

## РЕЦЕНЗИЯ №2

на статью «ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛИНЫ БУКСИРОВОЧНОГО ТРОСА ПРИ ОПЕРАТИВНОМ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОМ ПОИСКЕ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ»

автора: Нерсесов Б.А.

Работа посвящена формулированию нового подхода к алгоритму обработки статистической информации магнитометрических сигналов подводного объекта и буксировщика в полосе поиска, что позволит определить оптимальную длину буксировочного троса.

Основной вывод статьи заключается в необходимости разработки новой методологии оценки эффективности обнаружения объекта на фоне внешних помех, который предполагает максимизацию меры расхождения альтернативных гипотез «подводный объект – буксировщик ММС». В качестве критерия оценки «статистического расхождения альтернативных гипотез» предлагается оценка дивергенции Кульбака (Кульбак С., 1967).

### **Замечания по содержанию рукописи**

1. Термин «меандр» в океанологии применяется для описания нестационарных волнообразных изгибов струйных течений, таких как Гольфстрим, Куроисио, отдельных струй Антарктического циркумполярного течения и некоторых др. течений. Поэтому использование термина траектория "меандра" применительно к системе поисковых галсов представляется неудачным, поскольку существует установившийся термин для данного описания траектории – «галс». Кроме того, движение судна по галсам, и особенно при детальной съемке на мелководье не обязательно соответствует этому определению (под которым исходя из описания автор имеет ввиду форму маршрута прямоугольной формы), и смежные галсы по времени не обязательно являются таковыми в пространстве, это связано со сложностью захода судна-носителя на близлежащий соседний галс с разворотом на 180°. Кроме того, специфика морской магнитной съемки предполагает обязательное прохождение секущих галсов для исключения из данных девиационных и вариационных помех. Поэтому правильнее использовать общепринятый термин - **по системе ортогональных галсов**. Расстояние от кормы судна до датчика (длина кабеля), **регламентируется Инструкцией по Магниторазведке, 1981 г.** и соответствует двум-трём длинам судна, что позволяет полностью исключить девиационную погрешность.

2. Межгалсовое расстояние и сама возможность обнаружения подводного объекта определяется двумя критериями:

- а) глубиной до дна на площади поиска.
- б) магнитным моментом искомого объекта.

При этом в тексте нет никакого упоминания о таком важном параметре, как глубина до дна на площади поиска. Не зря все изготовители современных морских магнитометрических систем (**Marine Magnetics, Geometrics**) приводят таблицы предельных расстояний до железных объектов известной массы, на которых их аппаратура позволяет надежно выделять аномалии от таких объектов.

3. В строке 100 упоминается использование в качестве буксировщика моторной лодки «Посейдон» и увеличение скорости поиска до 10-20 узлов. При этом нигде не упоминается частота измерения магнитного поля. При скорости 10 узлов судно за 1 секунду проходит расстояние в 5.14 м, а при 20 узлах - 10.28 м, что при частоте измерения 1 Гц магнитометр практически гарантированно пропускает слабомагнитный объект, например, снаряд или мину времён ВОВ.

4. Для увеличения надёжности обнаружения объектов на дне акваторий эффективно используется такой методический приём, как одновременная съёмка двумя магнитометрами, закреплёнными с фиксированной базой на корме судна. Измеряется

своего рода горизонтальный градиент, что позволяет значительно увеличить вероятность обнаружения объекта и определить направление его локализации.

5. В строке 95 стоит фраза: Традиционно в качестве буксировщика ММС используются научно-исследовательские судна (НИС), производящие поиск ПО со скоростью 5–10 узлов на горизонте 10–20 м расстояния от дна. В настоящее время глубина, на которой ведётся поиск ПО оценивается по его магнитному моменту. Для крупных объектов эти глубины могут достигать 30-40, иногда и глубже.

6. Статья называется: "ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛИНЫ БУКСИРОВОЧНОГО ТРОСА ПРИ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОМ ПОИСКЕ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ", но оформлена как часть тематического отчета, в рукописи нет структурного деления как принято для научных статей: введение, основная часть – изложена разделами, отсутствует дискуссия/обсуждение, нет также разделов Выводы/заключение и благодарности, где обычно указываются ссылки на выполняемую программу исследований, проект, грант. Автор формулирует краткое заключение в строках 186-196 но из которого не ясно какая была поставлена задача и как получено ее решение. Конкретно из представленной рукописи не понятно, что именно предложено читателю. Если статья носит методический постановочный характер и лишь формулирует некую задачу, то желательно это более четко отразить в тексте. В рукописи упоминаются также использование в качестве носителя-буксировщика – моторной надувной лодки «Посейдон», но из текста не понятно какие получены экспериментальные данные. Их обсуждение в статье отсутствует.

