

УДК 913 (551.4.3)

Новиков А. А.^{1,3}

Игнатов Е. И.²

Исаев В. С.²

Горшков Е. И.¹

Каширина Е. С.^{1,4}

Использование ГИС-картографирования при управлении прибрежной зоной

¹ Филиал МГУ в г. Севастополе, г. Севастополь

e-mail: e_katerina.05@mail.ru, e.i.gorshkov@yandex.ru

² ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова», г. Москва

e-mail: ign38@mail.ru, tpomed@rambler.ru

³ ФГБНУ «Институт природно-технических систем»

г. Севастополь, e-mail: a_novik@bk.ru

⁴ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный
университет», Институт развития города, г. Севастополь

e-mail: e_katerina.05@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований в сфере управления прибрежной зоной с использованием технологий геоинформационных систем (ГИС). С помощью цифровой модели рельефа в районе Большого Севастополя выделены участки, наиболее подверженные риску проявления опасных природных процессов и явлений. Анализ кадастровых данных показал, что в водоохранной зоне города расположено – 9526 объектов и сооружений; прибрежно-защитной полосе – 264. В условиях высоких природных рисков прибрежной зоны расположены жилые дома, железная дорога и другие объекты инфраструктуры.

Ключевые слова: прибрежная зона, природный риск, оценка, ГИС-технологии, Севастополь, Крым.

Введение

Перспективы освоения земель и природопользования предусматривают решение стратегических проблем обеспечения устойчивого развития территории и безопасности жизнедеятельности населения Крыма и Большого Севастополя. Безусловно, одной из основных остается задача использования береговой зоны, в пределах которой находятся наиболее крупные города и населенные пункты с самой высокой плотностью населения. При этом ежегодно к постоянно живущим в Крыму местным жителям приезжает ещё большее количество туристов и просто отдыхающих. В летне-осенний сезон общий состав населения здесь возрастает на 5-6 миллионов человек за счет прибывающих из России, Украины и других стран. И, конечно, проблема устойчивости и самих берегов, и развития инфраструктурной и рекреационной базы является главным вопросом для обеспечения жизнедеятельности населения в целом.

Прибрежная зона представляет собой динамическую систему. Катастрофические события последних лет, происходящие в разных районах нашей планеты, побуждают еще и еще раз обратиться к проблеме оценки масштабов морфологических преобразований морских берегов и определения их устойчивости для обеспечения стабильного развития прибрежной инфраструктуры и безопасности населения, около 70% которого проживает в пределах прибрежной

зоны, наиболее уязвимой от воздействия всех генетически неоднородных и многообразных всемирных катастроф.

Пугающая частота этих событий, количество жертв и масштабы ущербов отражаются прежде всего на морских берегах и побережье, как самой реактивной части контактной зоны взаимодействия моря и суши.

В пределах прибрежной зоны катастрофические явления, включая и экстремальные природные процессы, приводят к значительным разрушениям и гибели людей. В этой связи для обеспечения стабильного развития прибрежной инфраструктуры и безопасности населения становится весьма актуальной проблема оценки их реакции и устойчивости к воздействию всех генетически неоднородных и многообразных опасных негативных процессов. Однако практика природопользования показывает, что не меньшее негативное воздействие на грани риска производят наиболее часто встречающиеся экстремальные факторы энергомассообмена на морских берегах.

Возникает актуальнейшая задача, чтобы в этих условиях правильно оценить ситуацию, спрогнозировать возможные варианты последствий, выявить особенности воздействия экстремальных и катастрофических природных событий на морские берега, определить характер возможных переформирований рельефа берегов, ландшафтов, осадков и в целом литорали и дать оценку ожидаемых опасностей и рисков, а также наметить мероприятия по сохранению и защите морских берегов с учетом их региональной специфики и режима развития, территориальной освоенности и заселенности.

