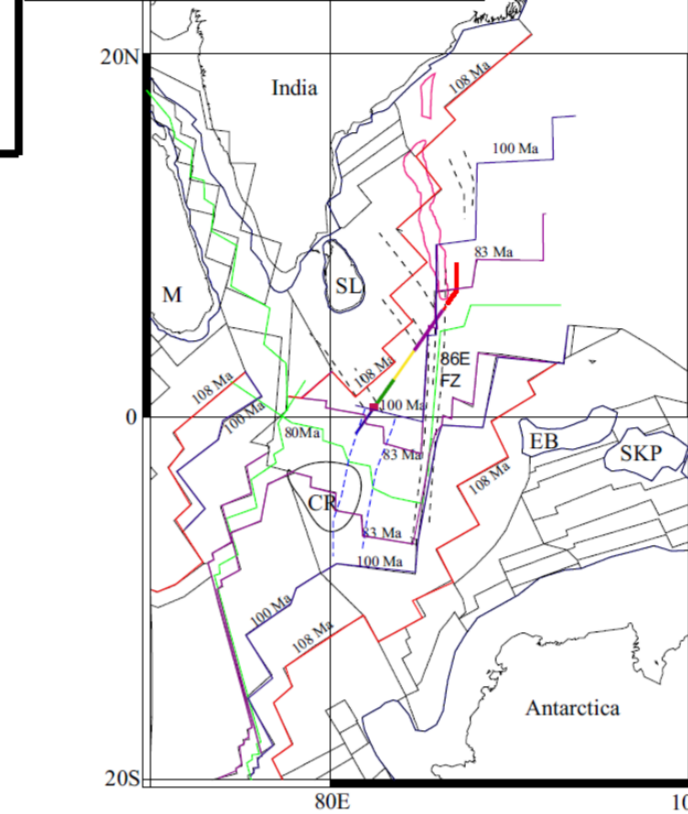


Модели реконструкции плит



Реконструкции в Gplates [Seton et al., 2020]

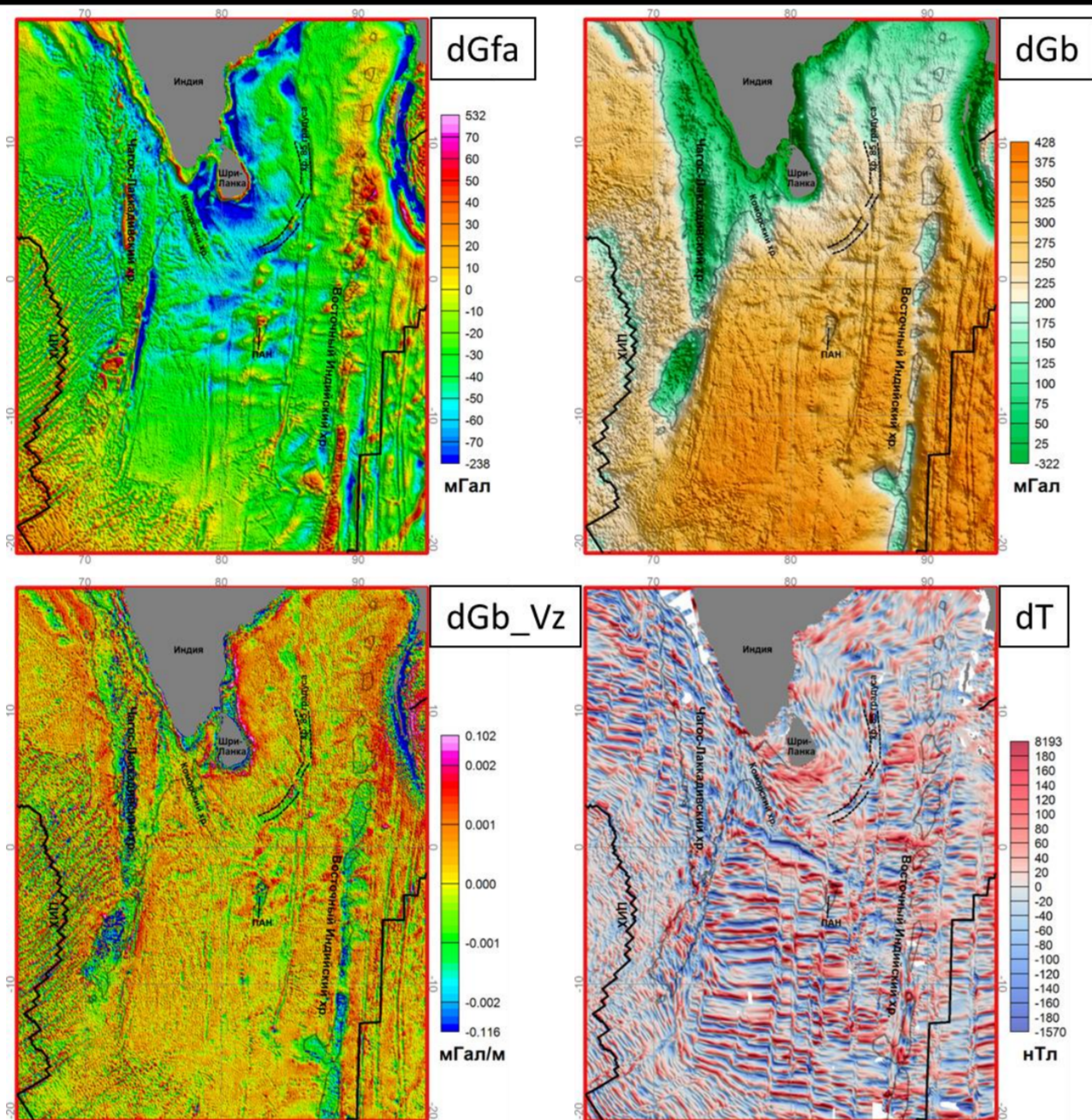
Модель по [Desa et al., 2021]



