Использование особенностей построения справочной информации спутниковой системы мониторинга рыболовства для поддержки выбора решений

А. Ю. Дегай¹, А. В. Агеев³, В. И. Шинкаренко³,
П. М. Василец², А. В. Солодилов¹, В. Н. Пырков¹

¹ *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия
E-mail: iki561@d902.iki.rssi.ru*

² *Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии, Петропавловск-Камчатский, 683000, Россия
E-mail: vasilets@kamniro.ru*

³ *ранее работал в ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт по развитию и эксплуатации флота»
E-mail: aageev57@mail.ru*

В работе проводится анализ необходимых требований к методике ведения справочной информации государственных систем мониторинга подвижных объектов для обеспечения возможности поддержки выбора стратегических и оперативных решений в области осуществляемого контроля. В качестве основных требований к справочной составляющей мониторинговой системы сформулированы следующие: самодокументируемость, преемственность, наличие прозрачной иерархии в справочной информации, протоколирование, наличие отработанных алгоритмов проверки корректности справочной информации и внесения исправлений. Рассмотрена реализация и совершенствование методики управления справочной информацией в спутниковой отраслевой системе мониторинга Росрыболовства (ОСМ) в рамках приведенных выше требований. В качестве примера использования вышеуказанных методик описано использование комплексной верификации всех справочников, связанных со справочником судов, совместно с позиционными спутниковыми данными. Верификация позволяет оперативно корректировать настройки позиционного спутникового опроса судов, примеры корректировок представлены в работе. При определении тенденций вылова особую роль играет иерархия справочников видов водных биологических ресурсов и районов добычи (вылова). Примеры выявления «аномалий» годового вылова с использованием вышеуказанной иерархии справочников также представлены в работе. Приведён пример использования данных и технологий ОСМ для определения структуры рыболовного флота и эффективности его использования. В свою очередь, такой анализ позволяет принимать стратегические решения по выбору направлений рыболовного судостроения.

Ключевые слова: иерархия справочников, спутниковое позиционирование, межгодовые изменения величины вылова, рыболовный флот

Одобрена к печати: 29.08.2018
DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-5-63-72

Введение

Отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов Росрыболовства (ОСМ) функционирует с 1999 г. и является крупнейшей в мире среди подобных систем. Под её контролем состоит более 3500 судов (ежедневно на промысле находится от 900 до 1500 судов). Информация о позициях судов рыбопромыслового флота поступает в ОСМ по каналам спутниковых систем Inmarsat, Argos, ГОНЕЦ, SAT AIS.

ОСМ разрабатывалась и продолжает совершенствоваться как комплексная информационная система (Пырков и др., 2015), включающая в себя интеграцию с другими отраслевыми информационными системами.

База данных ОСМ содержит и ежедневно собирает такие сведения, как:

- позиционные данные судов;

- судовые суточные донесения (ССД);
- данные по справочникам судов, рыбодобывающих предприятий, биоресурсов, районов промысла и т. д.

В данной работе рассмотрены механизмы, заложенные в управление справочной информацией при создании ОСМ, а также их дальнейшее развитие. Показано на примерах, что вышеуказанные механизмы удовлетворяют требованиям, предъявляемым к методам ведения справочной информации в государственных системах мониторинга для обеспечения поддержки принятия стратегических решений в отрасли.

Постановка задачи

Для обеспечения наиболее эффективного использования большого объема информации, которая обрабатывается в ОСМ, необходимо определить возможность применения справочной информации ОСМ для поддержки принятия оперативных и стратегических решений. Необходимо также определить направления, по которым должно идти развитие управления справочной информацией ОСМ в случае необходимости.

Для того чтобы определить эффективность механизмов управления справочной информацией ОСМ, необходимо сформулировать требования к справочной информации и проанализировать структуру данных ОСМ и технологию актуализации данных. Далее, в случае соответствия в основных моментах методики управления справочниками ОСМ сформулированным требованиям на нескольких примерах показать возможности ОСМ и определить дальнейшие направления развития механизмов управления справочниками.

В качестве примеров предложено рассмотреть следующие задачи:

- определение необходимости корректировок позиционного опроса судов;
- определение тенденций рыболовного промысла;
- определение направления рыболовного судостроения.

Первая из указанных задач обеспечивает оперативное управление ОСМ и поддержание корректного функционирования ОСМ в целом.