Собранная и обобщенная информация позволяет оценить интенсивность морфологических преобразований берегов. Например, на Черном море зафиксировано воздействие на морские берега экстремальных штормов, особенно в районе Сочи и Севастополя, проявившихся впервые за последние 120 лет, что привело к активизации размыва берегов и разрушениям техногенных объектов. Разнообразие источников чрезвычайных ситуаций, таких, как опасные природные явления, антропогенные воздействия, стихийные или иные бедствия, приводят к необходимости комплексной оценки берегов и выявлению их реакции на эти воздействия с целью предупреждения негативных морфологических изменений и сохранения устойчивости берегов, обеспечения жизнедеятельности населения и устойчивого развития территории и окружающей среды.

Проблемам комплексного управления прибрежной зоной и использования ГИС-картографирования посвящены труды многих ученых [1]. Значительное внимание уделяется природным процессам, протекающим в прибрежной зоне [2]. Социально-экономические аспекты функционирования прибрежной зоны, а именно системы природопользования, рассматриваются в работах [3; 4; 5]. Имеются работы, где подробно рассматриваются региональные проблемы природопользования и управления пространственным развитием в прибрежной зоне [6].

Целью работы является пространственный анализ территории с помощью ГИС-технологий для выявления потенциально опасных участков прибрежной зоны, а также сопряженный анализ различных социальных и экономических параметров, локализованных на одной территории для целей управления прибрежной зоной.

Материалы и методы

Методические подходы к управлению прибрежной зоной Севастополя опираются на комплексирование и анализ различных методов и инновационных технологий, применяемых в геологии, геофизике и географии. На первом этапе, на примере Юго-Западного Крыма (в административных границах Севастополя), в 2018 г. разработана методика выявления и оценки участков с активным развитием опасных геолого-геоморфологических процессов. Этот этап включал геодезические работы, геолого-геофизические исследования горных пород и пространственный анализ территории с помощью ГИС-технологий.

В работе использованы ГИС-технологии: оцифровка картографических материалов с помощью программного пакета QGIS, использование космических снимков и построение цифровой модели рельефа (ЦМР) на территорию Севастополя, анализ пространственных данных с помощью модулей ГИС SAGA.

На втором этапе в качестве материалов для исследования использовались локальные векторные слои карты Open Street Map [7], актуализированные на 2018 г. Вся дальнейшая обработка данных проводилась с использованием свободного программного обеспечения ГИС QGIS. Основные слои – линия побережья и контуры зданий подвергнуты дополнительной проверке. В частности, по космическим снимкам уточнены границы береговой линии и дополнены отсутствующие на исходной карте OSM капитальные строения в прибрежной зоне городской застройки. Наибольшие отличия наблюдались в слое со зданиями, в основном на периферии города, где располагаются садоводческие товарищества, оцифровка которых в Open Street Map традиционно проведена по остаточному принципу.

Границы водоохранных зон и прибрежной защитной полосы проводились с использованием инструмента буферизации. Вдоль береговой линии построены соответствующие буферные зоны, ширина и расположение которых определяется статьей 65 Водного кодекса РФ: для водоохранной зоны – 500 м.; прибрежная защитная полоса – 30 м. для нулевого уклона, 40 м для уклона до трех градусов и 50 м. для уклона три и более градуса, при наличии набережной, прибрежно-защитная полоса устанавливалась от парапета набережной [8].

В дальнейшем, используя инструмент «Выделение по районам» определены здания, попадающие в границы водоохранной зоны и прибрежно-защитной полосы полностью, или частично. При этом, в зависимости от площади, все здания разделены на 2 группы – малые строения (менее 100 кв. м.) и капитальные/многоэтажные (более 100 кв. м.). Такое разделение весьма условно, однако оно дает представление о распределении многоквартирных и крупных нежилых помещений (например, складов) относительно частной одноэтажной застройки. Данный метод был использован из-за практически полного отсутствия в атрибутивной информации слоя сведений о типе зданий

Результаты и обсуждение

Прибрежная зона Севастополя характеризуется разнообразным и во многих случаях интенсивным природопользованием. Можно говорить о техногенезе прибрежной зоны и выделять следующие его виды: строительство гидротехнических сооружений; добыча полезных ископаемых (для Севастополя

это, главным образом, строительные материалы); регулирование твердого стока рек; отвалы горных пород; дноуглубительные работы; накопление мусора и загрязняющих веществ; рекреационное воздействие. Но главным в регионе остается курортно-жилищное строительство и сельскохозяйственное освоение прибрежной зоны, включая земельные угодья на склонах гор и береговых уступах. В ряде случаев в структуре природопользования главную роль играет рекреационная деятельность. Около 18% протяженности берегов г. Севастополя приходится на особо охраняемые прибрежные территории (акватории).

