1. ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

УДК 504.062

DOI: 10.23885/2500-123X-2019-2-4-109-114

АТЛАСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ АЗОВСКОГО МОРЯ. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*О.Е. Архипова^{1,2}, К.В. Глазко²*¹ Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону² Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

arkhipova@ssc-ras.ru

Аннотация. Воздействие человека на окружающую среду с течением времени становится все более ощутимым. Развитие инфраструктуры, строительство заводов, предприятий, сельскохозяйственная деятельность пагубно влияют на качество и структуру земель. Значительно уменьшить степень влияния антропогенных факторов позволяет экологический мониторинг. Азовское море важная часть экосистемы региона. Опасные природные явления и людская деятельность вызывают отрицательные последствия в береговой зоне водных объектов, что приводит к экологическим и материальным потерям. Самыми частыми последствиями являются: высокий уровень эрозии почв береговой линии, разрушение края берега и обвал участков за счет абразионно-оползневых процессов в результате не только опасных естественных природных процессов, но тесного взаимодействия аграрно-промышленных комплексов с морской экосистемой, не целевого использования земель водоохранной зоны, а именно распашки полей, ведения индивидуального сельского хозяйства непосредственно у края берегов; затопление и вымывание прилегающих к берегу территорий.

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 дальнейшее развитие Атласной информационной системы (АИС) оценки устойчивого развития прибрежной зоны и ее использование для целей экологического мониторинга прибрежной зоны. Тематика АИС затрагивает долговременные климатические изменения, катастрофические природные явления, социально-экономические угрозы и риски в азово-морском регионе. Процесс реализации Атласа предусматривает использование новейших современных технологий и достижений в области ГИС, расширение содержания экологического Атласа за счет внедрения интерактивных веб-приложений. 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, прибрежная зона

Введение

В 2011 году сотрудники Южного научного центра РАН, Института Аридных зон РАН, Азовского филиала Мурманского морского биологического института КНЦ РАН обобщили собранные ими экологические данные за последние десятилетия, систематизировав материалы, добавив для удобства восприятия карты, рисунки, схемы и фотографии. На основе этих материалов был издан Экологический Атлас Азовского моря. В настоящее время в ЮНЦ РАН продолжены исследования по разработке Атласной информационной системы (АИС) оценки устойчивого развития прибрежной зоны и ее использования для целей экологического мониторинга прибрежной зоны. Тематика

АИС затрагивает долговременные климатические изменения, катастрофические природные явления, социально-экономические угрозы и риски в азово-морском регионе. Процесс реализации АИС предусматривает использование новейших современных технологий и достижений в области ГИС.

Актуальность мониторинга экологического состояния прибрежных акваторий в настоящее время имеет особое значение, поскольку прибрежные водные массивы испытывают большую нагрузку от антропогенного воздействия, распашки полей, промышленных предприятий. Обработка данных дистанционного зондирования территории представляет возможность современного отслеживания и контроля вышеперечисленных факторов. Монито-

ринг направлен на получение достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и качественных характеристиках, их использовании и о состоянии плодородия почв. Целью представленного исследования является расширение возможностей АИС путем внедрения интерактивных веб-приложений узкой тематики.

Одной из поставленных задач является разработка веб-приложения для оценки влияния антропогенного воздействия на прибрежную зону Азовского моря в пределах водоохранной зоны.

Водоохранные зоны определены для сохранения водных объектов от засорения, загрязнения, заиления, истощения вод и поддержания здоровой среды обитания для животных и растений, в пределах этих зон поддерживается специальный режим использования и охраны природных ресурсов. Водоохранные зоны – это территории с особыми условиями осуществления хозяйственной и другой деятельности, примыкающие к береговой линии морей, рек, ручьев, озер, водохранилищ, каналов. Ширина водоохранной зоны моря определена в пределах 500 метров от линии максимального прилива или от парапетов набережных. В пределах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, имеющие специальные ограничения хозяйственной и иной деятельности. Ширина прибрежной защитной полосы определена – 30 метров для нулевого или обратного уклона берега, 40 метров для уклона 3° , 50 метров для уклона $> 3^\circ$ [1]. В границах водоохранных зон введено жесткое регламентирование хозяйственной деятельности, в частности запрещено производить распашку земель, производить выпас сельскохозяйственных животных, размещать отвалы размываемых грунтов. Последние три пункта имеют особое значение для Ростовской области. Это связано с тем, что агропромышленный комплекс Ростовской области – один из ведущих в России. Территория области составляет 10096,7 тыс.га [2]. Земли сельскохозяйственного назначения занимают большую часть земель региона – 87,31 % (доля пашней – 64,86 %, кормовых угодий – 27,31 %), в то время как площадь земель поселений составляет всего – 4,33 %, земли лесного фонда – 3,39 %, земли водного фонда – 2,15 %, земли запаса – 1,77 %, доля земель прочего назначения ничтожно мала. Регион находится на втором месте по Российской Федерации после Алтайского края по площади посевных площадей и на втором месте после Краснодарского края по продукции в стоимостном выражении [3]. Как результат, население, для повышения объемов выращивания сельскохозяйственных культур и разведения скота, пытается найти способы увеличения площадей под распашку, выгоны и ведения личного