Выбор двух последних задач объясняется тем, что обеспечение эффективности добычи водных биологических ресурсов (ВБР) является важной задачей любого морского государства. Определение тенденций промысла должно служить развитию рыбохозяйственного комплекса, что, в свою очередь, является важным в экономическом, продовольственном и политическом направлениях развития государства. И одним из основных стратегических направлений обеспечения эффективности добычи ВБР является стратегическое планирование развития рыбопромыслового флота.

Методика

В качестве основной платформы транспорта информации в ОСМ принят обмен файлами формата ОСМ по ftp-протоколу (Андреев, 2005). Данным способом актуализируется в том числе и справочная информация ОСМ. Механизм актуализации хорошо зарекомендовал себя в течение семнадцати лет успешного функционирования ОСМ. Он обеспечивает, кроме прочего, протоколирование выполняемых операций по изменению данных ОСМ. В структуре справочника судов предусмотрено ведение истории внесения изменений в справочник. Для этого в таблице создано ключевое поле `date_registration_ves` (дата регистрации карточки судна), а также поле `date_expiration_ves` (дата закрытия карточки судна), которое для открытой карточки судна имеет значение NULL. Для определения иерархии в справочниках представлены таблицы наследования, имеющие суффикс `_p` (от слова *parent* — родительский). Таблицы наследования определены для следующих справочников:

- `fish` — видов ВБР;

- region — районов добычи;
- own — рыбохозяйственных предприятий;
- type_ves — типов судов.

Перейдём к общим требованиям к справочникам систем мониторинга. В качестве основных требований к методике управления справочной информацией следует определить следующие:

- самодокументируемость;
- преемственность;
- наличие прозрачной иерархии в справочной информации;
- протоколирование;
- наличие отработанных алгоритмов проверки корректности справочной информации и внесения исправлений.

Среди вышеперечисленных требований не указано являющееся очевидным требование наличия функциональности, которая поддерживает целостность данных системы мониторинга в рамках методики управления справочной информацией.

Структура справочников ОСМ удовлетворяет вышеперечисленным требованиям. Названия таблиц и полей в них указывают как на содержание полей, так и на их роль в структуре таблицы. Из названия поля в большинстве случаев можно понять, является ли оно индексным или ключевым. О протоколировании и иерархии в справочниках уже сказано выше. Для наглядности преемственности справочной информации для всех справочных таблиц программное обеспечение ОСМ было модернизировано с целью актуализации таблиц, содержащих историю внесения изменений. Данные таблицы имеют суффикс `_history`, например `own_history`. Актуализация таблиц с суффиксом `_history` обеспечивается триггерами, срабатывающими на каждое изменение основной справочной таблицы.

На базе проведённого предварительного анализа, показавшего соответствие механизмов ведения справочников ОСМ основным предъявляемым требованиям, ниже представлены результаты использования системы управления справочниками ОСМ для решения оперативных и стратегических задач.

Работы по разработке и тестированию элементов справочной информации спутниковой системы мониторинга рыболовства проводились с использованием ресурсов центра коллективного пользования ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2015)

Результаты

Корректировка позиционного опроса судов на основе анализа справочной информации

Для поддержания справочных данных ОСМ в актуальном состоянии наряду с обычными методами верификации справочников используются методы, основанные на комплексном анализе справочников и поступающих данных спутникового позиционирования. В качестве примеров обычных методов верификации ниже представлены проверки, которые регулярно проводятся для справочника судов. Проверяются на дублирование следующие поля:

- идентификатор MMSI (Maritime Mobile Service Identity);
- идентификатор IMO (International Maritime Organization);
- радиопозывной;
- бортовой номер.

Дополнительно к проверкам, аналогичным вышеуказанным, проводится сопоставление данных в справочнике судов и информации, поступающей от систем спутникового позиционирования.

В качестве примера рассмотрим взаимодействие ОСМ со спутниковой системой наблюдения за сигналами автоматической идентификационной системы — SatAIS (Satellite Automated Identification System). (Марченков и др., 2012).

Оперативные запросы к провайдерам данных SatAIS базируются на списках идентификаторов MMSI. В то же время есть возможность еженедельно получать информацию, сопутствующую позиционным данным. Сопутствующие данные содержат, наряду с кодом MMSI, радиопозывной, код IMO и наименование судна в латинской транскрипции.

Рис. 1. Пример некорректного трека судна. Проблема вызвана ошибочной записью в справочнике судов

Рис. 2. Пример корректного трека судна. Необходимость корректировки была вызвана ошибкой в настройках транспондера

По этим параметрам проводится сопоставление. При таком сопоставлении наряду с выявлением ошибок в справочных данных определяются ошибки в настройке терминалов спутникового позиционирования и в параметрах запросов к системам спутникового позиционирования.

