РЕЦЕНЗИЯ № 1

на статью **«Глубинное строение плато Осборн (Индийский океан) по данным геомагнитного и плотностного моделирования»:** авторского коллектива**: А.М. Городницкий, А.Н. Иваненко, О.В. Левченко, И.А. Веклич, Н.А. Шишкина.**

Нельзя не согласиться с авторами, что плато Осборн – одна из самых мало изученных в Индийском океане структур. Дополнительную «интригу» ее природе придает тот факт, что оно тесно прилегает с запада к Восточно-Индийскому хребту. Материалов по его строению явно недостаточно и тот факт, что авторы поставили своей задачей проанализировать данные (хотя и ограниченные) по магнитным и гравитационным полям указанного поднятия, следует, разумеется, приветствовать. В качестве исходных данных используются материалы магнитной съемки, проведенной на НИС «Исследователь» в 1988 г., а также карта гравитационных аномалий Буге в районе плато Осборн по данным WGM2012 (Bonvalot et al., 2012). Кроме того, авторами рассматриваются имеющиеся, ранее разработанные модели формирования данной структуры, а на конечном этапе работы привлекаются и другие геофизические материалы, в частности, данные сейсмического профилирования. Первая часть статьи, где характеризуются исходные данные, возражения не вызывает, кроме одной существенной детали. В работе анализируется морфология магнитного и гравитационного полей по трем профилям, пересекающим плато, но лишь один из них - №2 пересекает плато в его наиболее приподнятой части, два другие профиля расположены вдоль северного и южного склона (или подножия?) плато. Естественно, возникает вопрос: а не мог ли отразиться этот факт на конечных моделях глубинного строения? Авторы никак не комментируют специфику расположения интерпретационных профилей и, соответственно, данный вопрос остается без ответа.

Вторая часть статьи, посвященная методике интерпретации потенциальных полей, вызывает оставляет желать лучшего в смысле четкости изложения. Авторы кратко излагают методику количественной интерпретации магнитометрических данных, опубликованной ранее (Пальшин и др.2020), но суть методики из этого краткого изложения для читателя, незнакомого с данной работой, остается не ясной. Как пишут авторы, на втором этапе применения данной методики среда «разбивается на трапецеидальные (с вертикальными боковыми границами) элементарные тела». Как такое может быть? Тем более, что на конечном этапе, как сказано в статье, авторы обращаются к работе (Иваненко и др., 1994), где осуществляется итерационный процесс подбора наилучшего решения, т.е. используется иная методика. Рисунок 6, иллюстрирующий содержание количественной интерпретации, не разъясняет, а усугубляет недоумение. Он настолько перегружен информацией, что «прочитать» его читателю, не знакомому с методикой, на которой базируется построение моделей среды, весьма затруднительно. Он вызывает много вопросов, некоторые из них:

-что означает «частота, цикл/км» в спектре аномалий и как проводилось вычисление спектра?

- что означает «положение особых точек, локализованных элементарных источников»?

- подобранная аномалия магнитного поля показана на рисунке (красная линия), но исходной аномалии (синий цвет) на нем не усматривается. Как же можно без этого их сопоставить?

- Что означает «монополи и диполи», для чего авторы вводят эти термины?

Вообще, возникает вопрос к авторам статьи: исходная структура и магнитного и гравитационного полей плато Осборн достаточно простая, для чего им понадобилось использовать столь изощренные методы количественной интерпретации для построения моделей среды?

Заключительные части статьи посвящена результатам анализа и обсуждения полученных моделей. Авторы утверждают, что ими выделено обширное магнитоактивное тело, приуроченное к подошве океанской коры. Очевидно, что такое тело должно вызвать общее повышение (или понижение) уровня исходного магнитного поля, охватывающее

