

Архипова О.Е.<sup>1</sup>, Лычагина Ю.М.<sup>2</sup>

## АТЛАСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ АЗОВСКОГО МОРЯ

### АННОТАЦИЯ

На современном этапе развития общества, на фоне усложнения технических решений и технологий, строительства новых промышленных и гидротехнических объектов в густонаселенном южноевропейском регионе России наблюдаются повторяющиеся угрожающие природные процессы и явления региональных и локальных масштабов. Для принятия решений на разных административных уровнях в целях выявления закономерностей формирования территориальных экологических проблем в системе «общество – природа» необходима разработка научных подходов и инновационных методов исследования внутривековых колебаний климата, экстремальных опасных явлений как природного, так и антропогенного характера.

За последние десятилетия в географических исследованиях сложилась практика использования электронных карт, сформировалось направление «Создание и использование географических информационных систем (ГИС)». Без привлечения информационных технологий не могут быть в настоящее время в достаточной мере использованы и осмыслены уже имеющиеся фундаментальные объемные картографические издания.

Целью настоящего исследования являются разработка и создание Атласной информационной системы (АИС) оценки устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря. Его тематика затрагивает долговременные климатические изменения, катастрофические природные явления, социально-экономические угрозы и риски в азовоморском регионе. Процесс реализации Атласа предусматривает использование новейших современных технологий и достижений в области ГИС. Основой разработки для решения актуальных научных задач явилась комплексная ГИС «Азовское море». Представленный в работе подход позволит перевести разработанную для специалистов полнофункциональную многоцелевую ГИС в облегченную версию АИС с разделами конкретной направленности и доступную широкому кругу пользователей без специальных навыков.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** атлас, информационная система, устойчивое развитие, Азовское море.

---

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, пр. Чехова, 41, 344006, Ростов-на-Дону, Россия, *e-mail*: [arkhipova@ssc-ras.ru](mailto:arkhipova@ssc-ras.ru)

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, пр. Чехова, 41, 344006, Ростов-на-Дону, Россия, *e-mail*: [yuliya.lychagina@gmail.com](mailto:yuliya.lychagina@gmail.com)

Olga E. Arkhipova<sup>1</sup>, Yulia M. Lychagina<sup>2</sup>

## ATLAS INFORMATION SYSTEM OF ESTIMATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE COASTAL ZONE OF THE AZOV SEA

### ABSTRACT

At the present stage of development of society in the densely populated southern European region of Russia, there are repeated threatening natural processes and phenomena of regional and local scales against the backdrop of increasing complexity of technical solutions and technologies, construction of new industrial and hydraulic engineering objects.

It is necessary to develop scientific approaches and innovative methods for studying the century climate fluctuations, extreme dangerous phenomena of both natural and anthropogenic nature for decision-making at different administrative levels in order to reveal the patterns of formation of territorial environmental problems in the system "society – nature".

In recent decades, the practice of using electronic maps has developed in geographic studies, and the direction "Creation and use of geographic information systems (GIS)" has been formed. Without the involvement of information technologies, existing fundamental voluminous cartographic publications cannot be sufficiently used and comprehended at present.

The purpose of this study is the development and creation of the Atlas Information System (AIS) for assessing the sustainable development of the coastal zone of the Azov Sea. Its theme touches on long-term climate changes, catastrophic natural phenomena, socio-economic threats and risks in the Azov Sea region. The Atlas implementation process involves the use of the latest modern technologies and achievements in the field of GIS. The basis of development for solving urgent scientific problems was the complex GIS "Azov Sea". The approach presented in the paper will make it possible to translate the fully functional multi-purpose GIS developed for specialists into a lightweight version of the AIS with sections of a specific orientation and accessible to a wide range of users without special skills.

