

РЕЦЕНЗИЯ № 2

на статью «СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСИМОГО СНИЖЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТОМЕТРА ПРИ СОХРАНЕНИИ ТРЕБУЕМОЙ ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО ОБЪЕКТА»

авторского коллектива: Б. А. Нерсесов, Н. А. Римский-Корсаков

Этап №1

Морская магнитометрия в настоящее время используется не только для решения геологических задач, но и для обнаружения подводных объектов искусственного происхождения. Рецензируемая работа посвящена именно этой последней задаче и в этом отношении является вполне актуальной. Важно при этом отметить, что принципиальные основы методологии магнитной съемки при решении обеих задач являются, по всей видимости, сходными. В обоих случаях на стадии проектирования съемки определяются ее оптимальные параметры, исходя из априорных сведений об объекте изучения или обнаружения – геологическом или искусственном. На основе решения прямой задачи магнитометрии: магнитной аномалии, создаваемой искомым объектом, и на основе данных о строении района поисков, выбирается сеть наблюдений. Очевидно, при заданных параметрах магнитометрической аппаратуры (чувствительность магнитометра) сеть наблюдений при поисках железного молотка, лежащего на дне, должна быть на несколько порядков крупнее, нежели сеть наблюдений для обнаружения затонувшего танкера.

В разделе 1 *Основной части* рецензируемой статьи ее авторы рассматривают специфику магнитометрического поиска подводного объекта, но из текста раздела остается непонятным, в чем именно заключается эта специфика по сравнению с методологией традиционной морской магнитной съемки. Авторы делают упор на стохастический характер съемки при поиске подводного объекта, но это в полной мере относится и к традиционным морским магнитометрическим измерениям с геологическими целями.

Нечеткость в этом вопросе усугубляется отсутствием в статье ясно формулируемой, поставленной задачи исследования. Во *Введении* авторы говорят о снижении чувствительности магнитометра, используемого при съемке, как о желательном ее результате, но и без всяческих расчетов понятно, что снижение чувствительности измерительной аппаратуры во всех случаях приводит к укрупнению масштаба съемки. Если следовать терминологии авторов (возникает вопрос: на каком основании авторы отказываются от принятой терминологии – масштаб съемки), это приводит к уменьшению ширины поиска. В разделе 5 авторы упоминают о проведенном ими экспериментальном поиске затонувшего судна (это, несомненно, положительная сторона работы), но из текста остается непонятным, каким образом результаты эксперимента соотносятся с теоретическими выкладками, содержащимися в разделах 3 и 4. Отсутствие ясности в изложении материала сказывается на формулировках основных выводов, полученных авторами. В разделе «Заключение» их насчитывается 8 (!), но при этом читателю остается непонятным, какой из этих выводов является просто констатацией имеющихся сведений, а какой представляет собой оригинальный результат авторских исследований.

К указанным недостаткам работы следует добавить также и многочисленные содержательные и редакционные огрехи, имеющиеся в тексте, рисунках и в таблице. Укажем некоторые:

- На рис. 1 отсутствует указание, что отложено по осям координат. Возникает вопрос: что означает $f^{(x)}$ и x . Что означают m_n и m_c ; что означает на этом рисунке красная линия?

- Таблица 1 по сути таковой не является, поскольку в ней присутствует лишь одна заполненная графа, что представляет собой другая – незаполненная графа, остается неясным.

- Фраза некорректна: «...исследование динамики магнитного поля» (стр. 4, 6 текста) – у магнитного поля нет динамики, возможно, авторы имели ввиду термин «структура магнитного поля»?

- Фраза некорректна: «...дальность действия магнитометра» (стр. 6) – у магнитометра не имеется дальности.

- Подпись к табл. 3 «значения эффективной дальности» – что это означает?

- Что означают точки на графиках и красные линии на рис. 2?

- Слова в Заключение: «...разработка методологических основ статистической магнитометрии» (стр. 8) – если авторы считают результатом своей работы именно эту разработку, то этот факт требует дополнительных обоснований как в содержательном, так и в терминологическом плане.

- Нечеткость постановки задачи отразилась и на названии работы: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТОМЕТРА...». Это вызывает недоумение, поскольку чувствительность измерительной магнитометрической аппаратуры определяется перед началом съемки, исходя из ее задач и масштаба. По всей вероятности, авторы имели в виду несколько иное, нежели указано в названии.

К сожалению, несмотря на актуальность работы, указанные выше замечания не дают основания рекомендовать статью к публикации в журнале «Океанологические исследования». Статья требует серьезной содержательной и редакторской доработки.

Подпись: Рецензент № 2. 25.04.2022.

От редакции: рецензия была направлена редакцией авторскому коллективу.