значительную площадь плато Осборн (т.е. должна быть региональная аномалия в магнитном поле), но ничего подобного в исходном поле не наблюдается (см. рис. 2 и 3). Несомненно, что этот вывод требует дополнительных расчетов и доказательств, тем более что на плотностных моделях, составленных авторами, такое тело никак не просматривается. Вызывает также удивление тот факт, что авторы в заключительной части статьи оставляют без внимания результаты проведенного ими же плотностного моделирования и изменения глубинной плотностной структуры плато вдоль профилей, расположенных, как мы указали выше, в различных структурных обстановках. Профили пересекают также сегмент Восточно-Индийского хребта, казалось бы, логичным было сопоставить глубинную структуру обоих структур: плато Осборн и указанного хребта. Но авторы проходят мимо такой возможности. Таким образом, хотя статья названа «Глубинное строение плато Осборн…», основной ее результат- выделение двухуровневых магнитных объектов в земной коре плато. Если присутствие магнитоактивных объектов, приуроченных к подошве осадочного покрова (т.е. к верхней части коры), представляется вполне вероятным, то наличие на значительной глубине гипотетического магнитоактивного тела требует дополнительного подтверждения.

Приветствуя стремление авторов получить новые данные о строении малоизученного объекта – плато Осборн, мы тем не менее, вынуждены констатировать, что рецензируемая работа требует значительной доработки. **В настоящем виде она не может быть рекомендована к опубликованию в журнале «Океанологические исследования».**

Подпись: Рецензент № 1. 17.07.2020.

++++++++++++++++

<u>Ответ рецензенту № 1</u> на Рецензию от 17.07.2020 на статью авторского коллектива: А.М. Городницкий, А.Н. Иваненко, О.В. Левченко, И.А. Веклич, Н.А. Шишкина.

«Глубинное строение плато Осборн (Индийский̆ океан) по данным геомагнитного и плотностного моделирования».

Уважаемый Рецензент, коллектив авторов, признателен за столь внимательное изучение представленной рукописи, высказанные замечания и комментарии. Учитывая, что Отзыв рецензента отрицательный, авторы подготовили свои ответы, парируя конкретные вопросы и комментарии Рецензента по тексту его Отзыва (см. ниже ответы).

Рецензент:

Нельзя не согласиться с авторами, что плато Осборн – одна из самых мало изученных в Индийском океане структур. Дополнительную «интригу» ее природе придает тот факт, что оно тесно прилегает с запада к Восточно-Индийскому хребту. Материалов по его строению явно недостаточно и тот факт, что авторы поставили своей задачей проанализировать данные (хотя и ограниченные) по магнитным и гравитационным полям указанного поднятия, следует, разумеется, приветствовать. В качестве исходных данных используются материалы магнитной съемки, проведенной на НИС «Исследователь» в 1988 г., а также карта гравитационных аномалий Буге в районе плато Осборн по данным WGM2012 (Bonvalot et al., 2012). Кроме того, авторами рассматриваются имеющиеся, ранее разработанные модели формирования данной структуры, а на конечном этапе работы привлекаются и другие геофизические материалы, в частности, данные сейсмического профилирования. Первая часть статьи, где характеризуются исходные данные, возражения не вызывает, кроме одной существенной детали. В работе анализируется морфология магнитного и гравитационного полей по трем профилям, пересекающим плато, но лишь один из них - №2 пересекает плато в его наиболее приподнятой части, два другие профиля расположены вдоль северного и южного склона (или подножия?) плато. Естественно, возникает вопрос: а не мог ли отразиться этот факт на конечных моделях глубинного строения? Авторы никак не комментируют

специфику расположения интерпретационных профилей и, соответственно, данный вопрос остается без ответа.
Вторая часть статьи, посвященная методике интерпретации потенциальных полей, вызывает оставляет желать лучшего в смысле четкости изложения. Авторы кратко излагают методику количественной интерпретации магнитометрических данных, опубликованной ранее (Пальшин и др.2020), но суть методики из этого краткого изложения для читателя, незнакомого с данной работой, остается не ясной. Как пишут авторы, на втором этапе применения данной методики среда «разбивается на трапецеидальные (с вертикальными боковыми границами) элементарные тела». Как такое может быть?

Авторы:
Уважаемый рецензент, разбиение области поиска решения обратной задачи на элементарные тела является стандартным приемом конечномерной дискретизации при решении интегральных и дифференциальных уравнений.