**KEYWORDS:** atlas, information system, sustainable development, the Sea of Azov, coastal zone.

### ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития общества, на фоне усложнения технических решений и технологий, строительства новых промышленных и гидротехнических объектов в густонаселенном южноевропейском регионе России наблюдаются повторяющиеся угрожающие природные процессы и явления региональных и локальных масштабов. Для принятия решений на разных административных уровнях в целях обеспечения безопасности населения и уменьшения экономического ущерба социальной инфраструктуре, выявления закономерностей формирования территориальных экологических проблем в системе «общество – природа» необходима разработка научных подходов и инновационных методов исследования внутривековых колебаний климата, экстремальных опасных явлений как природного, так и антропогенного характера.

<sup>1</sup> Federal Research Center The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Chehova str., 41, 344006, Rostov-on-Don, Russia, *e-mail*: [arkhipova@ssc-ras.ru](mailto:arkhipova@ssc-ras.ru)

<sup>2</sup> Federal Research Center The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Chehova str., 41, 344006, Rostov-on-Don, Russia, *e-mail*: [yuliya.lychagina@gmail.com](mailto:yuliya.lychagina@gmail.com)

За последние десятилетия в географических исследованиях сложилась практика использования электронных карт, сформировалось направление «Создание и использование географических информационных систем (ГИС)», которое в силу необходимости решения практических задач, связанных с анализом изменений погоды и климата, оценкой экологических и социально-экономических рисков, ориентировано на использование актуальных векторных, а также растровых версий изданных топографических карт и планов. Без привлечения информационных технологий не могут быть в настоящее время в достаточной мере использованы и осмыслены уже имеющиеся фундаментальные объемные картографические издания.

Несмотря на нынешнее состояние развития технологий веб-публикации и методов графического визуального представления геоданных в ГИС, проектирование и создание электронных карт и атласов по-прежнему инновационная задача [Šmída, 2008]. В последние годы особенно популярной стала тематика «облачной» инфраструктуры. В настоящее время понятие «облачных» решений расширилось и стало включать в себя не только инфраструктуру, но и программное обеспечение. В «облако» можно загружать свои данные, а также давать ссылки на готовые веб-карты, сервисы, приложения и инструменты, которые опубликованы на других веб-ресурсах, сопоставляя и комбинируя их для получения новых приложений, тематических карт или веб-сервисов. В течение последнего десятилетия при разработке цифровых национальных атласов были сделаны различные достижения, касающиеся методов визуализации и функциональности веб-публикаций. Появляется все больше технических публикаций, посвященных проблемам веб-картографии, где рассматриваются процедуры создания электронных атласов с акцентами на особенностях электронных карт [Филатов и др., 2014; Sieber et al., 2016].<sup>1</sup>

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ современных веб-атласов показал, что технология их создания все больше переходит от привычных атласов, построенных как электронная копия печатных изданий, к системам, опирающимся на использование современных информационных технологий.

Примером такого атласа служит Европейский атлас морей (о морях и прибрежных районах) (European Atlas of the Seas: learn more about seas and coasts), который использует инфраструктуру ArcGIS Server и ArcGIS Viewer for Flex<sup>2</sup>. Атлас постоянно совершенствуется и обновляется на основе пользовательского ввода.

Технология, лежащая в основе сети «Взгляд на Землю» (Eye on Earth)<sup>3</sup>, разработана с целью обеспечения доступа к экологической информации следующего поколения и, как ожидается, создаст многочисленные новейшие возможности для публикации экологических данных и информации, включая некоторые интересные примеры совместного представления наблюдений граждан в отношении окружающей среды наравне с официальными данными и статистической информацией мониторинга и в сравнении с ними.

Сообщество «Международная сеть атласов прибрежных районов» (ICAN) с 2006 г. реализует подходы совместимости данных для веб-атласов прибрежных систем (coastal web atlases (CWAs)). В 2013 г. ICAN стал проектом Программы (IODE) UNESCO. Стратегическая цель проекта IODE ICAN – обмен опытом и поиск общих решений для развития

---

<sup>1</sup> Environmental Atlas of Abu Dhabi Emirate. Электронный ресурс: <https://www.environmentalatlas.ae/> (дата обращения: 24.02.2018).

