

УДК 911.9

С. А. Карпенко^{1,2},
С. Е. Лагодина^{1,2},
О.А. Павлова-
Довгань^{1,2},
Н. И. Борисова^{1,2},
Д. В. Епихин^{1,2}

Разработка картографо- геоинформационной модели экологического каркаса Крыма¹

¹ Научно-образовательный центр ноосферологии и устойчивого развития (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь.

² Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь
e-mail: turrtnu@mail.ru

Аннотация. В статье отражены результаты поэтапного проектирования картографо-геоинформационной модели экологического каркаса Крыма как элемента базового сценария картографического моделирования устойчивого развития региона. Модель экологического каркаса включает в себя около десяти традиционных векторных картографических слоев (населенные пункты, реки, автодороги, железные дороги и т. п.) и более тридцати тематических слоев, объединенных в три крупных блока: природный, природно-антропогенный и средостабилизирующий.

Данная модель является структурным элементом постоянно обновляемого геоинформационного территориального банка данных региона и может служить элементом поддержки устойчивости эколого-экономической системы территории для органов управления Крыма.

Ключевые слова: устойчивое развитие, экологический каркас, картографо-геоинформационная модель.

Введение

Практическая реализация системной методологии устойчивого развития состоит в поиске информационной технологии управления, которая объединяет целевые установки развития, методы и способы диагностики, прогноза состояния моделируемого объекта или процесса, получения возможных сценариев развития, принятие решений о выборе сценария, а также его оптимизацию на основе сравнения с фактическим состоянием и целевыми установками.

¹ Статья подготовлена в рамках выполнения научного проекта базовой части государственного задания в сфере научной деятельности «Разработка информационно-методического обеспечения постоянно обновляемой диагностической модели устойчивого ноосферного развития Крымского региона», выполняемого Научно-образовательным центром ноосферологии и устойчивого ноосферного развития (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» (№ гос. регистрации: 115052150083)

В зависимости от типа предположений, положенных в основу моделируемых сценариев, они могут приводить к широкому спектру результатов – от полного коллапса рассматриваемой системы до различных вариантов оптимального развития, отличающихся по параметрам состояния природной, социальной среды и уровня развития экономики. Все сценарные построения можно разбить на две основные группы [1]:

- представляющие результаты имитационного моделирования в форме двумерных графиков, отражающих изменчивость интегральных показателей устойчивости глобальной системы (количество населения, объем природных ресурсов от необходимого их числа и др.);
- сценарии картографического моделирования процессов, основанные на картографо-геоинформационных моделях, по графической точности исходной информации соответствующие уровням территориальной организации природно-социально-экономических систем – от макрорегионального до локального.

Сценарии первого типа применены в ряде работ, в которых предложены новые методы количественного описания эколого-экономических моделей устойчивого развития территориальных природно-хозяйственных комплексов [2-6]. В этих работах был использован предложенный в монографии И. Е. Тимченко [2] метод адаптивного баланса влияний (АВС–метод), построенный на учете взаимодействия причинно-следственных связей (влияний), действующих внутри системы и приложенных к ней извне. Метод позволяет превращать вербальное описание хозяйственно-природной системы в численную динамическую модель для прогнозирования сценариев ее развития.

Картографо-геоинформационные методы моделирования устойчивого развития освещены в работах И. М. Яковенко (рекреационное природопользование на принципах сбалансированного развития) [7], Л. Г. Руденко [8,9], В. С. Тикунова [10], В. М. Котлякова [11] и др.

Материалы и методы

В настоящей работе рассматривается картографо-геоинформационная модель экологического каркаса Крыма, как важного составляющего элемента экологического управления территорией республики.

Под экологическим каркасом мы понимаем природоохранную систему, обеспечивающую экологическую устойчивость Крыма (на основе поддержания ресурсо- и средовоспроизводящих свойств территории), предотвращающую потерю биоразнообразия и деградацию ландшафта [12, 13].