Далее представлен пример обнаружения ошибки в справочнике судов: неверно указан код MMSI, поэтому в случае привязки позиций по коду MMSI трек судна выглядел бы, как представлено на *рис. 1* (см. с. 66). По данным системы INMARSAT (значение 32 в крайней левой колонке таблицы позиций на *рис. 1*), судно находится в порту Владивостока. В то время как транспондер АИС с кодом MMSI, на который ошибочно ссылается справочник для этого судна, находится в порту Корсаков (значение 1000).

На *рис. 2* (см. с. 66) представлен пример обнаружения ошибки в настройке транспондера АИС. В транспондере неверно был указан код MMSI = 273471850, поэтому привязка позиций была невозможна к правильному коду MMSI = 273431850. По результатам сопоставления были даны распоряжения о корректировке настроек транспондера. Осуществилась привязка позиций к идентификатору судна в ОСМ, и трек судна стал выглядеть нормальным образом, как представлено на рисунке. Позиционные данные системы INMARSAT (значение 62 в крайней левой колонке таблицы позиций на *рис. 2*) соответствуют позициям АИС (значение 1035).

«Аномалии» промышленного вылова водных биологических ресурсов

Для определения тенденций рыболовного промысла на основе судовых суточных донесений с учётом иерархии и истории ведения справочников был проанализирован вылов по видам ВБР за восемь лет. Были выявлены три существенные межгодовые изменения величины вылова для следующих видов:

- мойва;
- минтай;
- каспийская килька.

Рассмотрим данные аномалии несколько позднее, а сейчас обратим внимание на такую особенность определения вылова: если не учитывать иерархию и историю внесения изменений в справочник видов рыб, то аномалий вылова может быть обнаружено гораздо больше, как в примере, приведённом в *таблице*.

Кажущиеся аномалии в ежегодном вылове палтуса,
палтуса белокорого и палтуса чёрного (синекорого)

Вид биоресурса	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Палтус	23 315,7	24 300,1	25 630,9	234 67,2	14 085,6	241,3	176,0	147,8
Палтус белокорый	7,6	101,1	117,6	140,0	112,0	1996,9	2555,8	3449,5
Палтус чёрный (синекорый)	0,1	10,1	0,0	4,8	8977,8	16 355,5	22 590,7	22 616,4
Палтус	23 323,4	24 411,3	25 748,5	23 612,0	23 175,4	18 593,7	25 322,5	26 213,7

Такие кажущиеся аномалии могли бы ввести в заблуждение при принятии решений о размерах допустимого улова. Однако согласно иерархии, определяемой справочником видов ВБР, в ОСМ вышеуказанные три вида относятся к одному родительскому виду ВБР, при суммировании (четвёртая строка в *таблице*) кажущаяся аномалия исчезает. Ситуация объясняется тем, что в середине 2008 г. было настоятельно рекомендовано в судовых суточных донесениях капитанам выделять вылов по палтусу белокорому и палтусу чёрному (синекорому).

Рис. 3. Пример результатов обобщённого анализа промышленного вылова

Рис. 4. Пример аномалии промышленного вылова кильки в Каспийском море

Вернёмся к выявленным реальным аномалиям в промышленном вылове ВБР и изучим пример результатов обобщённого анализа промышленного вылова.

На рис. 3 показана межгодовая динамика вылова сельди по сравнению с аномальными выловами минтая и мойвы. Устойчивое увеличение вылова минтая в 2005–2010 гг. оказалось возможным за счёт роста в этот период общего запаса охотоморского минтая (Булатов, 2015). Резкое увеличение вылова мойвы объясняется снятием длительного моратория на вылов в 2009 г.

Наибольшая аномалия наблюдается в вылове кильки в Каспийском море (рис. 4).

Рис. 5. Треки спутникового позиционирования рыболовных судов в Каспийском море в мае 2005 и 2012 гг.

Данная аномалия объясняется двумя факторами:

- сокращение численности анчоусовидной и большеглазой килек, связанное с тем фактом, что с 2002 г. экосистема Каспийского моря находится под прессом черноморского вселенца гребневика-мнемиопсиса, завезённого с балластными водами танкеров из Чёрного моря (Ходоревская и др., 2013);
- снижение рентабельности добычи (вылова) данных видов кильки и, как следствие, — уменьшение количества добывающих судов в Каспийском море.

