Возможность оценки достоверности пространственной информации по вылову донных рыб в отраслевой системе мониторинга Росрыболовства на основе комплексного анализа промысловой отчётности и данных спутникового позиционирования промысловых судов

П. М. Василец¹, Д. А. Терентьев¹, С. А. Коробов¹,
В. Н. Пырков², А. В. Солодилов², А. Ю. Дегай²

¹ Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии, Петропавловск-Камчатский, 683000, Россия
E-mail: vasilets@kamniro.ru

² Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия
E-mail: pyrkov@d902.iki.rssi.ru

В работе проведена оценка достоверности пространственной информации об улове донных рыб в отраслевой системе мониторинга рыболовства (ОСМ) на основе сопоставления суточных отчётов и спутникового позиционирования судов. На примере анализа перемещений одного из судов, осуществлявших донный траловый промысел в феврале 2018 г., показано, что использование терминалов Автоматической системы идентификации (АИС) в составе судовых технических средств управления ОСМ позволяет с помощью спутниковой составляющей ОСМ увеличить частоту позиционирования судна примерно в 7 раз. На основе относительно высокой частоты спутникового позиционирования проведено сравнение промысловых усилий при тралении трески и камбал в соседних промысловых зонах. Выявлено значительное превышение заявленного улова на траловое усилие в Западно-Беринговоморской зоне по сравнению с аналогичным выловом на траловое усилие в Карагинской подзоне по треске (125 раз) и камбалам (970 раз) для тестового судна. С учётом вышеизложенного предлагается использовать видеофиксацию уловов в качестве контроля данных судовых ежедневных отчётов. Рассмотрена также возможность автоматизации проведённого в статье сравнения промысловых и спутниковых позиционных данных.

Ключевые слова: Берингово море, треска, камбалы, трал донный, Автоматическая идентификационная система (АИС), промысловая статистика, достоверность

Одобрена к печати: 01.11.2018

DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-35-42

Введение и постановка задачи

Отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов Росрыболовства (ОСМ) широко используется как в рыбохозяйственной отрасли России, так и другими государственными организациями и службами (Пырков и др., 2015). Основной объём информации ОСМ составляют спутниковые судовые позиционные данные и сведения о вылове водных биологических ресурсов (ВБР) по суточным донесениям судов (ССД).

Как для любой государственной системы мониторинга, для ОСМ большое значение имеет вопрос достоверности представленной в ней информации. В частности, для определения пространственного распределения уловов важна достоверность судовых спутниковых позиционных данных и информации о вылове.

При определении пространственного распределения вылова необходимо выделить участки трека судна, на которых происходит вылов за выбранные сутки (Василец и др., 2017). Таким образом, для корректного определения вылова ВБР обязательны следующие условия:

- достоверность спутниковых позиционных данных;
- достаточная частота определения позиций для классификации движения судна;
- достоверность судовых суточных донесений, особенно в части объёма вылова.

До недавнего времени только у ограниченного числа судов частота определения позиций с помощью спутниковых систем позволяла восстановить трек судна. Внедрение в ОСМ возможностей Автоматической идентификационной системы (АИС) повысило частоту определения спутниковых позиций для многих судов ОСМ. Для контроля достоверности позиций судна в ОСМ наряду с интеграцией вышеуказанных дополнительных спутниковых позиционных данных используется метод сопоставления треков и спутниковых радиолокационных данных. Пример анализа трека с помощью этого метода приведен в разделе «Описание анализа и его результаты».

Таким образом, можно считать, что по показателям достоверности спутниковых позиционных данных и частоты опроса в ОСМ достигнуты удовлетворительные результаты.

В то же время не вполне решённым остаётся вопрос достоверности информации, передаваемой в ССД капитанами судов. В частности, это касается объёмов вылова в районах промысла, нормативно определённых разрешениями на добычу (вылов) ВБР.

В настоящей работе показано, что на основе сопоставления треков судна и данных ССД можно выделить элементы отчётности судна о вылове, которые могут являться недостоверными. В заключение приведены предложения по методике выявления подозрительной отчётности о вылове.