Цель проекта: разработка картографо-геоинформационной модели экологического каркаса Крыма.

Основные задачи:

- разработать методику и общий алгоритм создания и использования системы геоинформационных данных в картографо-геоинформационной модели экологического каркаса Крыма;
- разработать структуру и создать геоинформационную базу данных для проектирования экологического каркаса;
- реализация сценария картографического моделирования экокаркаса с использованием картографо-геоинформационной модели.

Для разработки методики и общего алгоритма создания электронных карт в картографо-геоинформационной модели были использованы как выполненные ранее наработки в рамках проекта по «Разработке Схемы региональной экологической сети Автономной Республики Крым, 2008 г.» [14, 15], так и новые подходы.

В проекте по «Разработке Схемы региональной экологической сети Автономной Республики Крым, 2008 г.» использовалось следующее информационно-географическое обеспечение:

1. Фондовые материалы (схемы лесоустройства, схемы землеустройства сельскохозяйственных предприятий, материалы Рескомприроды Крыма по объектам особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

2. Материалы полевых исследований.

3. Современное программное обеспечение и геоинформационные технологии (ГИС):

- семейство программных продуктов ARCGIS 10.2, представляющих широкие возможности по сбору, хранению и пространственно-временному анализу географических данных;
- данные дистанционного зондирования Земли - космические снимки Landsat 7-ETM+ с разрешением 30 метров;
- цифровые электронные карты Крыма.

Для составления схемы экосети использовался следующий алгоритм [15]:

1. Используя данные экспедиционных исследований (специалистов по разным группам растений и животных), на карту масштаба 1:100000 наносились участки, ценные для сохранения биоразнообразия, выполнения экосистемных функций. При этом границы участков сверялись с космическим снимком и схемами землепользования.

2. Выделенные территории по ряду критериев (экологических, биологических и т. п.) были отнесены к различным структурным элементам экосети: экоцентрам, экокоридорам, буферным и восстановительным зонам.

3. По материалам Рескомприроды с использованием схем лесоустройства и схем землепользования на топографическую карту масштаба 1:100000 наносились границы объектов ООПТ. Объекты площадью менее 10 га, границы которых не вынесены в натуру, наносились в виде точечных объектов.

4. По итогам проведенных исследований нанесены территории, перспективные для заповедания. Данные территории являются природными ядрами экоцентров и экокоридоров, требующими повышенной охраны (заповедания) различной категории.

Для выполнения поставленных в исследовании задач, по разработке картографо-геоинформационной модели экокаркаса, нами был использован следующий алгоритм:

1. С использованием свободной программы SAS.Планета / SAS.Planet, предназначенной для просмотра и загрузки спутниковых снимков высокого разрешения и обычных карт (представляемых такими сервисами, как Google Earth, Google Maps, Bing Maps, Digital Globe, «Космоснимки», Яндекс.карты, Yahoo!Maps, Virtual Earth, Gurtam, Open Street Map, eAtlas, iPhone maps), были выявлены и дешифрованы:

- открытые земли без растительного покрова или с незначительным покровом, в т. ч. пастбища и сенокосы;

- территории, нарушенные горными разработками – карьерами;
- источники воздействия на окружающую среду (скотомогильники, кладбища, канализационные очистные сооружения, свалки, полигоны ТБО, промышленные предприятия и т. д.). Места локализации свалок и полигонов ТБО были определены на снимках по материалам Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым за 2015 год;
- элементы экокаркаса, созданные искусственным путем: лесополосы, каналы.

2. Полученные данные были экспортированы в QGIS (Quantum GIS) – свободную кроссплатформенную геоинформационную систему, которая позволила отредактировать полученные данные, а также перевести в формат *.shp.

3. Последующая обработка и создание картографо-геоинформационной модели были выполнены в геоинформационной системе ArcGis 10.2 – в семействе геоинформационных программных продуктов компании ESRI. Геоинформационные продукты представляют собой технологию сбора, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно координированных данных, удобный инструментарий для компьютерного моделирования и геоинформационного картографирования, позволяющий моделировать сценарии устойчивого развития территории.