Ответ рецензенту № 2 на Рецензию от 22.06.2022 на статью авторского коллектива: Б. А. Нерсесов, Н. А. Римский-Корсаков «СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСИМОГО СНИЖЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТОМЕТРА ПРИ СОХРАНЕНИИ ТРЕБУЕМОЙ ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО ОБЪЕКТА».

Рецензент: *1. В разделе 1 Основной части рецензируемой статьи ее авторы рассматривают специфику магнитометрического поиска подводного объекта, но из текста раздела остается непонятным, в чем именно заключается эта специфика по сравнению с методологией традиционной морской магнитной съемки.*

Авторы: Согласны с заключением рецензента. На стр. 2 отмечено:

Проблема развития магнитометрических средств оперативного поиска подводных объектов: затопленных судов с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ), аварийных обитаемых подводных аппаратов (ОПА), затопленных химических боеприпасов при проведении экологических обследований и аварийно-спасательных работ не теряет своей актуальности.

Подробно проблема развития магнитометрических средств оперативного поиска подводных объектов при проведении экологических обследований и аварийно-спасательных работ изложена в статьях (стр. 8):

4. Нерсесов Б.А., Римский-Корсаков Н.А. Проблема обнаружения химических боеприпасов в Балтийском море. // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. СПб, 2021. Т. 14. № 2.

5. Нерсесов Б.А., Римский-Корсаков Н.А. Результаты экологических исследований российских арктических морей // *Российская Арктика*. М., 2021. № 2 (13) С. 14–25.

Специфика оперативного поиска экологически опасных и аварийных ПО заключается в их гарантируемом обнаружении с требуемой вероятностью (0,8 – 1,0). При этом

оперативность их обнаружения обеспечивается использованием маломангнитного буксировщика с уменьшенной длиной буксировочного троса и повышенной поисковой производительностью.

Рецензент: 2. Во «Введении» авторы говорят о снижении чувствительности магнитометра, используемого при съемке, как о желательном ее результате, но и без всяческих расчетов понятно, что снижение чувствительности измерительной аппаратуры во всех случаях приводит к укрупнению масштаба съемки.

Авторы: Согласны с заключением рецензента. На стр. 5 отмечено:

По данным анализа основных путей развития морских магнитометров выявлена устойчивая тенденция увеличения ширины полосы поиска за счет повышения чувствительности датчиков (до 0,01 – 0,0001 нТл), что влечет за собой нежелательное увеличение их массогабаритных характеристик и стоимости.

Поэтому представляет интерес анализ влияния чувствительности магнитометра на эффективную дальность обнаружения ПО в зависимости от требуемых вероятностных характеристик ($P_c = 0,8-1,0$).

Рецензент: 3. В разделе 5 авторы упоминают о проведенном ими экспериментальном поиске затонувшего судна (это, несомненно, положительная сторона работы), но из текста остается непонятным, каким образом результаты эксперимента соотносятся с теоретическими выкладками, содержащимися в разделах 3 и 4.

Авторы: Согласны с заключением рецензента. На стр. 4 отмечено:

Исследование динамики амплитудных значений индукции магнитного поля подводного объекта проводилось на примере поиска аварийного ОПА ($2,5 \text{ кАм}^2$) буксируемой ММС (чувствительностью 0,1 нТл) с использованием маломангнитного ($0,125 \text{ кАм}^2$) буксировщика (моторной надувной лодки «Посейдон»).

Рецензент: 4. Авторы делают упор на стохастический характер съемки при поиске подводного объекта, но это в полной мере относится и к традиционным морским магнитометрическим измерениям с геологическими целями.

Авторы: Согласны с заключением рецензента. На стр. 2 отмечено:

Традиционное определение рекомендуемой ширины полосы поиска проводилось, исходя из чувствительности магнетометра и без учета стохастического процесса поиска подводного объекта – его равновероятного пространственного положения в полосе поиска и связанного с этим неопределенным отношением «сигнал–помеха».

Однако, по мере удаления от поискового галса, отношение «сигнал–помеха» и вероятность обнаружения подводного объекта снижается, что не исключает его недопустимый пропуск.

В соответствии с современными требованиями, актуальной проблемой совершенствования поисковых магнитометрических средств является использование статистического метода оценки вероятности обнаружения подводных объектов с целью определения гарантированной полосы их обнаружения, оптимизации длины буксировочного троса, а также обоснования снижения чувствительности магнитометра.

Рецензент: 5. Нечеткость в этом вопросе усугубляется отсутствием в статье ясно формулируемой, поставленной задачи исследования.

Авторы: Согласны с заключением рецензента. На стр. 1 отмечено:

Современная стратегия развития отечественных и зарубежных средств магнитометрии, при проведении экологических обследований и аварийно-спасательных работ требует учета стохастического характера поискового процесса, что предполагает вероятностную оценку обнаружения подводных объектов.