Описание анализа и его результаты

В работе проведено сопоставление позиционных спутниковых данных и отчётов о вылове, а именно выполнен анализ спутниковых позиций и сведений из ССД о величинах уловов по объектам промысла за период со 2 по 20 февраля 2018 г. тестового судна (далее — ТС), не-серийного СРТМ (средний рыболовный траулер морозильный), осуществлявшего промысел донным тралом в Карагинской подзоне и Западно-Беринговоморской зоне, в районе с координатами 59,1–60,1° с. ш. и 165,7–170,6° в. д. (десятичные градусы).

Следует отметить, что подробный анализ треков ТС стал более наглядным благодаря достаточно высокой частоте позиционного опроса судна. Использование терминалов АИС в составе судового технического средства контроля ОСМ позволило с помощью спутниковой составляющей системы мониторинга ориентировочно в 7,5 раз увеличить частоту спутникового позиционного опроса судна. В *табл. 1* приведено соотношение количества позиций в сутки для ТС, определённых с помощью традиционной для ОСМ спутниковой системы позиционирования INMARSAT и внедрённой в последние годы в ОСМ системы SatAIS (спутниковой автоматической идентификационной системы).

Таблица 1. Сопоставление количества позиций в сутки для тестового судна, определённых с помощью спутниковых систем мониторинга INMARSAT и SatAIS в период со 2 по 17 февраля 2018 г.

Система позиционирования	Дата															
	02.02.2018	03.02.2018	04.02.2018	05.02.2018	06.02.2018	07.02.2018	08.02.2018	09.02.2018	10.02.2018	11.02.2018	12.02.2018	13.02.2018	14.02.2018	15.02.2018	16.02.2018	17.02.2018
INMARSAT	10	10	11	13	11	13	11	13	11	13	12	13	10	12	12	12
SAT AIS	79	84	71	85	83	77	89	85	88	83	81	71	87	89	85	81

На *рис. 1* (см. с. 37) показан пример трека ТС за 11 ч с 3 по 8 февраля. Для сравнения частоты определения позиций темно-красным цветом выделены позиции, полученные с помощью системы INMARSAT.

Кроме того, для оценки достоверности позиционных данных, определённых с помощью технических средств контроля на основе спутниковых систем INMARSAT и SatAIS, могут быть использованы спутниковые радиолокационные снимки (Пырков и др., 2015).

Рис. 1. Пример трека тестового судна за одиннадцать часов 02.02.2018

Рис. 2. Фрагмент радиолокационного снимка с синтезированной апертурой 06.03.2018 в момент времени 06:44:46

На рис. 2 представлен фрагмент радиолокационного снимка с синтезированной апертурой 6 марта в момент времени 06:44:46.

Возможность совмещения растровых снимков и треков судов обеспечивается с помощью картографического веб-сервиса.

На треке судна точками слева направо последовательно отображены позиции судна, представленные в табл. 2.

В районе четвёртой слева точки наблюдается радиолокационный контраст, соответствующий позиции судна в момент снимка. Аналогичные совпадения контрастов с треками ТС в феврале 2018 г. позволяют говорить о достоверности позиционных данных ОСМ для этого судна и, следовательно, утверждать, что на нём не использовались методы эмуляции технического средства контроля в данный период.

Таблица 2. Информация о позициях тестового судна по данным спутниковых систем SatAIS и INMARSAT (на дату 06.03.2018)

Время	Северная широта	Восточная долгота	Скорость, узлы
06:03	56,381	163,269	1,20
06:20	56,379	163,833	1,30
06:34	56,377	163,838	2,00
06:44	56,376	163,841	0,90
06:48	56,375	163,842	1,70
06:58	56,374	163,846	2,10
07:06	56,373	163,849	1,40

В рамках сопоставления спутниковых позиций и сведений из ССД был выполнен анализ данных ОСМ по вылову камбал на основных промыслах в прикамчатских рыбопромысловых районах. По результатам сопоставления промысловой и позиционной спутниковой информации ОСМ было высказано предположение, что, например, лишь 28,0 % камбал, выловленных при траловом промысле за 2011–2016 гг. в Карагинской подзоне, было записано собственно в Карагинскую подзону, ещё 65,3 % записали в Западно-Берингоморскую зону, 6,2 % — в Петропавловско-Командорскую подзону и 0,5 % — в Северо-Курильскую зону.