подсобного хозяйства, затрагивая территорию водоохранной зоны. Побережье Азовского моря в последние десятилетия все сильнее становится подвержено разрушению под влиянием природных факторов, усиливающееся антропогенное воздействие еще более усугубляет этот процесс. На целостность почв берега влияет множество антропогенных факторов, в том числе появление тяжелой почвообрабатывающей техники, уничтожение растительности и лесонасаждений, выпас большого объема скота, чрезмерная распашка территорий, добыча минерального сырья (песок, галька и пр.), использование агрохимикатов.

Материалы и методы

Экологический мониторинг позволяет выявить негативные процессы и принять меры к их устранению. Среди методов экологического мониторинга особое место принадлежит методам дистанционного зондирования. В ряде задач, связанных с наблюдением конкретных объектов с помощью космических снимков, возникает необходимость анализа динамики объектов во времени. Зачастую такие задачи возникают при исследовании влияния человеческой деятельности на окружающую среду. Это влияние может быть незаметным, обнаружить изменения становится возможным благодаря визуальному анализу временного ряда. С помощью открытых источников данных, таких как Google планета Земля, SASPlanet, сайт USGS.gov, Earthexplorer.gov, SearchКосмоснимки Сканекс были изучены космоснимки, содержащие данные об изменении прибрежной полосы Азовского моря в районе Таганрогского залива. Были отобраны снимки высокого разрешения с хорошей видимостью объектов земной поверхности за различный временной промежуток. Временной промежуток в первую очередь зависит от наличия данных – снимков, удовлетворяющих следующим требованиям: отсутствие облачности (не более 10 %), угол отклонения от надира не более 5° . В дальнейшем снимки были подгружены в среду ArcGis Desktop для обработки. При выполнении работы были выявлены основные трудности поиска различий на спутниковых снимках одной и той же территории, сделанные в различные моменты времени, связанные, в первую очередь, с разными условиями съемки, вследствие чего снимки могут:

- различаться привязкой (при просмотре земной поверхности в режиме исторических снимков в приложении Google планета Земля снимки в одном масштабе отображают с видимой разницей искомым участок;
- быть снятым с разных ракурсов (имеет большую роль при оцифровке линейных объектов, так как существующие различия между объектами

не могут быть выявлены из-за геометрических искажений);

- содержать тени различной длины и направления от наземных объектов (иногда дает ложное представление об очертаниях объектов или создает условия недостаточной видимости);
- обладать различными цветовыми характеристиками.

Чтобы оценить, насколько прибрежная полоса подвержена разрушению, были использованы космоснимки абразивных и оползневых участков. При выборе таких участков были изучены новостные статьи в сети Интернет, в которых описывалась катастрофическая ситуация в нескольких поселках на побережье Неклиновского и Азовского районов, а также данные ранее проведенных исследований [4]. Указанные населенные пункты были изучены и проанализированы.

Рис. 1. Схема типов побережья Азовского моря 1 – абразивная, 2 – аккумулятивная, 3 – стабильная [4]

Для визуализации результата необходимо подключить оба разновременных снимка (более ранний снимок находится под более новым в очередности отображения слоев) и результат оцифровки прибрежной полосы более раннего снимка. На рис.2 показано, что очертания береговой линии существенно отличаются за разные периоды. Ниже приведены результаты проведенного исследования. Красная полоса на снимках – линия, повторяющая контуры обрывов побережья Азовского моря (рис.2).

В локальный проект ArcGis также были загружены слои с атрибутивной и пространственной информацией о кадастровых кварталах (открытые данные Росреестра), входящие в водоохранную зону Азовского моря на территории Ростовской области, слои водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы (рис.3).