Кроме того, статистический метод определения рекомендуемой ширины полосы поиска ПО, гарантирующий требуемую вероятность их обнаружения, позволяет также обосновать снижение допустимой чувствительности магнитометра.

Рецензент: 6. Фраза некорректна «...исследование динамики магнитного поля» (стр. 4, текста) – у магнитного поля нет динамики, возможно, авторы имели в виду термин «структура магнитного поля»?

Авторы: Согласны с заключением рецензента. Предлагается новая редакция (стр. 4):
Исследование динамики амплитудных значений индукции магнитного поля подводного объекта.

Рецензент: 7. Фраза некорректна «...дальность действия магнитометра» (стр. 6) – у магнитометра не имеется дальности;

Авторы: Согласны с заключением рецензента. Предлагается новая редакция (стр.4):
приводятся значения потенциальной (расчетной) дальности обнаружения – До, представляющей максимальное расстояние до объекта, на котором индукция магнитного поля спадает до заданных значений чувствительности датчика магнитного поля.

Рецензент: 8. На рис. 1 отсутствует указание, что отложено по осям координат. Возникает вопрос: что означает $f(x)$ и x . Что означают m_n и m_c ? Что означает на этом рисунке красная линия?

Авторы: Согласны с заключением рецензента. На стр. 3 отмечено:
- $f(x)$ – функция условного распределения случайной величины;
- x – амплитудные значения индукций магнитного поля ПО и буксировщика;
- m_n и m_p – средние значения (математические ожидания) амплитуд магнитометрических сигналов ПО и буксировщика;
- x_c – пороговое значение селекции «сигнала» на фоне «помехи» (красная линия).

Рецензент: 9. Таблица 1, по сути, таковой не является, поскольку в ней присутствует лишь одна заполненная графа, что представляет собой другая – не заполненная графа, остается неясным;

Авторы: Согласны с заключением рецензента. В тексте статьи внесены изменения.

Рецензент: 10. Подпись к табл. 3 «значения эффективной дальности» - что это означает?

Авторы: Согласны с заключением рецензента. На стр. 5 отмечено:
При этом под эффективной дальностью – Д_э понимается расстояние от поискового галса до ПО с заданной вероятностью селекции полезного сигнала на фоне помехи.

Рецензент: 11. Слова в Заключение: «...разработка методологических основ статистической магнитометрии» (стр. 8) – если авторы считают результатом своей работы именно эту разработку, то этот факт требует дополнительных обоснований, как в содержательном, так и в терминологическом плане;

Авторы: Согласны с заключением рецензента. На стр. 5 отмечено:
5. Использование методов статистической магнитометрии позволило обосновать допустимое снижение чувствительности датчика магнитного поля, а также его массогабаритных и стоимостных характеристик с сохранением гарантированной вероятности обнаружения экологически опасных и аварийных подводных объектов.

Рецензент: 12. Нечеткость постановки задачи отразилось и на названии работы: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТОМЕТРА...». Это вызывает недоумение, поскольку чувствительность измерительной магнитометрической аппаратуры определяется перед началом съемки, исходя из ее задач и масштаба.

Авторы: Согласны с заключением рецензента. Авторы предлагают изменить название статьи:

«Статистическое обоснование допустимого снижения чувствительности магнитометра, гарантирующего требуемую вероятность обнаружения подводного объекта».

Рецензент: 13. Заключение: К сожалению, несмотря на актуальность работы, указанные выше замечания не дают основания рекомендовать статью к ее публикации в журнале «Океанологические исследования». Статья требует серьезной содержательной и редакторской доработки.

Авторы: Согласны с заключением рецензента. Текст статьи подвергся серьезной редакции с учетом замечаний рецензентов.

При корректировке текста рукописи, кроме замечаний рецензента № 2, внесены исправления, учитывающие полученные замечания рецензентом № 1 (в том числе и изменение наименования статьи).

С уважением, авторский коллектив. 05.05.2022.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.

Этап № 2.

Авторы стремились учесть максимальное количество сделанных мною замечаний к ранее представленной ими работе; это, несомненно, отрадный факт. Тем не менее, не могу не отметить, что основное мое замечание: *отсутствие в статье ясно формулируемой, поставленной задачи исследования* остается в силе.