С помощью ГИС-технологий определено, что в водоохранную зону Севастополя попадают 9 526 городских объектов и сооружений (Рис. 1), занимающих площадь 3 018 060 м². Необходимо отметить, что большая часть объектов и сооружений, расположенных в водоохраной зоне, характеризуются площадью более 100 м², т.е. представлены жилыми домами и учреждениями. К этому типу отнесено 5 755 единиц или 92% площади объектов и сооружений, расположенных в водоохраной зоне. Суммарно они занимают площадь 2 785 982 м². Небольшие объекты и сооружения (площадью менее 100 м²) в водоохраной зоне Севастополя представлены 3 771 единицами. Ко второму типу относятся, главным образом, малоэтажная застройка, а также дачные массивы.

Рассчитано, что в пятидесятиметровой прибрежно-защитной полосе расположено 264 объекта и сооружения, из которых большая часть также представлена крупными объектами площадью более 100 м² – 176 единиц.



Рис. 1. Фрагмент городской застройки Севастополя, расположенной в прибрежной защитной полосе и водоохранной зоне.

Составлено авторами

В более ранних работах [9; 10; 11] авторами выявлено, что максимальная концентрация участков развития опасных и неблагоприятных геологических

процессов и явлений отмечается в прибрежной зоне в южной части города, где сосредоточены оползни, обвалы, сели, абразия, карст. Дополнительную угрозу представляет антропогенная деятельность, вызывающая активизацию природных процессов. Совмещенная схема оползневых участков и урбанизированной территории в пределах водоохранной зоны и прибрежно-защитной полосы позволяет выделить объекты, в наибольшей степени подверженные опасным процессам (Рис. 2).

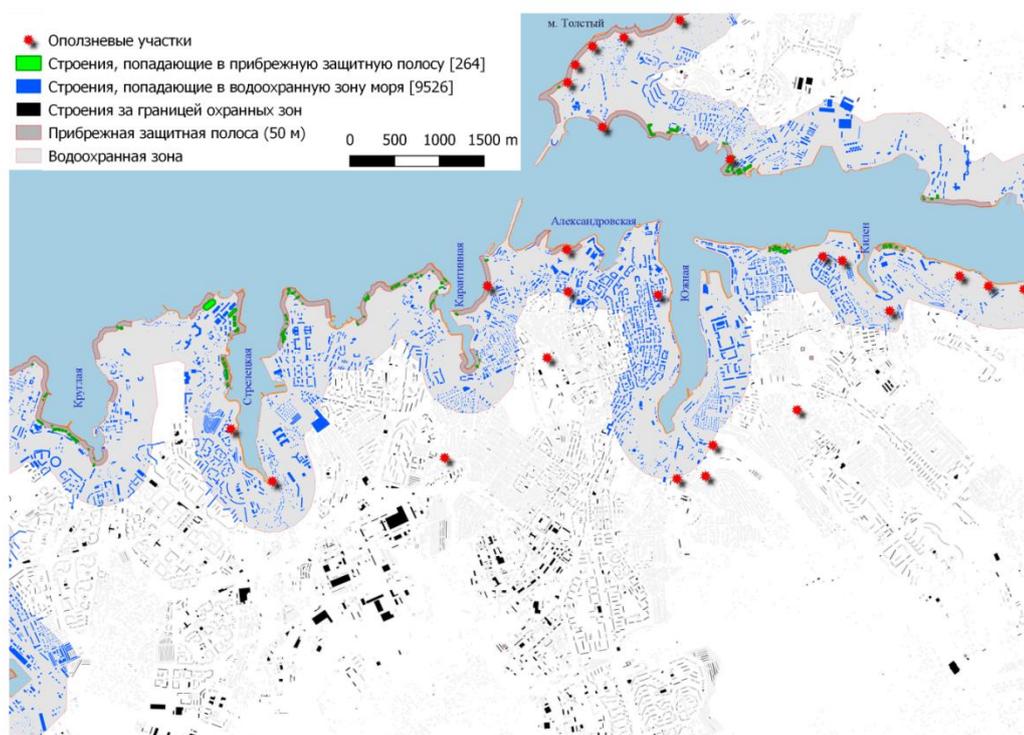


Рис. 2. Совмещенная схема оползневых участков и урбанизированной территории Севастополя в пределах водоохранной зоны и прибрежно-защитной полосы.