Модели реконструкции плит предполагают начало формирования сектора во время отделения Индии от Антарктиды в раннемеловое время (хрон M0–M9n ~ 133 млн лет назад). 108 млн лет назад образовалась разломная зона 86°E/плато Кергелен. Кроме этого, спрединг между Индией и Антарктидой изменил направление на меридиональное (~ 100 млн лет назад) с вращением Индийской плиты против часовой стрелки.

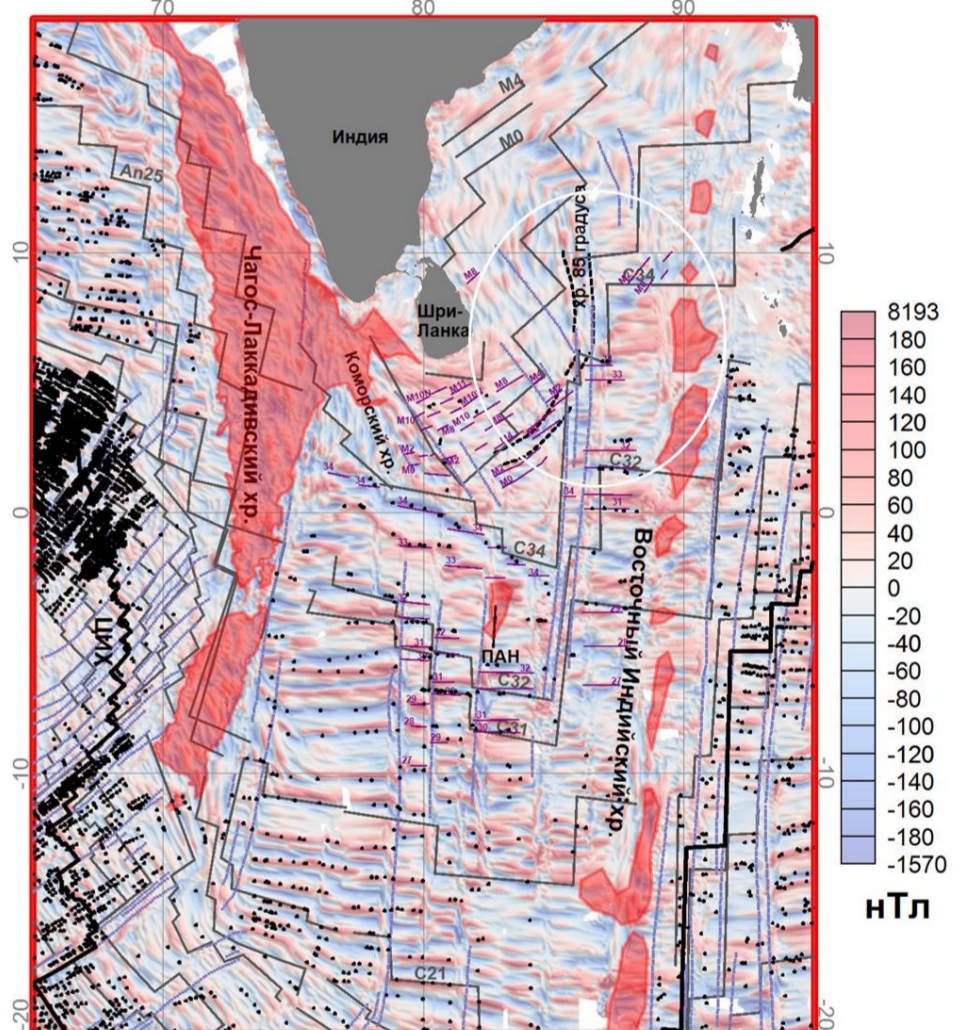
Используемые данные

Структурное районирование литосферы северо-восточной части Индийского океана проведено на основе анализа гридов аномалий силы тяжести в свободном воздухе и аномалий силы тяжести в редукции Буге с введенной топографической поправкой ($\sigma = 2,67 \text{ г/см}^3$), и их трансформант, моделей аномального магнитного поля EMAG 2v3 и WDMAM 2.0, модели геоида EGM2008.



Идентификация возраста по магнитным хронам

В районе места предполагаемого тройного соединения есть несоответствия в идентификации магнитных аномалий (область отмечена окружностью с белым контуром). А магнитных пикировок в этой области почти нет.