Такое предположение до некоторой степени «обесценивает» проведённую нами ранее работу по анализу данных промысловой статистики на основных промыслах в Карагинской подзоне (Василец, Терентьев, 2009). В настоящей публикации мы решили подробнее проследить алгоритм промысловой деятельности одного из судов, осуществляющих многовидовой промысел донных рыб, чья информация о пространственном распределении вылова вызвала у нас сомнения.

Алгоритм составления запросов к исходным таблицам ОСМ и привязки позиций судна к конкретным рыбопромысловым районам с использованием географической информационной системы QGIS подробно описан в статье (Василец и др., 2017). В настоящей публикации он остаётся в основных чертах прежним, за исключением того, что учитывается вылов не только камбал, но и всех остальных видов ВБР.

Рассмотрим поведение ТС на промысле донных пород рыб в Карагинской подзоне и Западно-Берингоморской зоне (табл. 3).

В течение 2 февраля 2018 г. судно вело лов в Карагинской подзоне. За сутки продолжительность тралений составила 11,5 ч и было поймано 3,456 т ВБР; 91,9 % улова составила треска, улов на час траления был равен 0,301 т.

Далее судно перешло в Западно-Берингоморскую зону, где с 3 по 4 февраля тралоило в течение 10,2 ч и поймало официально 156,069 т ВБР. Улов на час траления в этот раз был равен 15,301 т, 98,9 % улова составила треска и камбалы.

В Карагинскую подзону судно вернулось 5 февраля, где вело лов до 8 февраля, затратив на траления в общем счёте 25 ч. В результате суммарный официальный улов составил 2,617 т, а улов на час траления — 0,105 т. Доля камбал в улове была равна 18,8 %.

С 9 по 11 февраля судно ежедневно вело лов как в Западно-Берингоморской зоне, так и в Карагинской подзоне, совершая ежедневно многокилометровые переходы между регионами. В Западно-Берингоморской зоне продолжительность тралений составила 20,6 ч, было поймано 176,665 т ВБР (8,576 т на час траления), суммарная доля в вылове трески и камбал — 99,2 %. Для Карагинской подзоны эти показатели составили 11,7 ч, 0,765 т (0,765 т/ч) и 29,0 % соответственно. С 12 по 13 февраля судно ходило на перегруз.

14 и 15 февраля траления выполняли только в Карагинской подзоне в течение 11,1 ч. Официальный суммарный вылов составил 0,553 т, вылов на усилие — 0,05 т/ч, доля трески — 57,5 %.

Таблица 3. Продолжительность тралений и суммарный вылов тестового судна по данным ССД в промысловых районах за период 02.02.2018–20.02.2018. ЗБЗ — Западно-Беринговоморская зона, КП — Карагинская подзона

Даты	Продолжительность тралений, ч		Камбалы, т		Треска, т		Прочие, т		Все объекты, т	
	ЗБЗ	КП	ЗБЗ	КП	ЗБЗ	КП	ЗБЗ	КП	ЗБЗ	КП
02.02.2018	—	11,5	—	—	—	3,175	—	0,281	—	3,456
03.02.2018	3,7	—	1,674	—	73,030	—	0,434	—	75,138	—
04.02.2018	6,5	—	0,271	—	79,380	—	1,280	—	80,931	—
05.02.2018	—	6,8	—	0,222	—	—	—	0,518	—	0,740
06.02.2018	—	3,8	—	0,246	—	—	—	0,532	—	0,778
07.02.2018	—	10,9	—	0,025	—	—	—	0,697	—	0,722
08.02.2018	—	3,5	—	—	—	—	—	0,377	—	0,377
09.02.2018	1,7	6,8	8,735	—	2,953	—	—	0,191	11,688	0,191
10.02.2018	11,7	2,3	34,177	—	42,516	—	1,366	0,352	78,059	0,352
11.02.2018	7,2	2,6	86,791	—	0,127	0,222	—	—	86,918	0,222
14.02.2018	—	3,1	—	—	—	—	—	0,127	—	0,127
15.02.2018	—	8	—	—	—	0,318	—	0,108	—	0,426
16.02.2018	3,5	3,2	50,504	—	0,286	—	—	0,552	50,790	0,552
17.02.2018	3,9	7,3	40,242	—	17,654	—	0,679	0,131	58,575	0,131
19.02.2018	—	6	—	—	—	—	—	0,563	—	0,563
20.02.2018	—	7,4	—	—	—	—	—	0,426	—	0,426
За весь период	38,2	83,2	222,394	0,493	215,946	3,715	3,759	4,855	442,099	9,063
На час траления	—	—	5,822	0,006	5,653	0,045	0,098	0,058	11,573	0,109