Составлено авторами

Как видно из схемы, оползневые процессы подвержены участки прибрежной зоны на Северной стороне г. Севастополя – в районе м. Толстый. Два оползневых участка отмечены на побережье Стрелецкой бухты. В устьевой части бухты в районе локализации одного из оползней расположена канализационная насосная станция. На правом берегу Карантинной бухты оползень совпадает с прибрежной малоэтажной застройкой. Над оползнем в Александровской бухте планируется создание мемориального комплекса. В центральной части города на левом берегу Южной бухты в районе оползня расположена инфраструктура Черноморского флота и городская застройка. На левом берегу Килен-бухты в оползневую зону попадает участок железной дороги и инфраструктура Черноморского флота. Для выявленных участков рекомендуется ограничение строительства, обязательное инженерно-геологическое обоснование ведения хозяйственной деятельности.

Выводы

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. С использованием ГИС-технологий определено, что прибрежная зона Севастополя представляет собой район максимальной концентрации опасных природных процессов, ведущая роль из которых принадлежит абразии, обвалам и оползням.

2. Рассчитано, что на территории Севастополя в водоохранной зоне расположено – 9 526 объектов и сооружений; прибрежно-защитной полосе – 264. В зону риска проявления оползней попадают железная дорога, жилые дома и объекты инфраструктуры Черноморского флота.

Таким образом, учет опасных природных процессов, активно протекающих в прибрежной зоне Севастополя, позволит повысить эффективность территориального управления городской средой, снизить ущерб от чрезвычайных ситуаций и повысить качество жизни городского населения.

Работа выполнена при поддержке РРФИ 18-45-920045 p_a

Литература

1. Архипова О. Е., Лычагина Ю. М. Атласная информационная система оценки устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС». 2018. №24(1). С. 68-74. <http://doi.org/10.24057/2414-9179-2018-1-24-68-74>
2. Афанасьев В. В. Сахалинская область – проблемы берегопользования (аналитический обзор). Южно-Сахалинск. 2005. 39 с.
3. Денисов В. В., Фомин С. Ю. Комплексное (интегрированное) управление морским природопользованием на шельфовых морях. М.: WWF России, 2011. С.6-65.
4. Cicin-Sain B., Knecht R.W. Integrated coastal and ocean management: concepts and practices. USA, Washington, D.C.: Island Press. 1998. 517 p.
5. Плинк Н. Л. Концепция комплексного управления прибрежной зоной Санкт-Петербурга // Сборник «Исследование и подготовка кадров в области морских наук». СПб: Издательство РГГМУ. 2000. 57 с.
6. Природопользование в прибрежной зоне морей России / Н. А. Айбулатов, Е. Н. Андреева, А. Н. Вылегжанин, Ю. Г. Михайличенко // Изв. РАН, сер. геогр. - 2005. № 4. С. 13-26.
7. Open Street Map [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.openstreetmap.org/>.
8. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 №74-ФЗ (ред. от 28.11.2015) // Собрание законодательства РФ. 05.06.2006. №23. Ст.2381.
9. Игнатов Е. И., Новиков А. А., Каширина Е. С., Калинин А. В. Природные опасности и показатели риска в Крымском федеральном округе // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2016, №2. С. 3-7.
10. Новиков А. А., Игнатов Е. И., Исаев В. С. и др. Оценка геоэкологических рисков урбанизированных прибрежных территорий // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2018. Т.4, №4. С. 100-108.

11. Тюрин А. И., Исаев В. С., Сергеев Д. О. и др. Совершенствование полевых методов инженерно-геокриологических исследований // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2019. №2. С. 72-83.