Рецензент:
Тем более, что на конечном этапе, как сказано в статье, авторы обращаются к работе (Иваненко и др., 1994), где осуществляется итерационный процесс подбора наилучшего решения, т.е. используется иная методика.

Авторы:
Итерационный процесс приводит к построению контрастных распределений искомых параметров (плотности, намагниченности) из гладких регуляризованных решений, полученных на классическом «оккамовском» этапе регуляризации. При этом сохраняется заданная степень соответствия между наблюденными и модельными полями. Решение ищется на той же сетке, при той же размерности задачи, при тех же априорных ограничениях, по тем же данным. Используемая методика является прямым развитием цитированной и ее обобщением на 2D случай с криволинейными границами для верхней и нижней кромок, ограничивающими область поиска аномальных физсвойств. Границы же области поиска решения выбираются с привлечением как можно большего количества данных – априорных, теоретических, рассчитанных по особым точкам, интегральными метолами и т.д.

Рецензент:
Рисунок 6, иллюстрирующий содержание количественной интерпретации, не разъясняет, а усугубляет недоумение. Он настолько перегружен информацией, что «прочитать» его читателю, не знакомому с методикой, на которой базируется построение моделей среды, весьма затруднительно. Он вызывает много вопросов, некоторые из них:
-что означает «частота, цикл/км» в спектре аномалий и как проводилось вычисление спектра?

Авторы:
Цикл/км или 1/км или период/км – это единица измерения пространственной частоты, обратная длине волны.

Рецензент:
- *что означает «положение особых точек, локализованных элементарных источников»?*

Авторы:
Отвечаем: особые точки (сингулярности) потенциальных полей – стандартная аппроксимация, описывающая локальное поведение поля с помощью модели элементарного источника (точечная масса, диполь, контакт и т.д.). Широко используется, например, в методе «Эйлеровской деконволюции». Помогают оценить геометрические параметры аномальных источников среды.

Рецензент:

- подобранная аномалия магнитного поля показана на рисунке (красная линия), но исходной аномалии (синий цвет) на нем не усматривается. Как же можно без этого их сопоставить?

Авторы:

Дело в том, что они практически неразличимы, СКО подбора < 0.5%.

Рецензент:

- Что означает «монополи и диполи», для чего авторы вводят эти термины?

Авторы:

Монополь – абстрактный магнитный аналог гравитационной точечной массы, математически соответствует магниту, у которого второй полюс удален в бесконечность. Диполь – два монополя разного знака, разнесенные на стремящееся к нулю расстояние. Также широко используются практически (пример метода указали выше).

Рецензент:

Вообще, возникает вопрос к авторам статьи: исходная структура и магнитного и гравитационного полей плато Осборн достаточно простая, для чего им понадобилось использовать столь изощренные методы количественной интерпретации для построения моделей среды?

Авторы:

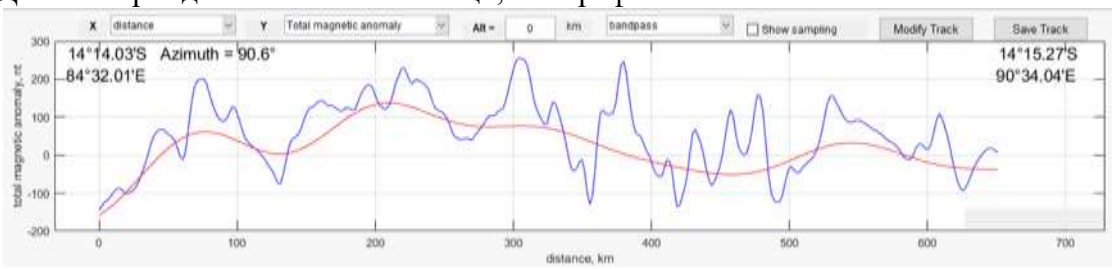
Мы использовали разные, взаимно дополняющие и контролирующие друг друга методы (спектральный, особые точки, линейная инверсия) с целью тщательного построения наиболее адекватной и объективной модели распределения источников потенциальных полей. Задача, как известно, неоднозначная и неустойчивая.

