

Оценка эффективности интеграции дополнительных данных в ОСМ

Дегай А.Ю.¹, Пырклов В.Н.¹, Черных В.Н.¹, Солодилов А.В.¹

¹«Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН)»,
e-mail: pyrkov@d902.iki.rssi.ru

Пример отображения треков восьмидесяти судов в Охотском море за двое суток.

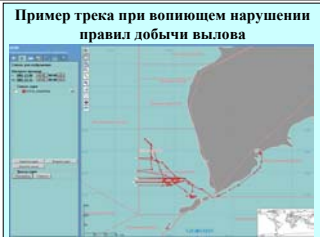
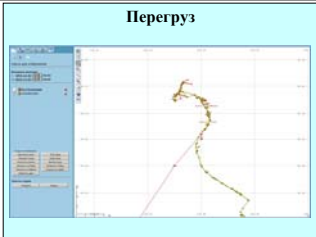
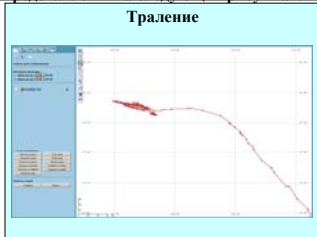
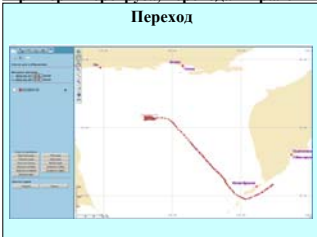


С 2000 года в России действует отраслевая система мониторинга судов (ОСМ), в базу которой аккумулируется информация о местоположении судов, судовые суточные донесения капитанов (ССД), квоты на вылов, отчёты предприятий и прочая сопутствующая информация. Пользователями ОСМ являются подразделения Росрыболовства, различные государственные службы и федеральные органы исполнительной власти. Информация о позициях судов рыбопромыслового флота поступает в ОСМ по зарубежным каналам спутниковой связи Inmarsat и Argos. Одной из основных функций позиционирования в ОСМ является определение соответствия месторасположения и маневров судов рыбопромыслового флота, характерных для определенных промысловых действий (промысловые операции в соответствии с выданными разрешениями, легальные перегрузочные операции, прохождение контрольных точек, нарушения границ заповедников) правилам рыболовства и иным нормативным правовым документам, регламентирующим вопросы рыболовства и сохранения водных биоресурсов.

До 2014 года в качестве источников информации о местоположении судов рыбопромыслового флота в ОСМ использовались системы: GPS, совмещённая с системой спутниковой связи Inmarsat, и Argos. Однако, после исследовательских работ, показавших их недостатки, было предложено модернизировать ОСМ интеграцией данных перспективной системы автоматической идентификации судов (далее - АИС), работающей в УКВ диапазоне. АИС обеспечивает устойчивую и надёжную работу при высокой скорости обмена данными и минимальных затратах на трафик доставки сообщений о местоположениях судов. Целесообразным также представляется использование позиционных данных отечественной спутниковой системы «Гонец». В докладе «Анализ тенденций рыболовного промысла с помощью отраслевой системы мониторинга» Луянян Е.А., Пырклов В.Н., Марченко В.В., Солодилов А.В. были представлены данные свидетельствующие о возможности восстановления трека судна при достаточно высокой частоте опроса (случай системы Argos). Вопрос о возможности восстановления трека судна является очень важным, так как открывает возможности автоматической классификации трека и хранение и передачу данных о треке судна и треках окружающих судов в компактном виде.

Автоматическая классификация трека позволит выделить в действиях судна такие элементы как переход, перегрузочные операции, работа с различными видами орудий добычи. Действия, которые не подлежат автоматической классификации, будут подробно рассмотрены с участием ответственных специалистов.

Примеры перегруза, перехода и траления представлены на следующих рисунках:



Одной из особенностей АИС является высокая частота определения позиций судна, что в свою очередь обеспечивает возможность восстановления трека судна. Однако в зависимости от выбора источника позиционных данных, могут предоставляться не все полученные на терминале позиционные данные. Поэтому необходимо оценить какая частота определения позиций судна в базе данных ОСМ обеспечивает восстановление трека судна. Данный анализ будет важен также для оценки данных поступающих от системы «Гонец». В данном докладе приводится рассмотрение вышеуказанных ошибок.

Для анализа выбирались информация по позициям судов, у которых было более 50 опросов в сутки несколько дней подряд. Изменение угла направления скорости вычислялось как векторное произведение единичных направлений скорости в двух соседних по времени позиционирования точках. При вычислении первообразной от изменения угла направления скорости необходимо использовать следующее выражение приращения по времени: $dt = (t(j+2) + t(j+1) - t(j) - t(j-1))) * 0.25$. Что объясняется разным весом последовательных по времени координат в значении изменения направления скорости. В случае выбора другой формы для интервала по времени, в случае неравномерности по времени позиционных опросов, получаются накапливающиеся отклонения в первообразной.