<sup>2</sup> European Atlas of the Seas: learn more about seas and coasts url: [http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/index_en.htm) (дата обращения: 10.03.2018).

<sup>3</sup> European Environment Agency. Электронный ресурс: <http://www.eea.europa.eu/data-andmaps/data/waterbase-water-quantity-9> (дата обращения: 10.03.2018).

CWAs, при этом обеспечивается максимальная актуальность для конечных пользователей. Основная цель ICAN – построение функционирующего цифрового атласа побережий по всему миру, основанного на принципе общей распределенной информации. Локальные прибрежные веб-атласы как главные источники пространственной информации о прибрежных зонах по всему миру будут интегрированы в общую сеть. Это станет основой для обсуждений рациональной и обоснованной политики устойчивого управления, что особенно актуально для глобальных инфраструктур пространственных данных, морского пространственного планирования и других глобальных мировых проектов<sup>1</sup>.

В ЮНЦ РАН проводятся работы, связанные с формированием электронных баз океанографических данных, разрабатываются и совершенствуются подходы к контролю качества данных, программный инструментарий для работы с БД с применением современных геоинформационных технологий. В результате этих работ при участии коллег из Лаборатории морского климата Национального центра океанографических данных НОАА США выпущены Климатические атласы Азовского моря 2006 [Climatic Atlas..., 2006], Экологический атлас Азовского моря [Экологический атлас..., 2011], Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013) [Атлас климатических..., 2014] и др.

Эти атласы изданы в традиционном бумажном виде и в виде электронной версии на DVD. Для Черного, Азовского и Каспийского морей ведутся разработка и наполнение информацией соответствующих ГИС. В последнее время работы направлены на создание общедоступных веб-приложений на основе геопортальной или облачной технологии. Серия атласов социально-политических проблем, угроз и рисков Юга России, изданных в ЮНЦ РАН, посвящена комплексному анализу перспектив и препятствий устойчивого развития южнороссийского макрорегиона. В фокусе внимания исследования – угрозы и риски различного характера, от геополитических до экологических. Особое внимание уделено рассмотрению новейших тенденций общественно-политической и социально-экономической жизни Азово-Черноморского региона [Матишов, Пащенко, 2013].

Целью настоящего исследования являются разработка и создание Атласной информационной системы оценки устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря. На данном этапе создана первая версия «Электронного атласа Азовского моря» [Архипова, Лычагина, 2017] как часть будущей атласной системы. В основу сайта легла печатная версия Атласа [Экологический атлас..., 2011]. Его тематика затрагивает долговременные климатические изменения, катастрофические природные явления, социально-экономические угрозы и риски в азовоморском регионе.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Процесс реализации электронного Атласа разбит на две части. С одной стороны – разработка концептуального дизайна Атласа, с другой – технологический процесс создания веб-публикации.

Визуализация концепции дизайна сайта состоит из нескольких взаимосвязанных по определенному алгоритму этапов. Этот процесс был апробирован авторами ранее при создании веб-сайта – электронной версии «Атласа климатических изменений в Больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013)», а также адаптирован под текущие задачи и подробно описан в [Архипова, Лычагина, 2017].

---

<sup>1</sup> International Oceanographic Data and Information Exchange Programme (IODE) Web resource: <https://www.iode.org/> (accessed: 20.03.2018).

Процесс реализации Атласа предусматривает использование новейших современных технологий и достижений в области ГИС. Так как ГИС-технологии предоставляют мощные средства визуализации, анализа и последующей публикации в Интернет информации, имеющей пространственную привязку, основой разработки для решения актуальных научных задач явилась комплексная ГИС «Азовское море». При этом выбор программных продуктов обусловлен наличием у исследователей лицензионного программного обеспечения ArcGIS корпорации ESRI<sup>1</sup> и большим опытом работы с ним.