Рецензент:

Заключительные части статьи посвящены результатам анализа и обсуждения полученных моделей. Авторы утверждают, что ими выделено обширное магнитоактивное тело, приуроченное к подошве океанской коры. Очевидно, что такое тело должно вызвать общее повышение (или понижение) уровня исходного магнитного поля, охватывающее значительную площадь плато Осборн (т.е. должна быть региональная аномалия в магнитном поле), но ничего подобного в исходном поле не наблюдается (см. рис. 2 и 3).

Авторы:

Отвечаем. Это кажущееся явление. Ниже приведен пример фильтрации (красная линия) профиля 1 фильтром с полосой пропускания (по длине волны) от до 60 км, средняя глубина до верхней кромки, определенная по этому участку спектра, составляет 9.4 км. Длиннопериодные аномалии налицо, вот график:



Рецензент:

Несомненно, что этот вывод требует дополнительных расчетов и доказательств, тем более что на плотностных моделях, составленных авторами, такое тело никак не просматривается. Вызывает также удивление тот факт, что авторы в заключительной части статьи оставляют без внимания результаты проведенного ими же плотностного моделирования и изменения глубинной плотностной структуры плато вдоль профилей, расположенных, как мы указали выше, в различных структурных обстановках. Профили пересекают также сегмент Восточно-Индийского хребта, казалось бы, логичным было

сопоставить глубинную структуру обоих структур: плато Осборн и указанного хребта. Но авторы проходят мимо такой возможности. Таким образом, хотя статья названа «Глубинное строение плато Осборн…», основной ее результат- выделение двухуровневых магнитных объектов в земной коре плато. Если присутствие магнитоактивных объектов, приуроченных к подошве осадочного покрова (т.е. к верхней части коры), представляется вполне вероятным, то наличие на значительной глубине гипотетического магнитоактивного тела требует дополнительного подтверждения.

Авторы:

Рецензент прав в том, что результаты плотностного моделирования используются в статье в меньшей степени, чем магнитного. Однако для этого есть весомое основание – используемые гравитационные данные получены из спутниковой альтиметрии и по своей детальности и разрешению не могут сравниться с данными гидромагнитной съемки. Поэтому на построенных плотностных моделях выделяется фактически одна контрастная граница, по-видимому, Мохо, которой, в целом, соответствуют нижние кромки обнаруженных нами мощных глубинных магнитоактивных тел. Опять же, граница Мохо и изотерма Кюри – не всегда одно и то же, чему имеются многочисленные подтверждения в опубликованных литературных источниках.

Рецензент:

Приветствуя стремление авторов получить новые данные о строении малоизученного объекта – плато ***Осборн, мы, тем не менее, вынуждены констатировать, что рецензируемая работа требует значительной доработки. В настоящем виде она не может быть рекомендована к опубликованию в журнале «Океанологические исследования»****.*

Авторы:

Авторы благодарны рецензенту за квалифицированный и подробный разбор и анализ рукописи, однако не могут согласиться с его отрицательным отзывом. По нашему мнению, данная работа закончена в рамках поставленных задач и не нуждается в существенной научной доработке.

Также авторы хотели бы выразить благодарность за время, уделённое нашему исследованию, и несмотря на то, что Рецензент не согласен по многим вопросам, тем не менее авторы, как и рецензент имеют право на свою точку зрения, опубликованную в открытой печати. Учитывая, что Рецензент с большим интересом изучил работу и как отмечает в отзыве "...проанализировать данные (хотя и ограниченные) по магнитным и гравитационным полям указанного поднятия, следует, разумеется, приветствовать", авторы будут также очень признательны, если точка зрения Рецензента будет опубликована в порядке научной дискуссии по этому вопросу. Насколько авторам известно, журнал ОИ публикует такие материалы в порядке дискуссии.

С уважением, Авторский коллектив. 13.08.2020.

++++++++++++++++++

<u>Заключение Рецензента № 1</u>: Рецензируемая работа требует значительной доработки. В настоящем виде она не может быть рекомендована к опубликованию в журнале «Океанологические исследования».

С уважением, Рецензент №1. 13.08.2020.