При более пристальном рассмотрении данных по восстановлению трека становится понятно, что принципиальным фактом восстановления действий судна является в первую очередь возможность восстановления формы траектории судна, для этого необходимо, контролировать нормальную составляющую ускорения.

При расчете скорости, как направления, так и абсолютного значения для последующего расчета, были обнаружены многочисленные проблемы точности определения координат с помощью навигационных спутниковых систем. В случае небольшого интервала в определении позиций, погрешности в определении координат при делении на малое число вызывают огромные ошибки в значениях скорости и тем самым приводят к невозможности определения ускорения прямым расчетом.

Примеры расчётов

Время (сутки)	Скорость (узлы)	Долгота	Широта
0.9402777778	5.4375291260	153.2673000000	51.7400000000
0.9500000000	5.3184750123	153.2500000000	51.7700000000
0.9547222222	5.6434380749	153.2100000000	51.7910000000
0.9601111111	5.6000000000	153.0700000000	51.9130000000
0.9670000000	4.121610065	153.0653000000	51.9240000000
0.9916666667	5.4245012163	153.0530000000	51.9360000000
1.0096277778	6.1921832472	152.9990000000	52.0000000000

Серым фоном выделены значения времени определения позиций судна, между которыми интервал менее двух минут (1 минута = 1/1440 = 0,000694444 суток).

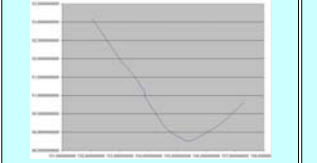
Относительно невысокие погрешности (порядка 20 метров) в определении координат судна приводят к огромным ошибкам в определении скорости (красный фон). Такие ошибки хорошо представлены шумом на графике зависимости модуля скорости от времени за трое суток.

Таким образом, можно считать продемонстрированным, что прямое увеличение частоты опроса не даёт продвижения по восстановлению трека.

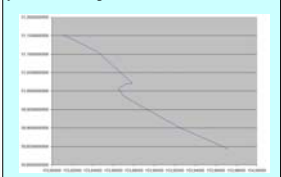
График зависимости модуля скорости от времени за трое суток.



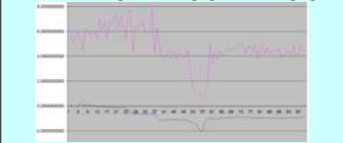
Рассмотрим вариант аппроксимации трека с помощью статистических методов. Рассмотрим трек судна на переходе.



В районе 51-й долготы мы видим особенность, рассмотрим данный участок подробнее.

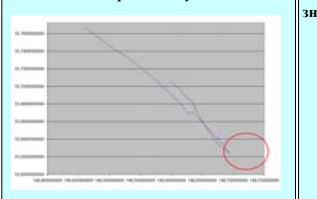


Особенность явно выражена и при применении прямых методов усреднения будет сглажена, что в свою очередь приведет к ошибке интерпретации действий судна. Возможность такой ошибки продемонстрирована на графике



Розовая линия соответствует абсолютному значению скорости. Синяя линия соответствует первообразной от изменения направления скорости. Наблюдается совпадение по времени значительного снижения скорости с резким поворотом. Поэтому велика вероятность, что судно в данный момент практически остановилось и при этом отклонилось от курса. Такие действия должны быть специально классифицироваться.

Продолжим рассмотрение движения выбранного судна.



Как и в предыдущем случае в данной ситуации резкий разворот соответствует значительному снижению скорости.



Из приведенной таблицы можно оценить, что судно может совершить разворот за десять минут, значит необходимо получать достоверные позиции как минимум в четыре раза чаще. Желтым выделена самая восточная координата при рассмотрении разворота.

Долгота	Широта	Интервал от предыдущей позиции в минутах
148.6500000000	55.6540000000	13.9999999999
148.6640000000	55.6400000000	7.0000000000
148.6780000000	55.6300000000	10.0000000000
148.6920000000	55.6240000000	14.0000000000
148.6810000000	55.6300000000	10.9999999999
148.6650000000	55.6400000000	12.0000000000
148.6390000000	55.6670000000	29.9999999999
148.6340000000	55.6710000000	7.0000000000
148.6290000000	55.6680000000	10.9999999999
148.6540000000	55.6880000000	24.9999999999
148.5880000000	55.6890000000	10.9999999999

Выводы

В докладе показано, что при существующей точности определения координат терминала увеличение частоты опроса не приводит к существенным увеличениям возможности восстановления трека и что прямые методы усреднения для аппроксимации трека могут привести к ошибочной интерпретации действий судна.

Продемонстрировано, что судно может совершить полный разворот в течении 10-20 минут, что требует для восстановления трека судна частоты опроса не менее чем раз в пять минут.

Таким образом утверждается, что в настоящее время восстановление трека может быть проведено только с некоторой вероятностью.

Для увеличения вероятности корректности восстановления трека судна предлагается наряду с увеличением частоты позиционного опроса разработать алгоритм выделения отрезков между точками значительного снижения скорости и резкого разворота с последующей аппроксимацией трека на выделенных отрезках с использованием статистических методов и алгоритмов цифровой обработки изображений.