16 и 17 февраля судно опять вело промысел ежесуточно в обоих районах. В Западно-Беринговоморской зоне продолжительность тралений за двое суток составила 7,4 ч. За это время было поймано 109,365 т ВБР (14,779 т на час траления), суммарная доля трески и камбал в вылове — 99,4 %. В Карагинской подзоне траления выполняли в течение 10,5 ч, поймали официально 0,683 т ВБР, треска и камбалы в улове отсутствовали, улов на часовое траление составил 0,065 т.

Несмотря на столь, казалось бы, плачевные результаты лова в Карагинской подзоне за предыдущий период, 19–20 февраля судно упорно возвращается в Карагинскую подзону, где тралит ещё 13,4 ч и вылавливает 0,989 т прочих (без трески и камбал) ВБР. В этом случае улов на часовое траление составляет 0,074 т.

Таким образом, всего со 2 по 20 февраля судном было совершено семь «невынужденных» переходов между Карагинской подзоной и Западно-Беринговоморской зоной (без учёта перехода на перегруз продукции в заливе Корфа) общей протяжённостью примерно 1700 км (рис. 3, см. с. 40).

Суммарно за рассмотренный период на траления было затрачено: в Карагинской подзоне — 83,2 ч, в Западно-Беринговоморской зоне — 38,2 ч. Этими усилиями в Карагинской подзоне было добыто 9,063 т ВБР, в Западно-Беринговоморской зоне — 442,099 т. Из них трески — 3,715 и 215,946 т, камбал — 0,493 и 222,394 т, прочих объектов ВБР — 4,855 и 3,759 т соответственно. К прочим объектам отнесли палтусов (чёрного и белокорого), скаотов, терпугов и морских окуней.

Вылов на час траления в Карагинской подзоне составил: для трески — 0,045 т, для камбал — 0,006 т, для прочих видов — 0,058 т. В Западно-Беринговоморской зоне вылов на час траления для этих объектов был равен 5,653; 5,822 и 0,098 т соответственно.

Рис. 3. Схема позиционирования тестового судна за период 02.02.2018–20.02.2018

Суммарный удельный вылов всех видов ВБР составил: в Карагинской подзоне — 0,109 т за час траления, в Западно-Беринговоморской зоне — 11,573 т (см. табл. 3), т.е. в Карагинской подзоне он оказался на два порядка меньше. Для трески вылов на час траления в Карагинской подзоне был меньше, чем в Западно-Беринговоморской зоне, в 125 раз, для камбал — в 970 раз, а для прочих объектов — всего в 1,7 раза.

Стратегия промысла, когда при работе в двух соседних районах две трети промысловых усилий приходится на тот район, где уловы основных промысловых объектов на два-три порядка ниже, и при этом на регулярные переходы между районами затрачивается значительное количество топлива, позволяет высказать предположение, что такие манёвры судна вызваны необходимостью предоставить искажённую отчётность о вылове ВБР. Предполагаем, что значительная часть вылова, осуществлённого в Карагинской подзоне, в судовых суточных донесениях отнесена к Западно-Беринговоморской зоне.