Для построения санитарно-защитных, водоохранных зон и санитарных разрывов была использована функция Create Buffer.

В работе также были использованы данные свободной публичной кадастровой карты Российской Федерации (<http://maps.rosreestr.ru/PortalOnline/>).

Результатом проекта является геоинформационная база данных из тематических слоев, созданных в форматах шейп-файлов геоинформационной системы ArcGis 10.2.

Картографо-геоинформационная модель экологического каркаса включает следующие блоки и слои:

1. Природный блок – все природные и восстановительные территории (ООПТ, перспективные к заповеданию территории, открытые земли без растительного покрова или с незначительным покровом, в т. ч. пастбища и сенокосы), а также водный каркас, способные выполнять функции сохранения био- и ландшафтного разнообразия, регуляции природных процессов на прилегающих территориях.

2. Природно-антропогенный блок - не имеющие природных аналогов объекты, необходимые для выполнения средообразующих и средорегулирующих функций. Они преимущественно располагаются за пределами природного каркаса, пронизывая антропогенный каркас и выполняя экостабилизирующие функции.

В природно-антропогенный блок входят также ренатуризованные территории (территории, нарушенные горными разработками – карьеры, несанкционированные свалки), лесозащитные полосы, каналы, зеленые насаждения населенных пунктов.

3. Средостабилизирующий блок: антропогенные территории (населенные пункты), источники воздействия на окружающую среду и санитарно-защитные

зоны к ним (канализационно-очистные сооружения (КОС), промышленные предприятия, кладбища и скотомогильники, полигоны твердых бытовых отходов, инженерно-транспортная инфраструктура).

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) представляет собой специальную территорию с особым режимом использования, которая устанавливается вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека. Размер СЗЗ обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами.

По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме. Ориентировочный размер СЗЗ определяется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [16] на время проектирования и ввода в эксплуатацию объекта, в зависимости от класса опасности предприятия (всего пять классов опасности, с I по V).

Результаты и обсуждение

Картографо-геоинформационная модель экологического каркаса включает в себя около десяти традиционных векторных картографических слоев (населенные пункты, реки, автодороги, железные дороги и т. п.) и более тридцати тематических векторных слоев, объединенных в три крупных блока: природный, природно-антропогенный и средостабилизирующий.

Так, геоинформационная база данных ООПТ (природный блок) содержит информацию о 208 объектах Крыма и г. Севастополе и 26 объектах, являющихся перспективными к заповеданию. Пример базы данных представлен на рисунке 1.

Возможности ГИС-проектирования позволили выявить водный каркас Крыма в соответствии с требованиями Водного Кодекса РФ: водоохранные зоны моря, рек, открытых водоемов и т.д.

С использованием снимков высокого разрешения, находящихся в открытом доступе в свободных программах анализа и обработки, были получены данные о более чем 4500 лесозащитных полосах полуострова, выявлены около 350 территорий, нарушенных открытыми горными разработками (рис. 2), 196 несанкционированных свалок и 28 полигонов твердых бытовых отходов (ТБО), определены размеры и конфигурация 620 промышленных предприятий Крыма I-V класса опасности, выявлены источники воздействия на окружающую природную среду: 848 кладбищ, 60 КОС, 63 скотомогильника (рис. 3).