Результаты проведенного исследования были опубликованы как картографические сервисы на ArcGis Online и загружены в веб-приложение «Водоохранная зона Азовского моря». Для отображения проделанной работы по анализу изменения структуры берега Азовского моря на карте был создан точечный слой, который содержит полученные снимки и отображает их на карте на основе информации о координатах в геопривязанных изображениях [5] и опубликован в ArcGis Online, как отдельный слой доступный для редактирования.

На основе опубликованных слоев была построена веб-карта, которая является динамической основой веб-приложения.

Рис. 2. Результат оцифровки села Весело-Вознесенка.

Рис. 3. Зоны охраны природных объектов на карте

Рис. 4. Общий вид приложения «Водоохранная зона Азовского моря»

Основные функции разработанного приложения – анализ земельных участков кадастровой карты, находящихся на территории водоохранной зоны и определение видов землепользования на предмет нарушения статуса водоохранной зоны, а также предоставление доступа к редактированию, что позволяет добавлять информацию о разрушении берега и отмечать ее на карте (с возможностью добавления фотографий). Для расширения функциональности приложения добавлены такие виджеты, как «Бегунок увеличения», «Координаты», Масштабная линейка», «Местоположение», «На главную», «Обзорная карта», «Поиск», «Таблица атрибутов», «Печать», «Опубликовать», «Закладка», «Запрос». Опция Запрос позволяет выбрать на карте кадастровые участки по

их использованию по документу. Опция Закладка позволяет быстро перемещаться к нужным местам на карте, ранее добавленным в закладки. Функция остается свободной для добавления новых закладок в готовом приложении. Для удобства внедрено 6 закладок с населенными пунктами, в которых расположены маркеры эрозии почв. Подробная информация о назначении карты, понятии водоохранной зоны, режиме ее использования и возможности добавления на карту маркеров с эрозией почв расположены в графе «Описание» в верхнем правом углу приложения. Ссылка на электронное приложение «Водоохранная зона Азовского моря» размещена в разделе «Современные геоморфологические процессы в береговой зоне» АИС.

Заключение

С помощью анализа данных космических снимков было показано, что побережье в высокой степени подвержено эрозии, вызванной природными и антропогенными факторами, такими как ведение сельского хозяйства, выпас скота, распашка полей, которые запрещены в водоохраных зонах морей.

Чтобы проверить насколько тщательно государственные органы осуществляют мониторинг соблюдения эксплуатации земель в соответствии с видами разрешенного использования в водоохранной зоне были изучены ресурсы, размещенные в свободном доступе в сети Интернет. Проведенное исследование показало, что новостных статей, связанных с наказанием органами власти собственников за распашку полей и выпас скота не было найдено. Согласно открытым данным сайта судебных и нормативных актов РФ административных дел с нарушениями, описанными выше, в пределах Азовского моря так

же не было выявлено [6]. Большая часть решений по делам посвящена незаконному вылову рыбы, незаконной стоянке автотранспортных средств, несанкционированному размещению отходов, строительству объектов, не оснащенных сооружениями, которые будут защищать водные объекты от загрязнения, засорения, заиления, истощения вод. Из чего следует вывод, что необходимо уделить внимание на государственном уровне надзору за использованием земель в водоохраных зонах.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 01201363188, ПФИ Президиума РАН №20 «Новые вызовы климатической системы Земли» Подпрограмма «Обеспечение устойчивого развития Юга России в условиях климатических, экологических и техногенных вызовов, № госрегистрации АААА-А18-118011990300-9

Список литературы

1. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 27.12.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2019)/ URL: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/4c65ff0f232195d8dccc08535d2c3923d5b-67f1c/\(17.07.2019\)](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/4c65ff0f232195d8dccc08535d2c3923d5b-67f1c/(17.07.2019))
2. Экспертно-аналитический центр агробизнеса /URL: <https://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-rostovskoy-oblasti> (дата обращения: 29.05.2019 г.).
3. Постановление Правительства Ростовской области постановление от 23.05.2012 № 424 г. Ростов-на-Дону «Об утверждении Концепции развития агропромышленного комплекса Ростовской области на период до 2020 года» / URL: <https://www.don-agro.ru/FILES/OP/koncepciya-razvitiya-APK-2020.pdf> (дата обращения: 29.05.2019 г.).
4. Kosyan R.D., Krylenko M. V. Modern state and dynamics of the Sea of Azov coasts// Estuarine, Coastal and Shelf Science 224 (2019) 314–323 <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.05.008>
5. ArcGis Pro. Photos with geotags in points / URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/tool-reference/data-management/geo-tagged-photos-to-points.htm> (reference date: 06.06.2019).
6. Судебные и нормативные акты РФ/URL: <https://sudact.ru/regular/> (дата обращения 06.06.2019 г.).