Судя по известным нам публикациям (Золотов и др., 2013; Datsky, Andronov, 2014), удельные биомассы трески и камбал на шельфе в южной части Западно-Беринговоморской зоны, граничащей с Карагинской подзоной, сопоставимы с данными показателями в Карагинской подзоне. Следовательно, величина среднего улова на час траления (за достаточно продолжительный период) при одинаковой технологии промысла не должна сильно отличаться. Исходя из этого предположения были сделаны оценки величины вылова трески и камбал рассматриваемым судном со 2 по 20 февраля по двум вышеуказанным районам пропорционально времени, затраченному на траление в каждом из них. Для трески расчётный вылов составил 150,542 т в Карагинской подзоне и 69,119 т в Западно-Беринговоморской зоне; для камбал — 152,753 и 70,134 т соответственно. На основе из вышеуказанных оценок за период со 2 по 20 февраля 2018 г. можно сделать предположение, что две трети объёма вылова трески и камбал в судовых суточных донесениях ТС некорректно отнесены к промысловым зонам.

Заключение

Приведённый выше анализ позволяет сделать вывод о необходимости разработки и внедрения в ОСМ дополнительных методик контроля информации о вылове судна.

В качестве одного из таких методов контроля данных ССД может быть предложена видеофиксация уловов, например, на основе технологий, рассмотренных в публикации (Plet-Hansen et al., 2017). С другой стороны, могут быть предприняты попытки автоматизировать рассмотренный в данной работе метод комплексного анализа позиционной и промысловой информации, включающий в себя классификацию фрагментов трека судна при достаточно высокой частоте позиционного опроса.

Дополнительным источником информации при автоматизации комплексного сопоставления позиционных и промысловых данных с целью выявления сомнительных ССД могут служить сведения о выданных разрешениях на добычу (вылов) ВБР. Например, для рассматриваемого тестового судна разрешён вылов камбалы в Карагинской подзоне в объёме пяти тонн, в то время как в Западно-Беринговоморской зоне эта цифра составляет пятьсот тонн.

На основе анализа, проведённого в статье, можно перечислить основные последовательные шаги метода выявления подозрительной отчётности о вылове:

- проводится классификация трека судна для определения периодов движения, когда судном осуществляется траление;
- участки траления привязываются к промысловым зонам;
- оценивается время траления в каждой из сопоставляемых промысловых зон;
- проводится сравнение отношений вылова за рассматриваемый период в каждой из анализируемых промысловых зон ко времени, затраченному на данный вылов тралением;
- в заключение, если определённые выше соотношения вылова к затраченному времени существенно отличаются от средних соотношений между этими показателями для сопоставляемых промысловых зон, делается вывод о необходимости тщательного рассмотрения достоверности отчётов о вылове рассматриваемого судна.

Необходимо отметить, что длительность периода, за который проводится вышеописанный анализ, должна быть определена в процессе отработки методики выявления сомнительной отчётности. Также при отработке методики должны быть составлены таблицы соотношений между выловом и временем траления, характерных для наиболее важных видов водных биологических ресурсов, в первую очередь в дальневосточных промысловых зонах.

Литература

1. Василец П. М., Терентьев Д. А. Характеристика промысла водных биологических ресурсов в Карагинской подзоне в 2001–2007 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2009. Вып. 13. С. 59–73.
2. Василец П. М., Терентьев Д. А., Пырков В. Н. Анализ пространственного распределения вылова камбал за 2011–2016 годы в прикамчатских и смежных с ними районах по данным отраслевой системы мониторинга // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2017. Вып. 47. С. 65–77. DOI: 10.15853/2072-8212.2017.47.65-76.
3. Золотов А. О., Терентьев Д. А., Спиринов И. Ю. Состав и современное состояние сообщества демерсальных рыб Карагинского и Олюторского заливов // Известия ТИНРО. 2013. Т. 174. С. 85–103.
4. Пырков В. Н., Солодилов А. В., Дегай А. Ю. Создание и внедрение новых спутниковых технологий в системе мониторинга рыболовства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 251–262.
5. Datsky A. V., Andronov P. Y. Specifics of the distribution of commercial fishes in the northwestern Bering Sea // J. Ichthyology 2014. V. 54. P. 832–871.
6. Plet-Hansen K. S., Eliassen S. Q., Mortensen L. O., Bergsson H., Olesen H. J., Ulrich C. Remote electronic monitoring and the landing obligation — some insights into fishers and fishery inspectors opinions // Marine Policy. 2017. V. 76. P. 98–106.