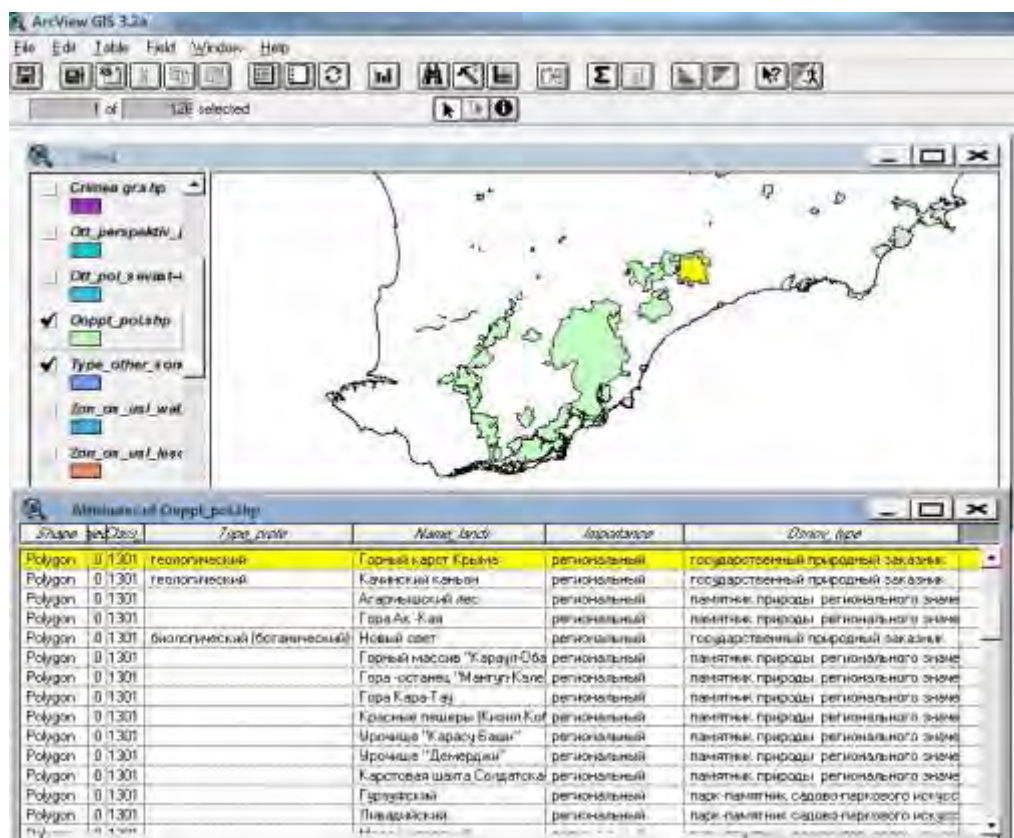


Рис. 1. Пример геоинформационной базы ООПТ.