7. Если статья претендует на создание алгоритма по решению задачи оценки оптимизации длины буксировочного троса, то необходимо показать методы решения, привести примеры применения этого алгоритма в каждом конкретном случае, при разных параметрах (глубина, магнитный момент ПО, частота измерения и т.д.), но в статье ничего этого нет и, скорее всего, речь идет только о постановке задачи.

#### **Заключение:**

В настоящий момент по объему и подаче материала рукопись может представлять собой только краткое научное сообщение (8 стр.), но требует при этом существенной доработки.

В целом, рукопись содержит ряд интересных предложений по совершенствованию методологии оценки ДЛИНЫ БУКСИРОВОЧНОГО ТРОСА, но требует кардинальной доработки, для прояснения вышеуказанных замечаний.

**Рукопись рекомендуется после соответствующей переработки и устранения замечаний к публикации в разделе «Научные сообщения».**

**Подпись: Рецензент №2 14.04.2021.**

**От редакции:** рецензия была направлена автору.

### **Ответ рецензенту №2 на Рецензию от 14.04.2021 на статью автора: Нерсесов Б.А. «ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛИНЫ БУКСИРОВОЧНОГО ТРОСА ПРИ ОПЕРАТИВНОМ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОМ ПОИСКЕ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ».**

**Рецензент:** 1. Термин «меандр» в океанологии применяется для описания нестационарных волнообразных изгибов струйных течений, таких как Гольфстрим, Курошио, отдельных струй Антарктического циркумполярного течения и некоторых др. течений. Поэтому использование термина траектория "меандра" применительно к системе поисковых галсов представляется неудачным, поскольку существует установившийся термин для данного описания траектории – «галс».

... Поэтому правильнее использовать общепринятый термин - по системе ортогональных галсов.

**Автор:** Согласен с замечанием. В текст статьи внесены исправления.

**Рецензент:** 2. Межгалсовое расстояние и сама возможность обнаружения подводного объекта определяется двумя критериями:

а) глубиной до дна на площади поиска.

*б) магнитным моментом искомого объекта.*

*При этом в тексте нет никакого упоминания о таком важном параметре, как глубина до дна на площади поиска.*

**Автор:** Согласен, но характер представления сигнала подводного объекта в статистическом формате, как математическое ожидание амплитуды этого сигнала, который является функцией как глубины акватории (удаления ПО от магнитометра), так и величиной магнитного момента подводного объекта

**Рецензент:** 3. *«В строке 100 упоминается использование в качестве буксировщика моторной лодки «Посейдон» и увеличение скорости поиска до 10-20 узлов. При этом нигде не упоминается частота измерения магнитного поля. При скорости 10 узлов судно за 1 секунду проходит расстояние в 5.14 м, а при 20 узлах - 10.28 м, что при частоте измерения 1 Гц магнитометр практически гарантированно пропускает слабомагнитный объект, например, снаряд или мину времён ВОВ.*

**Автор:** Согласен с замечанием. В текст статьи внесены исправления.

**Рецензент:** 4. *«Для увеличения надёжности обнаружения объектов на дне акваторий эффективно используется такой методический приём, как одновременная съёмка двумя магнитометрами, закреплёнными с фиксированной базой на корме судна. Измеряется своего рода горизонтальный градиент, что позволяет значительно увеличить вероятность обнаружения объекта и определить направление его локализации».*

**Автор:** Согласен с замечанием. Однако, в статье отмечено, что важным техническим решением, компенсирующим влияние геомагнитных помех, является переход от одиночного датчика к градиентометрической системе двух датчиков магнитного поля во встречном (дифференциальном) соединении, находящихся на некотором фиксированном расстоянии, называемом измерительной базой.

При этом данный способ буксировки с длиной кабель-троса 600-800 м и измерением «горизонтального градиента» магнитного поля характерен большими ориентационными помехами. Поэтому в качестве альтернативы чаще используются магнитометры с жесткой базой 0,5 – 1 м.

Что касается вероятности обнаружения подводного объекта, то эта задача решается в статистическом формате.