Обратимся к уже исправленному тексту. В нем авторы справедливо отмечают, что поисковый процесс на основе магнитометрической съемки носит стохастический характер. Само по себе это утверждение подразумевает, что вероятность обнаружения объекта не может быть равной единице: всегда существует, хоть и малая, вероятность его пропуска. В новом заглавии статьи говорится: «...требуемая вероятность обнаружения подводного объекта», но далее в тексте указывается эта вероятность – 0,8–1,0. Другими словами, предполагается, что вероятность может быть равна единице. Как это вяжется с утверждением о стохастическом характере магнитных измерений? Более того, в аннотации к статье говорится о «...гарантированном обнаружении с повышенной вероятностью». У читателя возникает недоумение: гарантированное обнаружение означает обнаружение с вероятностью единица, а в этой же фразе говорится об обнаружении с повышенной вероятностью. В комментариях к рисунку 1 говорится еще и о «правильном обнаружении» объекта, что, разумеется, еще более усложняет ответ на вопрос о постановке задачи в рецензируемой работе. Кроме того, в аннотации говорится о «... недопустимом пропуске объекта». Это означает, что при съемке с целью поиска объекта нельзя допустить, чтобы искомый объект может быть пропущен, т.е. вероятность его обнаружения не может быть меньше единицы. К этому очевидному противоречию можно добавить вопрос относительно формулировки авторов «...требуемая вероятность обнаружения». Кем или чем определяется эта требуемая вероятность? Возможно, речь идет о том, чтобы выбрать такие параметры магнитометра и масштаба съемки, чтобы достичь минимальной вероятности пропуска искомого объекта? Отметим, что в методологии магнитных съемок, проводимых с геологическими целями, этот вопрос достаточно хорошо проработан: масштаб съемки и параметры измерительной аппаратуры определяются поставленной задачей. Так, к примеру, мелкомасштабная съемка осуществляется с целью получения дополнительных сведений о строении территории при ее геологическом картировании; крупномасштабная – при поисках рудовмещающих тел. В последнем случае учитывается априорная информация о размере тел, их магнитных свойствах, глубине залегания, и другие сведения. Возникает вопрос: существует ли принципиальное отличие в методологии традиционных магнитных съемок с геологическими целями, и съемок с целью поисков подводных объектов? Если существует, то в чем это различие заключается?

К перечисленным выше вопросам следует добавить и вопрос относительно заглавия статьи, в котором говорится: «...чувствительности магнитометра, гарантирующего требуемую вероятность...». Но ведь вероятность обнаружения гарантирует не сам магнитометр, а его параметр, в т.ч. чувствительность. Несомненно, указанные недоумения потенциального читателя статьи следует устранить.

Наконец, замечание к «Заключению» статьи. Традиционно в заключении говорится об основных выводах авторов. В данном случае в заключении 5 пунктов, но первые три, по

сути, говорят не о выводах авторов, а о проделанной ими работе. Лишь последние два могут быть рассмотрены как выводы их исследования.

Учитывая важность замечаний, относящихся к самой постановке задачи исследования, статья должна быть доработана.

Подпись: Рецензент № 2. 25.05.2022.

От редакции: повторная рецензия была направлена редакцией авторскому коллективу.

От редакции: доработанная версия статьи была направлена редакцией рецензенту.

Этап № 3

Проблема, которая рассматривается авторами статьи, относится к тому разделу магнитометрии, который носит название «специальная магнитометрия». Авторы в основной части своей работы в разделе «Специфика оперативного магнитометрического поиска экологически опасных и аварийных подводных объектов» ссылаются на работу (Семевский, Аверкиев, 2002), которая в списке литературы отсутствует (увы, это свидетельствует о небрежности авторов при подготовке публикации). Скорей всего, они имели в виду работу Семевский, Аверкиев, Яроцкий. «Специальная магнитометрия» (М.: Наука, 2002), которая упоминается в списке литературы. Действительно, в данной монографии рассмотрен широкий спектр вопросов, относящихся к использованию магнитных измерений с целью использования оружия, поисков дипольных магнитных объектов, магнитной навигации, ориентации космических аппаратов по магнитному полю и др. Это весьма узкое направление магнитометрии, знакомое относительно небольшому кругу специалистов.

Несомненно, для подавляющего большинства читателей журнала «Океанологические исследования» специфика данного направления магнитометрии незнакома: традиционное направление магнитных съемок в океане состоит в изучении геологического строения океанского дна. Их методология, как можно судить по данной монографии, отличается от той, которая используется при решении специальных задач.

Это не позволяет рекомендовать рецензируемую статью к публикации в журнале «Океанологические исследования»

При ее доработке авторам необходимо подробно и доступно изложить специфику специальных магнитных съемок, отличие их методологии и измерительной аппаратуры от тех, которые применяются при проведении магнитных съемок с геологическими целями. Имеется также существенное замечание к стилю статьи, который, скорее, уместен для научного отчета, а не для научной публикации. Кроме того, авторам следует быть более внимательными при подготовке рукописи перед сдачей ее в редакцию.

Подпись: Рецензент № 2. 14.06.2022.