Информационная система состоит из ряда локальных ГИС-проектов, наполненных картографической информацией по геоморфологии и донным отложениям, метеорологии и климате, гидрологии, гидрохимии, биологии и антропогенному воздействию на морские прибрежные экосистемы. Для создания локальных проектов в соответствии с основными тематическими разделами Атласа используются ArcGIS Desktop и СУБД PostgreSQL.

Для того чтобы геоинформационная система с поддержкой принятия решений стала общедоступной и ориентированной на пользователя, связанного с конкретной территорией, было решено с использованием «облачной» технологии на базе созданных локальных ГИС преобразовать ее в атласную информационную систему (АИС). Для публикации в Интернет будут использованы программные продукты ArcGIS Server, ArcGISOnline (публичное или внешнее «облако»), Portal for ArcGIS (частное или внутреннее «облако»). После выполнения процесса публикации на сервере разделы Атласа будут доступны к просмотру на портале организации в частном «облаке» для внутренних пользователей и для просмотра внешних пользователей на публичном «облаке» при помощи специализированного веб-приложения.

Этот подход позволит перевести разработанную для специалистов полнофункциональную многоцелевую ГИС в облегченную версию АИС с разделами конкретной направленности и доступную широкому кругу пользователей без специальных навыков.

В атласной информационной системе будут реализованы различные способы визуализации данных (интерактивные карты, графики и др.). Реализованы поиск и анализ данных на основе формирования различных запросов, расчета статистической информации и выполнения операций пересечения объектов карт. Предполагается создание инструментов построения тематических карт оперативной направленности.

## **ВЫВОДЫ**

Использование изложенного в статье подхода позволит оптимизировать работу с большими массивами данных при анализе климатической изменчивости и модельных исследованиях, визуализации и картографировании природных объектов и явлений по предметным областям азовоморского бассейна.

Атласная информационная система оценки устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря будет ориентирована на широкий круг пользователей – специалистов в области картографии и геоинформатики, метеорологии, гидрологии, экологии и природопользования, управления рисками ЧС природного характера, а также пользователей, не обладающих специальными навыками работы с ГИС.

---

<sup>1</sup> ESRI, products. Электронный ресурс: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/index> (дата обращения: 12.03.2018).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архипова О.Е., Лычагина Ю.М.* Разработка концепции web-публикации «Экологического атласа Азовского моря» // Экология. Экономика. Информатика. Сборник статей: в 2-х т. Т. 1: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. Вып. 2. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. 472 с. ISSN 2500-395X. С. 135–142.
2. Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013). Регион 1. Моря Восточной Арктики. Регион 2. Чёрное, Азовское и Каспийское моря / Г.Г. Матишов, С.В. Бердников, А.П. Жичкин [и др.]. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. 256 с. ISBN 978-5-4358-0080-7.
3. *Матишов Г.Г., Пащенко И.В.* Атлас социально-политических проблем, угроз и рисков Юга России. Т. VI: Южнороссийский макрорегион и Олимпиада в Сочи. Специальный выпуск / [отв. ред. акад. Г.Г. Матишов]. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 200 с. ISBN 978-5-4358-0066-1.
4. *Филатов Н.Н., Толстиков А.В., Богданова М.С., Литвиненко А.В., Менишуткин В.В.* Создание информационной системы и электронного атласа по состоянию и использованию ресурсов Белого моря и его водосбора // Арктика: экология и экономика. № 3 (15), 2014. С. 18–29.
5. Экологический атлас Азовского моря. Институт аридных зон Южного НЦ РАН, Южный научный центр РАН / *Архипова О.Е., Булышева Н.И., Гаргона Ю.М., Голубева Н.И., Инжебейкин Ю.И., Ковалева Г.В., Кондаков А.А., Красноруцкая К.В., Лебедева Н.В., Лужняк В.А., Набоженко М.В., Панасюк Н.В., Савицкий Р.М., Сятин В.В., Сорокина В.В., Степаньян О.В., Титов В.В., Толочко И.В., Шохин И.В.* / Гл. ред. академик Г.Г. Матишов, отв. ред. к.г.н. Н.И. Голубева, к.г.н. В.В. Сорокина. Ростов-на-Дону, 2011.
6. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006: NOAA Atlas NESDIS 59 / G. Matishov, D. Matishov, Yu. Gargopa et al. **World Data Center for Oceanography-Silver Spring, Inter-national Ocean Atlas and Information Series**, V. 10, U.S. Government Printing Office, Wash., D.C., 2006. 105 p. CD-ROM.
7. *Sieber R., Serebryakova M., Schnürer R., Hurni L.* Atlas of Switzerland Goes Online and 3D–Concept, Architecture and Visualization Methods. In: Gartner G., Jobst M., Huang H. (eds). *Progress in Cartography. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography 2016*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-19602-2\_11.
8. *Šmída J.* Aspects of electronic atlas creation // 15th year of International Symposium GIS Ostrava 2008 proceedings, January 27–30th, 2008, Ostrava, Czech Republic.

