

**В. В. Асмус** (ФГБУ «НИЦ «Планета»)

В 1976 г. окончил Московский институт электронного машиностроения по специальности «прикладная математика». После окончания института работает в ФГБУ «НИЦ «Планета». В настоящее время — директор ФГБУ «НИЦ «Планета». Доктор физико-математических наук, профессор.

**В. В. Затягалова** (ФГБУ «НИЦ «Планета»)

В 2003 г. окончила Московский государственный университет геодезии и картографии по специальности «геоинформационные системы». В ФГБУ «НИЦ «Планета» работает с 2010 г. В настоящее время — старший научный сотрудник. Кандидат технических наук.

**В. А. Кровотынцев** (ФГБУ «НИЦ «Планета»)

В 1970 г. окончил Севастопольский приборостроительный институт по специальности «радиоинженер». До 1988 г. работал в Морском гидрофизическом институте Академии наук Украины. В настоящее время — заведующий отделом ФГБУ «НИЦ «Планета». Кандидат физико-математических наук.

**И. С. Тренина** (ФГБУ «НИЦ «Планета»)

В 1978 г. окончила Московский педагогический институт им. В. И. Ленина. В ФГБУ «НИЦ «Планета» работает с 1982 г. В настоящее время — заведующая лабораторией.

## Картографический веб-сервис мультимасштабной спутниковой информационной продукции ледовой обстановки северной части Каспийского моря в период 2012–2014 гг.

В последнее десятилетие технологии построения карт морского ледяного покрова достигли существенного прогресса. Еще недавно считалось, что карты морского ледяного покрова, построенные на основе спутниковой информации, вследствие их специфических особенностей, не подлежат дальнейшей формализации. Причина заключается в том, что каждая оконтуренная область ледовой карты описывается тремя основными характеристиками (сплоченность, возраст и формы), каждая из которых также состоит из нескольких параметров, представленных в процентном соотношении. Таким образом, каждая оконтуренная область ледовой карты являет-

ся неоднородным образованием, в состав которой входят разнородные по сплоченности, возрасту и формам ледяные объекты.

Широкое внедрение в практику геоинформационных систем и картографических веб-сервисов открыло огромные возможности для дальнейшего развития технологий построения по спутниковым данным карт морского ледяного покрова. При этом развитие технологий построения карт морского ледяного покрова происходит по следующим направлениям:

1. Представление ледовых карт (помимо растровых форматов) производится в векторном формате SIGRID-3 (в соответствии с требованиями Всемирной метеорологической орга-

низации). Ледовые карты в формате SIGRID-3 занимают существенно меньший объем оперативной памяти и имеют большую скорость воспроизведения карты при визуализации на мониторах.

2. Создание ледовых карт на разных уровнях масштаба с необходимой детализацией. При этом используется спутниковая информация, существенно отличающаяся по ширине обзора и пространственному разрешению. Другими словами, ледовая карта представляется в виде мультимасштабной информационной продукции.
3. Представление ледовых карт в среде геосервисов. Это делает возможным преобразование карты ледовой обстановки в динамическую мультимасштабную информационную продукцию, доступную для широкого круга пользователей (в т. ч. непосредственно на судах), позволяющую в режиме реального времени получать всю полноту данных о состоянии (и изменении за предшествующий период) ледяного покрова в любой точке моря.
4. Оперативное дополнение в среде геосервисов ледовых карт другими видами информации (данные береговых и судовых измерений, синоптические карты, режимная информация, батиметрические карты и др.), при сопоставлении с которыми повышается достоверность и качество интерпретации ледовой обстановки.

Спутниковый мониторинг морских акваторий проводится в ФГБУ «НИЦ «Планета» с момента запуска в 1983 г. первого отечественного океанографического спутника серии «Океан» с радиолокационной станцией бокового обзора X-диапазона. В настоящее время для построения карт ледовой обстановки в основном используются спутниковые данные видимого, инфракрасного или микроволнового диапазонов (космические аппараты NOAA, Terra, Aqua, Suomi NPP, MetOp, «Метеор-М»

№1, «Канопус-В»). Прием, обработка и распространение информации с упомянутых спутников осуществляется в Европейском (Москва, Обнинск, Долгопрудный), Сибирском (Новосибирск) и Дальневосточном (Хабаровск) центрах ФГБУ «НИЦ «Планета».