Possibility for assessing the reliability of spatial information on bottom fish catch in Fishery Monitoring System on the basis of an integrated analysis of daily fishing report and satellite positioning data of fishing vessels

P. M. Vasilets¹, D. A. Terentyev¹, S. A. Korobov¹,
V. N. Pyrkov², A. V. Solodilov², A. Yu. Degay²

¹ Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
Petropavlovsk-Kamchatsky 683000, Russia
E-mail: vasilets@kamniro.ru

² Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia
E-mail: pyrkov@d902.iki.rssi.ru

In the paper, an estimation of the reliability of spatial information about the catch of the bottom fish in the fishery monitoring system (FMS) is made based on comparison of daily reports and satellite positioning of the vessels. By the example of movement analysis of one of the vessels that carried out bottom trawl fishing during February 2018, it is shown that the use of automatic identification system (AIS) terminals as part of the ship's technical means of FMS control allows increasing the frequency of vessel positioning approximately by seven times using the satellite FMS component. On the basis of relatively high frequency of satellite positioning, a comparison of fishing efforts for cod and flounder trawling in neighboring fishing zones is carried out. A significant excess for the test vessel of the declared catch per trawl effort in the West Bering Sea zone compared to the catch per the same effort in the Karaginsky subzone for cod (125 times) and flounder (970 times) was revealed. In view of the above, it is proposed to use video recording of catches to control ship daily reports. The possibility of automating the comparison of catch reports and satellite positional data carried out in the paper is also considered.

Keywords: Bering Sea, cod, flounder, bottom trawl, AIS, fishing statistics, verification of spatial information fishing

Accepted: 01.11.2018

DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-35-42

References

1. Vasilets P. M., Terentyev D. A., Kharakteristika promysla vodnykh biologicheskikh resursov v Karaginskoi podzone v 2001–2007 gg (Characterization of aquatic biological resources fishery in the Karaginskaya subzone in 2001–2007), *Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana*, 2009, Vol. 13, pp. 59–73.
2. Vasilets P. M., Terentyev D. A., Pyrkov V. N., Analiz prostranstvennogo raspredeleniya vylova kambal za 2011–2016 gody v prikamchatskikh i smezhnykh s nimi raionakh po dannym otraslevoi sistemy monitoringa (Analysis of spatial distribution of flounder catches in the waters adjacent and off kamchatka for 2011–2016 on the data of the Fisheries Sectoral Monitoring System), *Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana*, 2017, Vol. 47, pp. 65–77. DOI: 10.15853/2072-8212.2017.47.65-76.
3. Zolotov A. O., Terentyev D. A., Spirin I. Yu., Sostav i sovremennoe sostoyanie soobshchestva demersal'nykh ryb Karaginskogo i Olyutorskogo zalivov (Composition and modern state of demersal fish community in the Karaginsky and Olutorsky Bays), *Izvestiya TINRO*, 2013, Vol. 174, pp. 85–103.
4. Pyrkov V. N., Solodilov A. V., Degai A. Yu., Sozдание i vnedrenie novykh sputnikovykh tekhnologii v sisteme monitoringa rybolovstva (Creation and implementation of new satellite technologies in the fishery monitoring system), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 5, pp. 251–262.
5. Datsky A. V., Andronov P. Y., Specifics of the distribution of commercial fishes in the northwestern Bering Sea, *J. Ichthyology*, 2014, Vol. 54, pp. 832–871.
6. Plet-Hansen K. S., Eliassen S. Q., Mortensen L. O., Bergsson H., Olesen H. J., Ulrich C., Remote electronic monitoring and the landing obligation — some insights into fishers and fishery inspectors opinions, *Marine Policy*, 2017, Vol. 76, pp. 98–106.