## REFERENCES

1. *Arkhipova O.E., Lychagina Yu.M.* Development of the concept of web-publication "Ecological Atlas of the Sea of Azov". Ecology. Economy. Computer science. Collection of articles: in 2 volumes. V. 1: System analysis and modeling of economic and ecological systems. Issue 2. Rostov-on-Don: Publishing house of the SSC RAS, 2017. 472 p. ISSN 2500-395X. P. 135–142 (in Russian).
2. Atlas of climatic changes in the large marine ecosystems of the Northern Hemisphere (1878–2013). Region 1. The seas of the Eastern Arctic. Region 2. Black, Azov and Caspian seas. G.G. Matishov, S.V. Berdnikov, A.P. Zychkin [and others]. Rostov-on-Don: Publishing house of the SSC RAS, 2014. 256 p. ISBN 978-5-4358-0080-7 (in Russian).
3. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006: NOAA Atlas NESDIS 59, G. Matishov, D. Matishov, Yu. Gargopa et al. **World Data Center for Oceanography-Silver Spring, Inter-national Ocean Atlas and Information Series**, V. 10, U.S. Government Printing Office, Wash., D.C., 2006. 105 p. CD-ROM.

4. Ecological atlas of the Azov Sea. Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Center of RAS, Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; *Arkhipova O.E., Bulysheva N.I., Gargopa Yu.M., Golubeva N.I., Inzhebeykin Yu.I., Kovaleva G.V., Kondakov A.A., Krasnorutskaya K.V., Lebedeva N.V., Luzhnyak V.A., Nabozhenko M.V., Panasyuk N.V., Savitsky R.M., Sayapin V.V., Sorokina V.V., Stepanian O.V., Titov V.V., Tolochko V.V., Shokhin I.* Editor-in-chief academician G.G. Matishov, responsible editors Ph.D. N.I. Golubeva, Ph.D. V.V. Sorokina. Rostov-on-Don, 2011 (in Russian).
5. *Filatov N.N., Tolstikov A.V., Bogdanova M.S., Litvinenko A.V., Menshutkin V.V.* Creation of an information system and electronic atlas on the state and use of the resources of the White Sea and its watershed. *Arktika: ecology and economics*. No 3 (15), 2014. P. 18–29 (in Russian).
6. *Matishov G.G., Pashchenko I.V.* Atlas of socio-political problems, threats and risks of the South of Russia. T. VI: South Russian macroregion and the Olympics in Sochi. Special issue [responsible. Ed. acad. G.G. Matishov]. Rostov-on-Don: Publishing house of the SSC RAS, 2013. 200 p. ISBN 978-5-4358-0066-1 (in Russian).
7. *Sieber R., Serebryakova M., Schnürer R., Hurni L.* Atlas of Switzerland Goes Online and 3D–Concept, Architecture and Visualization Methods. In: Gartner G., Jobst M., Huang H. (eds). *Progress in Cartography. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography 2016*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-19602-2\_11.
8. *Šmída J.* Aspects of electronic atlas creation, 15th year of International Symposium GIS Ostrava 2008 proceedings, January 27–30th, 2008, Ostrava, Czech Republic.