Novikov A. A.^{1,3}
Ignatov E. I.²
Isaev V. S.²
Gorshkov E. I.¹
Kashirina E. S.^{1,4}

The assessment of geo-ecological risks of urban coastal areas

¹ Moscow State University in Sevastopol, Russian Federation, Sevastopol

e-mail: *e_katerina.05@mail.ru, e.i.gorshkov@yandex.ru*

² Lomonosov Moscow State University, Russian Federation, Moscow

e-mail: *ign38@mail.ru, tpomed@rambler.ru*

³ Federal state scientific institution «Institute of natural and technical systems», Russian Federation, Sevastopol

e-mail: *a_novik@bk.ru*

⁴ Sevastopol State University, Institute of city development, Russian Federation, Sevastopol

e-mail: *e_katerina.05@mail.ru*

Abstract. *The article presents the results of research in the field of coastal zone management using geo-information (GIS) technologies. Using the digital model of relief, the areas most at risk of manifestation of dangerous natural processes and phenomena have been identified. Analysis of cadastral data showed that 9526 objects and structures are located in the water protection zone; 264 are located in the coastal protection zone. Residential buildings, railway and other infrastructure facilities are located in conditions of high natural risks of the coastal zone.*

Keywords: *coastal zone, natural risk assessment, GIS technology, Sevastopol, Crimea*

References

1. Arhipova O. E., Lychagina YU. M. Atlasnaya informacionnaya sistema ocenki ustojchivogo razvitiya pribrezhnoj zony Azovskogo morya // Materialy Mezhdunarodnoj konferencii InterKarto InterGIS. 2018. 24 (1). S. 68-74. <http://doi.org/10.24057/2414-9179-2018-1-24-68-74>. (in Russian)
2. Afanasev V. V. Sahalinskaya oblast problemy beregopolzovaniya (analiticheskij obzor). YUzhno-Sahalinsk. 2005. 39 s. (in Russian)
3. Denisov V. V., Fomin S. YU. Kompleksnoe integrirovannoe upravlenie morskim prirodopolzovaniemna shelfovyh moryah. M.: WWF Rossii. 2011. S. 6-65. (in Russian)
4. Cicin-Sain B., Knecht R.W. Integrated coastal and ocean management: concepts and practices. USA, Washington, D.C.: Island Press, 1998. 517 p. (in English)
5. Plink N. L. Konceptiya kompleksnogo upravleniya pribrezhnoj zonoj Sankt Peterburga // Sbornik Issledovanie i podgotovka kadrov v oblasti morskikh nauk. SPb. Izdatelstvo RGGMU. 2000. 57 s. (in Russian)

6. Prirodopolzovanie v pribrezhnoj zone morej Rossii N. A. Ajbulatov, E. N. Andreeva, A. N. Vylegzhanin, YU. G. Mihajlichenko // Izv RAN. ser geogr. 2005. №4. S. 13-26. (in Russian)
7. Open Street Map URL: <https://www.openstreetmap.org/>. (in Russian)
8. Vodnyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 03.06.2006 №74-FZ red. 28.11.2015 Sobranie zakonodatelstva RF 05.06.2006. № 23. Issue. 2381. (in Russian)
9. Ignatov E. I., Novikov A. A., Kashirina E. S., Kalinichenko A. V. Prirodnye opasnosti i pokazateli riska v Krymskom federalnom okruge // Ispolzovanie i ohrana prirodnyh resursov v Rossii. 2016. №2. S. 3-7. (in Russian)
10. Novikov A. A., Ignatov E. I., Isaev V. S. i dr. Ocenka geohkologicheskikh riskov urbanizirovannyh pribrezhnyh territorij // Geopolitika i ehkogeodinamika regionov. 2018. V.4. №4. S. 100-108. (in Russian)
11. Tyurin A. I., Isaev V. S., Sergeev D. O. i dr. Sovershenstvovanie polevyh metodov inzhenerno geokriologicheskikh issledovanij // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4. Geologiya 2019. №2. S. 72-83. (in Russian)

Поступила в редакцию 25.07.2019 г.