**Рецензент:** 5. *«В строке 95 стоит фраза: Традиционно в качестве буксировщика ММС используются научно-исследовательские судна (НИС), производящие поиск ПО со скоростью 5–10 узлов на горизонте 10–20 м расстояния от дна. В настоящее время глубина, на которой ведётся поиск ПО оценивается по его магнитному моменту. Для крупных объектов эти глубины могут достигать 30-40, иногда и глубже».*

**Автор:** Согласен с замечанием. Однако, характер представления сигнала подводного объекта в статистическом формате, как математическое ожидание амплитуды этого сигнала, который функционально зависит как от глубины акватории (удаления от подводного объекта), так и от величины его магнитного момента.

**Рецензент:** 6. *«Статья называется: "ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛИНЫ БУКСИРОВОЧНОГО ТРОСА ПРИ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОМ ПОИСКЕ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ", но оформлена как часть тематического отчета, в рукописи нет структурного разделения как принято для научных статей: введение, основная часть – изложена разделами, отсутствует дискуссия/обсуждение, нет также разделов Выводы/заключение и благодарности где обычно указываются ссылки на выполняемую программу исследований, проект, грант».*

**Автор:** Согласен с замечанием. В текст статьи внесены исправления

**Рецензент:** 7. *«Автор формулирует краткое заключение в строках 186-196 но из которого не ясно какая была поставлена задача и как получено ее решение».*

**Автор:** В статье поставлена задача обоснования применения кабель-троса укороченной длины, которая решается путем оптимизации расстояния «буксировщик - ММС». При этом минимизируется зависимость двух альтернатив: с одной стороны – снижение помех буксировщика по мере увеличения длины буксировочного троса, с другой – увеличение

пространственно-временных колебаний измерительной платформы и, связанной с этим, ориентационной помехой.

При этом главным требованием современных поисковых средств является вероятностная гарантия недопустимости пропуска объекта поиска.

**Рецензент:** 8. *«В рукописи упоминаются также использование в качестве носителя-буксировщика – моторной надувной лодки «Посейдон», но из текста не понятно какие получены экспериментальные данные. Их обсуждение в статье отсутствует».*

**Автор:** Согласен с замечанием. Экспериментальные данные по использованию буксировщика «Посейдон» приведены в монографии: Нерсесов Б.А., Римский – Корсаков Н.А. «Статистическая магнитометрия» - 2020, которая приведена в рубрике «Литература». Формат статьи не позволил их детального изложения.

**Рецензент:** 9. *«Если статья претендует на создание алгоритма по решению задачи оценки оптимизации длины буксировочного троса, то необходимо показать методы решения, привести примеры применения этого алгоритма в каждом конкретном случае, при разных параметрах (глубина, магнитный момент ПО, частота измерения и т.д.), но в статье ничего этого нет и, скорее всего, речь идет только о постановке задачи».*

**Автор:** На рис. 4. и рис. 5 приведены примеры зависимости математических ожиданий сигналов объекта, помех и ориентационной помехи ММС от длины кабель – троса буксировщика Б-1 при поиске ПО-1, а также «Б-2 – ПО-2» с заданной вероятностью его обнаружения  $R_{по} = 0,9$ .

Разработанный метод оптимизации (обоснования использования) кабель-троса укороченной длины) при гарантированной вероятности обнаружения  $R_{по} = 0,9$  позволил:

- при использовании НИС в качестве судна-буксировщика ММС в процессе поиска затонувшего судна – уменьшить длину кабель – троса в 1,8 раз, и тем самым, повысить оперативность поиска ПО, снизив длину поискового галса.

- при использовании МНЛ «Посейдон» в качестве буксировщика ММС при поиске – аварийного вертолета определить оптимальную длину кабель-троса - 35 м.

**Рецензент:** 10. *В целом, рукопись содержит ряд интересных предложений по совершенствованию методологии оценки ДЛИНЫ БУКСИРОВОЧНОГО ТРОСА, но требует кардинальной доработки, для прояснения вышеуказанных замечаний.*

**Автор:** Согласен. В текст статьи внесены исправления, учитывающие полученные замечания.

**С уважением, автор. 13.05.2021.**

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

### **Подтверждение Рецензента №2 на публикацию:**

Все исправления меня устраивают и статью можно публиковать.

**Подпись. Рецензент №2. 14.05.2021.**