ATLAS INFORMATION SYSTEM FOR ESTIMATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE COASTAL ZONE OF THE SEA OF AZOV. MONITORING THE CONDITION OF COASTAL TERRITORIES

O.E. Arkhipova^{1,2}, K.V. Glazko²

¹Federal Research Center Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don

²Southern Federal University, Rostov-on-Don

arkhipova@ssc-ras.ru

Abstract. The development of infrastructure, the construction of factories, enterprises, and agricultural activity adversely affect the quality and structure of land. Environmental monitoring can significantly reduce the impact of anthropogenic factors. Sea of Azov is an important part of the region's ecosystem. Hazardous natural phenomena and human activity causes negative consequences in the coastal zone of water bodies, which leads to environmental and material losses. The most frequent consequences are high level of soil erosion on the coastline, destruction of the coastline and landslide due to landslide abrasion processes as a result of not only dangerous natural processes, but close interaction of the agro-industrial complexes with the marine ecosystem. The inappropriate use of land in the water protection zone, such as the plowing of agricultural lands, the management of individual agriculture directly in the coastal zone, leads to an increase in negative processes. Over the past decades, the practice of using electronic maps has evolved in geographic research, and the "Creation and Use of Geographic Information Systems (GIS)" direction has emerged. Without the involvement of information technology, currently existing fundamental three-dimensional cartographic publications cannot be adequately used and comprehended. The purpose of this study is to further develop the Atlas Information System (AIS) for assessing the sustainable development of the coastal zone and its use for the purposes of environmental monitoring of the coastal zone. Subject AIS include description long-term climate changes, catastrophic natural phenomena, socio-economic threats and risks in the Azov Sea region. The implementation process of the Atlas involves the use of the latest modern technologies and achievements in the field of GIS, expanding the content of the environmental Atlas through the introduction of interactive web applications. The approach presented in the paper will allow translating a full-featured multi-purpose GIS developed for specialists into a lightweight version of AIS with specific sections and accessible to a wide range of users without special skills.

Keywords: atlas, information system, sustainable development, Sea of Azov, coastal zone

References

1. "Vodnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii" ot 03.06.2006 N 74-FZ (red. ot 27.12.2018) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.07.2019) ["Water Code of the Russian Federation" dated 03.06.2006 N 74-FZ (as amended on 12/27/2018) (as amended and added, took effect from 01.07.2019)] URL: [\(http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/4c65ff0f232195d8dccc08535d-2c3923d5b67f1c/\(17.07.2019\)\)](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/4c65ff0f232195d8dccc08535d-2c3923d5b67f1c/(17.07.2019)) (In Russian)
2. Ekspertno-analiticheskiy tsentr agro biznesa [Expert analysis center of agro business] URL: <https://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-rostovskoy-oblasti> (29.05.2019 г.) (In Russian)
3. Postanovleniye Pravitel'stva Rostovskoy oblasti ot 23.05.2012 № 424 g. Rostov-na-Donu «Ob utverzhdenii Kontseptsii razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rostovskoy oblasti na period do 2020 goda» [Resolution of the Government of the Rostov Region dated 23.05.2012 No. 424 in Rostov-on-Don "On Approval of the Concept for the Development of the Agro-Industrial Complex of the Rostov Region for the Period until 2020"]. <https://www.don-agro.ru/FILES/OP/koncepciya-razvitiya-APK-2020.pdf> (дата обращения: 29.05.2019 г.). (In Russian)
4. Kosyan R.D., Krylenko M.V. Modern state and dynamics of the Sea of Azov coasts// Estuarine, Coastal and Shelf Science 224 (2019) 314–323 <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.05.008>
5. ArcGis Pro. Photos with geotags in points / URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/tool-reference/data-management/geo-tagged-photos-to-points.htm> (reference date: 06.06.2019).
6. Sudebnyye i normativnyye akty RF [Judicial and regulatory acts of the Russian Federation]/. URL: <https://sudact.ru/regular/> (дата обращения 06.06.2019 г.). (In Russian)