Уменьшение количества добывающих судов в Каспийском море наглядно показано на *рис. 5*, представляющем треки судов в Каспийском море в мае 2005 и 2012 гг., которые определены с помощью спутникового позиционирования в ОСМ.

Рисунок 4, с аномальным выловом кильки в Каспийском море, а также *рис. 5* (см. с. 68), наглядно отображающий резкое уменьшение добывающих судов в Каспийском море, ранее были приведены в работе (Пырков и др., 2015).

Анализ обобщённого вылова, полученный на основе судовых суточных донесений и иерархической справочной информации ОСМ, может служить в качестве верификационной базы при принятии управленческих решений в отрасли.

Оценка эффективности судостроительных программ

Как отмечалось в начале статьи, стратегическое планирование развития рыбопромыслового флота является важным направлением обеспечения эффективности добычи ВБР.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА РФ

Рис. 6. Пример диаграмм для анализа рыбопромысловых мощностей

Для проведения анализа эффективности добычи с используемыми рыбопромысловыми мощностями были подготовлены данные и рассчитаны временные ряды по следующим показателям: вид ВБР, район добычи, рыбодобывающее предприятие, тип промыслового судна, нахождение судна на промысле. При расчёте использована заложенная в структуру справочной информации ОСМ возможность контроля иерархии и истории внесения изменений в справочники.

На основе вышеуказанных временных рядов были сделаны следующие выводы:

- удельный объём добычи ВБР не снизился по сравнению с 1991 г.;
- изменился состав, а также механизмы добычи ВБР;
- используются «бывшие в употреблении» суда зарубежной постройки и суда российского судостроения, представленные в основном БАТМ типа «Пулковский Меридиан», выпуск которого был начат в 1974 г. и прекращён в 2011 г.

Основные проблемы флота происходят вследствие следующих факторов: изношенные суда, использование устаревших технологий, возможность ремонта преимущественно за рубежом и, как следствие, — недостаточная эффективность морского рыболовства Российской Федерации.

На *рис. 6* (см. с. 69) приведён пример диаграмм, на основе которых эксперты отрасли пришли к вышеприведённым выводам.

Таким образом, анализ, проведённый с учётом предоставленных данных ОСМ, может быть использован при разработке предложений по направлениям повышения эффективности добычи ВБР. Аналогичный анализ для Северного бассейна на основе данных ОСМ проводился в работе (Васильев, 2013).

Работа по анализу структуры и содержания справочной информации ОСМ, а также по её совершенствованию выполнялась при поддержке ФАНО (тема «Мониторинг», госрегистрация № 01.20.0.2.00164)

Выводы

Представленные на основе ретроспективных данных ОСМ примеры свидетельствуют, что структура справочной информации ОСМ позволяет использовать большой объём данных ОСМ при построении корректных временных рядов для поддержки принятия как оперативных, так и стратегических решений. При выполнении работы было отмечено, что справочники районов добычи требуют повышения оперативности внесения в них изменений. Необходимо разработать инструменты, позволяющие анализировать потребности внесения вышеуказанных изменений в справочники районов добычи и оперативно принимать решения, какие объекты должны быть внесены, а какие — отклонены во избежание засорения справочников.

Литература

1. *Андреев М. В.* Создание автоматизированной системы распространения и предоставления данных отраслевого мониторинга рыболовства: дис. ... канд. техн. наук. Москва: МІЕМ, 2005. 128 с.
2. *Булатов О. А.* К вопросу о методологии прогнозирования запасов и стратегии промысла минтая // Труды ВНИРО. 2015. Т. 157. С. 45–70.
3. *Васильев А. М.* Значение институциональных нововведений в развитие рыболовства на Северном бассейне // Рыбное хозяйство. 2013. № 5. С. 32–38.
4. *Луян Е. А., Прошин А. А., Бурцев М. А., Балашов И. В., Барталев С. А., Ефремов В. Ю., Кашицкий А. В., Мазуров А. А., Матвеев А. М., Суднева О. А., Сычуглов И. Г., Толпин В. А., Уваров И. А.* Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263–284.

5. Марченков В. В., Пырков В. Н., Черных В. Н., Солодилов А. В., Ермаков В. В. Использование метода нечеткого поиска для идентификации судов, по их атрибутам в разнородных БД // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 3. С. 38–42.
6. 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.
7. Ходоревская Р. П., Асейнова А. А., Парицкий Ю. А., Канатьев С. В., Гаврилова Д. А., Зубкова Т. С., Абдулаева Д. Р. Состояние запасов морских рыб Каспийского моря (по результатам исследований в 2011 г.) // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2013. № 1. С. 106–117.