Технология построения карт ледовой обстановки сочетает в себе автоматизированные и интерактивные процессы, реализация которых осуществляется в собственной программной системе «PlanetaMeteo». Кроме того, на некоторых этапах обработки данных зарубежных спутников использовался программный комплекс ENVI (поставщиком которого в нашу организацию является компания «Совзонд»). В автоматизированном режиме выполняется предварительная обработка спутниковых изображений (географическая привязка, трансформирование космических изображений, сформированные заранее, картографические основы, составление обзорных монтажей). В интерактивном режиме выполняется дешифрирование на космических снимках ледовых параметров (возраст, сплоченность, формы льда, обобщенные характеристики и др.). При этом в условиях закрытия облачностью и отсутствия полного покрытия района информацией построение ледовых карт проводится на основе комплексирования данных с разных спутников, различного пространственного разрешения и спектральных диапазонов. Это позволяет по отдельным свободным от облачности районам составить более полную картину ледовой обстановки, тем самым повысить надежность картирования. В результате выполнения этих процедур формируются растровые карты ледовой обстановки, а далее с использованием программного обеспечения (ПО) ArcGIS for Desktop Standard (ArcEditor) 10.2 (Esri, США) создается векторный файл в формате SIGRID 3.

Для представления данных удаленным потребителям в ФГБУ «НИЦ «Планета» был разработан картографический веб-сервис,

созданный по ГИС-веб-технологиям компании ESRI. Непосредственно само размещение геоданных в сервисе происходит с использованием ПО ArcGIS for Server, а их визуализация в веб-приложении настраивается с помощью ArcGIS Viewer for Flex. Картографической основой для представления данных в веб-сервисе служат топографические карты и мозаики спутниковых изображений (полученные по данным спутников Landsat; для отдельных районов с высоким разрешением (лучше 2 м) по данным спутников WorldView-1,2, QuickBird, GeoEye-1, IKONOS и др.), находящиеся в открытом доступе в облачной ГИС-инфраструктуре [www.arcgis.com](http://www.arcgis.com).

Аналогичные технологии используются во всем мире. Картографические веб-сервисы функционируют в США (National Snow and Ice Data Center, NSIDC NASA, <http://nsidc.org>), в Европе (GMES SERVICES and Norwegian Meteorological Institute, <http://polarview.met.no>), в России (ФГБУ ААНИИ, <http://www.aari.ru>).

Отличительной особенностью картографического веб-сервиса, разработанного ФГБУ «НИЦ «Планета», является представление данных о ледовой обстановке северной части Каспийского моря в виде мультимасштабного продукта (рис.). Это означает, что в одном продукте на разных масштабах мы можем получить разные виды информации: на мелком масштабе отображается кромка льда, на среднем — карта распределения припая и плавучего льда, на среднем и крупном — карта ледовой обстановки с информацией о типе, сплоченности, возрасте и форме льда.

Мультимасштабный продукт, отвечая требованиям Всемирной метеорологической организации (ВМО), описывается международной символикой в формате SIGRID3. По сути, это специализированный шейп-файл, но с закодированной атрибутивной информацией. При этом атрибутивная информация для каждого оконтуренного участка льда содержит сведения о его характеристиках. В формате SIGRID3

наибольшую сложность представляет символьная визуализация на карте. Каждый тип льда, помимо своего полигонального отображения, должен обозначаться овальным символом, определенные позиции которого заполняются значениями, пересчитанными из атрибутивной таблицы. При этом символика должна быть информативной и читаемой на карте. Отобразить такую сложную символику с ее динамической расстановкой внутри ледовых областей стало возможным на картографическом веб-сервисе с помощью разработанного авторами скрипта, написанного на Visual basic.

В конечном итоге картографический веб-сервис сделал возможным получить в окне обычного браузера в удобной для визуального восприятия форме текущую информацию о состоянии морского ледяного покрова в период 2013–2014 гг., а также отследить ретроспективу развития ледовой обстановки в периоды 2012–2013 гг.

Тестовая версия картографического веб-сервиса реализована на район, охватывающий северную часть Каспийского моря, но в дальнейшем планируется расширить район представления результатов спутникового мониторинга на арктические и замерзающие моря России. При этом картографический веб-сервис станет единой точкой доступа к пространственной распределенной информации от трех центров ФГБУ «НИЦ «Планета», территориально удаленных друг от друга, позволяя в едином экстенде электронной карты составить наиболее полную картину о ледовой обстановке.

В заключении следует отметить, что только с помощью стандартных программных средств существующих ГИС-веб-технологий, без дополнительных серьезных разработок, можно создавать любые приложения или сервисы, обеспечивающие решение задач спутникового мониторинга окружающей среды, объединяя при этом информационные ресурсы различных организаций.