Методика кластеризации

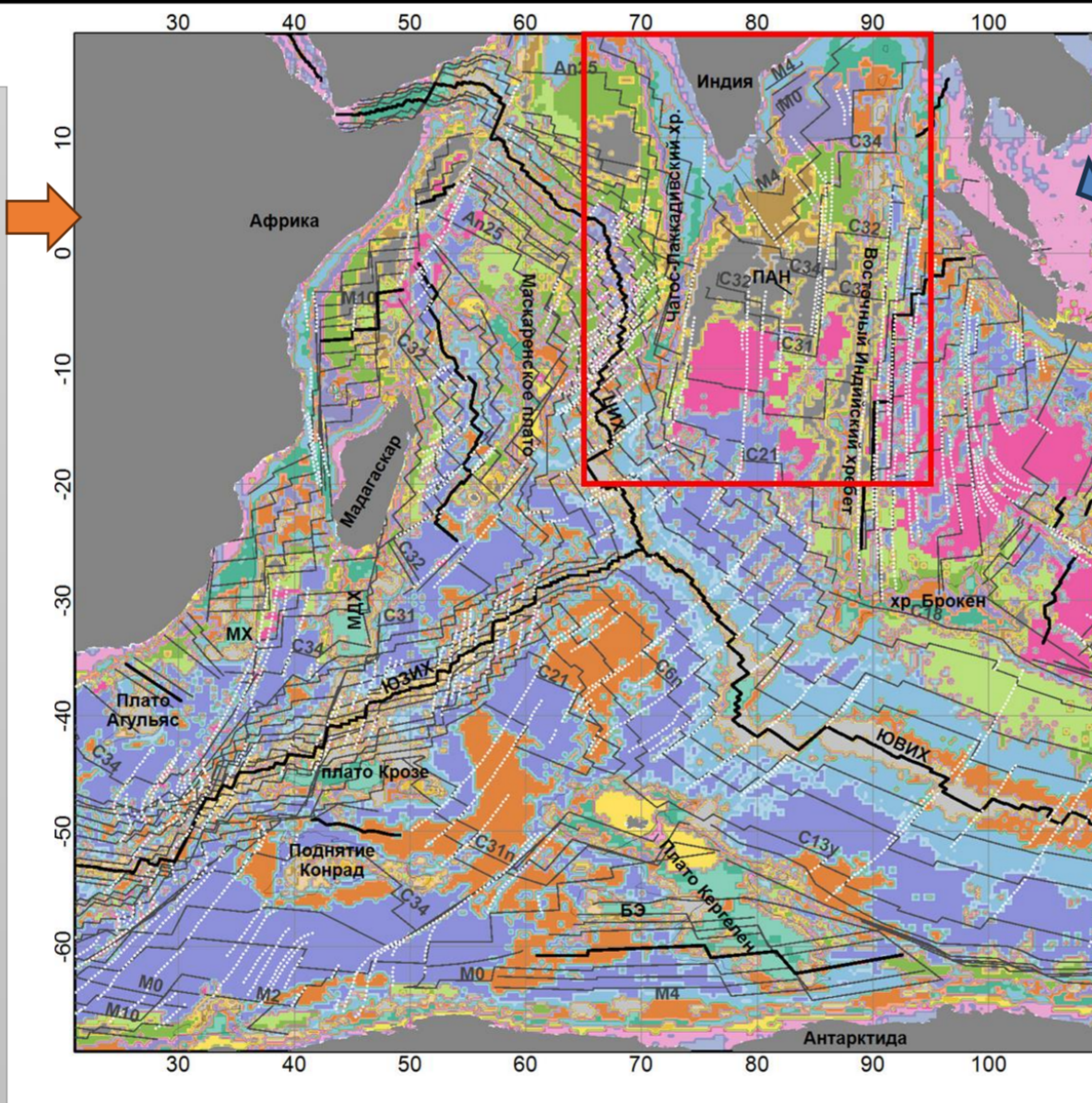
Набор матриц геофизических полей

Алгоритм + N кластеров

Kmeans
Классы формируются, путем разделения выборки на N групп с равной дисперсией, минимизируя критерий, известный как инерция или сумма квадратов внутри кластера.

GaussianMixture
Модель смеси Гауссовых распределений предполагает что наши данные — это смесь многомерных распределений Гаусса с определенными параметрами, которые можно распределить на определенные кластеры.

AgglomerativeClustering
Алгоритм выполняет иерархическую кластеризацию, используя подход «снизу вверх»: каждое наблюдение начинается в своем собственном кластере, и кластеры последовательно объединяются. Критерии связи определяют характерную метрику, используемую для стратегии слияния.



Результат расчета алгоритмом иерархической кластеризации с использованием только гравитационных данных

магнитные пикировки, которые использовались для анализа несоответствий в идентификации возраста [Seton et al., 2014]

Изохроны из БД GPlates 2.3.0 [Seton et al., 2020]

Изохроны по [Desa et al., 2006]