Using the structural features of reference information of satellite fishery monitoring system to support the choice of solutions

A. Yu. Degay¹, A. V. Ageyev³, V. I. Shinkarenko³,
P. M. Vasilets², A. V. Solodilov¹, V. N. Pyrkov¹

¹ Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia
E-mail: iki561@d902.iki.rssi.ru

² Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
Petropavlovsk-Kamchatsky 683000, Russia
E-mail: vasilets@kamniro.ru

³ formerly with Research and Development Institute
for the Development and Operation of the Fleet
E-mail: ageev57@mail.ru

The work analyzes the requirements for the methodology for maintaining reference information of the state monitoring systems of moving objects to provide support for the selection of strategic and operational solutions. The following requirements for the reference information component of the monitoring system are formulated as main ones: self-documentability, continuity, the availability of a transparent hierarchy in reference information, logging, the existence of well-proven algorithms for checking the correctness of reference information and making corrections. The implementation and improvement of the methodology for managing background information in the satellite fishery monitoring system (FMS) within the framework of the above requirements is considered. As an example of the use of the above techniques, the use of integrated verification of all reference tables associated with the vessel information in conjunction with satellite positional data is described. The above verification allows adjusting the satellite positioning schedule of the vessels, examples of adjustments are also presented in the paper. Hierarchy of the fish kind reference information and fishing areas plays a special role in determining trends of the catch rate. Examples of revealing the “anomalies” of annual catch rate using the above hierarchy of handbooks are presented. Also, an example of the use of FMS data and technologies to determine the structure of the fishing fleet and the efficiency of its use is given. In its turn, such an analysis allows making strategic decisions on the choice of directions of fishing shipbuilding.

Keywords: hierarchy of reference books, satellite positioning, interannual changes in catch rate, fishing fleet

Accepted: 29.08.2018

DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-5-63-72

References

1. Andreev M. V., *Sozдание avtomatizirovannoi sistemy rasprostraneniya i predostavleniya dannykh otraslevogo monitoringa rybolovstva: dis. kand. tekhn. nauk* (Creation of an automated system for data service and transmission of data for fishery monitoring system. Cand. techn. sci. thesis), Moscow: MIEM, 2005, 128 p.

2. Bulatov O. A., K voprosu o metodologii prognozirovaniya zapasov i strategii promysla mintaya (On the methodology of forecasting stocks and the strategy for the Alaska pollock fishery), *Trudy VNIRO*, 2015, Vol. 157, pp. 45–70.
3. Vasil'ev A. M., Znachenie institutsional'nykh novovvedenii v razvitie rybolovstva na Severnom basseine (The Importance of Institutional Innovation in the Development of Fisheries in the Northern Basin), *Rybnoe khozyaistvo*, 2013, No. 5, pp. 32–38.
4. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev M. A., Balashov I. V., Bartalev S. A., Efremov V. Yu., Kashnitskii A. V., Mazurov A. A., Matveev A. M., Sudneva O. A., Sychugov I. G., Tolpin V. A., Uvarov I. A., Tsentr kollektivnogo pol'zovaniya sistemami arkhivatsii, obrabotki i analiza sputnikovyykh dannyykh IKI RAN dlya resheniya zadach izucheniya i monitoringa okruzhayushchei sredy (IKI center for collective use of satellite data archiving, processing and analysis systems aimed at solving the problems of environmental study and monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 5, pp. 263–284.
5. Marchenkov V. V., Pyrkov V. N., Chernykh V. N., Solodilov A. V., Ermakov V. V., Ispol'zovanie metoda nechetkogo poiska dlya identifikatsii sudov, po ikh atributam v raznorodnykh BD (Using the fuzzy search method to identify ships, by their attributes in heterogeneous databases), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 3, pp. 38–42.
6. Pyrkov V. N., Solodilov A. V., Degai A. Yu., Sozdanie i vnedrenie novykh sputnikovyykh 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.
7. Khodorevskaya R. P., Aseinova A. A., Paritskii Yu. A., Kanat'ev S. V., Gavrilova D. A., Zubkova T. S., Abdulaeva D. R., Sostoyanie zapasov morskikh ryb Kaspiiskogo morya (po rezul'tatam issledovaniy v 2011 g.) (Status of marine fish stocks in the Caspian Sea (based on research results in 2011)), *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, Seriya: Rybnoe khozyaistvo*, 2013, No. 1, pp. 106–117.