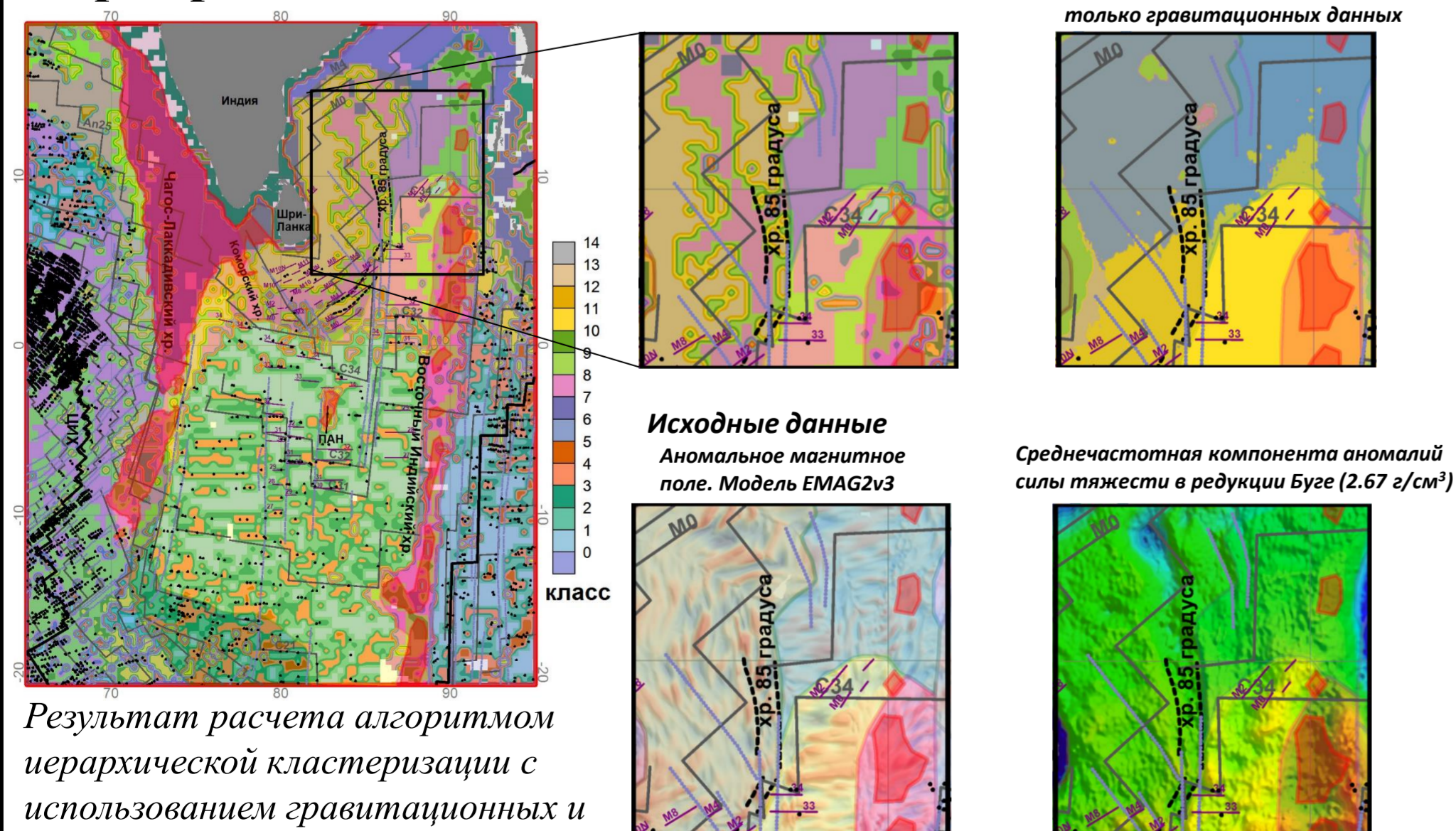
Разломы из БД GPlates 2.3.0 [Matthews et al., 2011]

Вулканические провинции из БД GPlates 2.3.0 [Johansson et al., 2018]

Выводы:

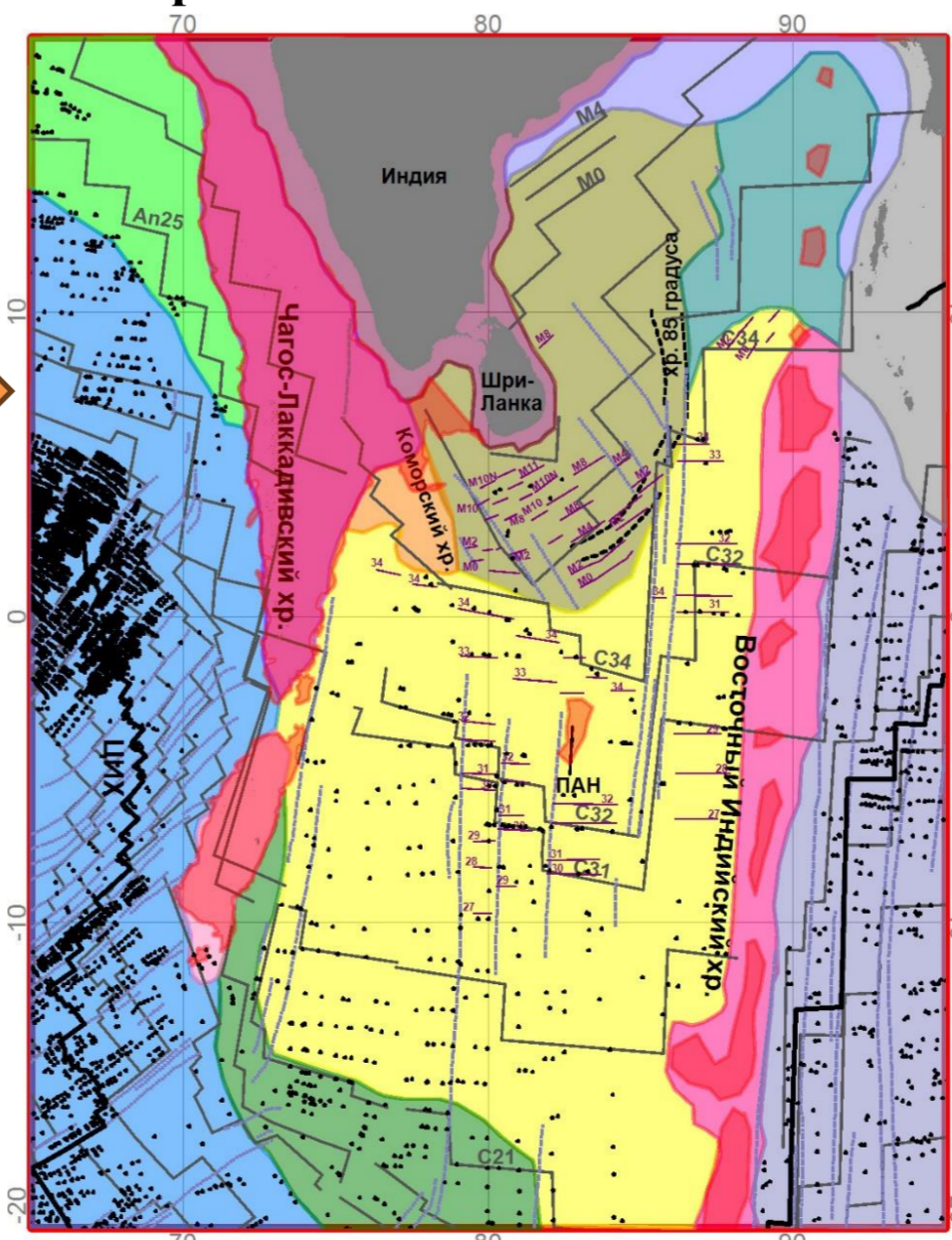
На основе анализа результатов кластерного анализа геофизических полей и априорной информации составлена структурная схема северо-восточного сектора Индийского океана, на которой выделены блоки, сформированные на разных спрединговых хребтах во время отделения Индии от Антарктиды.

Формирование итоговой схемы



Результат расчета алгоритмом иерархической кластеризации с использованием гравитационных и магнитных данных, с результатами идентификации магнитных аномалий.

Структурная схема северо-восточного сектора Индийского океана, сформированная на основе кластерного анализа и анализа полей



Полученные результаты подтверждают наличие точки тройного соединения, которая образовалась около 108 млн лет назад во время образования разломной зоны 86°E/плато Кергелен, после которого спрединг между Индией и Антарктидой изменил направление на меридиональное (~ 100 млн лет назад) с вращением Индийской плиты против часовой стрелки.

ПО: <https://www.gravmagin.ru/>