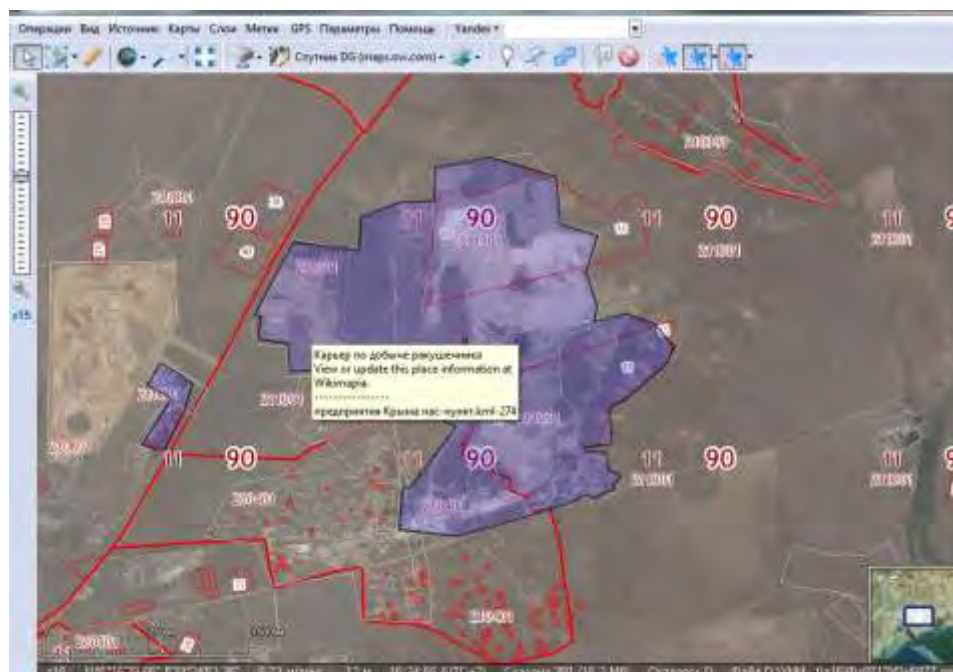


Рис. 2. Дешифрирование космических снимков в программном комплексе SAS.Планета. Спутник DG (map.ovi.com).

6. Timchenko I. E. Stochastic modeling of ocean dynamics // Chur-London-Paris-New-York. Harwood Acad. Publ. 1984. 240 p.
7. Яковенко И. М. Рекреационное природопользование: методология и методика исследований. С. Таврия, 2003. 335с.
8. Руденко Л. Г., Горленко И. А. Основополагающие принципы устойчивого развития природной среды и общества. М., 1996. 325 с.
9. Руденко Л. Г. Картографическое обоснование территориального планирования. К.: Наук. думка, 1984. 168 с.
10. Тикунов В. С., Цапук Д. А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. М.-С. : СГУ. 1999. 176с.
11. Котляков В. М., Глазовский Н. Ф., Руденко Л. Г. Географические подходы к проблеме устойчивого развития. : РАН. Сер. геогр. 1997. №6. С. 8-15.
12. Карпенко С. А., Епихин Д. В., Павлова-Довгань О. А. Экологические ограничения в планировании устойчивого территориального развития: региональный экологический каркас Крыма // Сборник тезисов участников I научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В. И. Вернадского». Симферополь, 2015. С. 279-280.
13. Развитие экологического каркаса // Пространственное развитие Республики Крым: социально-экономические и пространственно-градостроительные аспекты. М.-С.-Сев., 2015. .С. 82-85.
14. Боков В. А., Карпенко С. А., Лычак А. И. и др. Региональная программа формирования национальной экологической сети в Автономной Республике Крым на период до 2015 года. С: ДиАйПи, 2005. 72с.
15. «Разработка Схемы региональной экологической сети Автономной Республики Крым» /отчет о НТР // Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского; науч. рук. Карпенко С. А. С., 2008. 321с.
16. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. от 25 сентября 2007 г. № 74 г. ФВ №4585 // Российская газета. 53 с.

S. A. Karpenko^{1,2},
S. Ye. Lagodina^{1,2},
O. A. Pavlova -
Dovgan^{1,2},
N. I. Borisova^{1,2},
D. V. Yepikhin^{1,2}

The design of cartographic and GIS models of ecological framework (ecocarcass) of Crimea

¹Research and Education Centre for Noospherology and Sustainable Development;

²Taurida Academy (Academic Unit) of V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

e-mail: turrtnu@mail.ru

Abstract. *The brand new approaches to design all stages of cartographic and GIS models of ecological framework (ecocarcass) are revealed in this article. This models is considered as a scenario of cartographical modeling of sustainable development. The model of an ecological framework includes about ten traditional vector's cartographical layers (settlements, rivers, roads, railroads, etc.) and more than thirty thematic layers combined in three large blocks: natural, semi natural and environmental.*

This model is an element of permanently updating geoinformation spatial databank of the region. It can serve to local's authorities as an element to sustain ecologic and economic systems

Keywords: *sustainable development, ecological framework, cartography and geo-information model.*

References

1. Karpenko S. A., Lagodina S. E. Geoinformatsionnoe kartirovanie territorialnykh konfliktov prirodopolzovaniya primorskih territoriy Ukrainyi // Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V. I. Vernadskogo Seriya «Geografiya», 2005. Tom 18 (57) № 1. S. 58-66.
2. Timchenko I. E., Igumnova E. M., Timchenko I. I. Sistemnyi menedzhment i AVS tehnologii ustoychivogo razvitiya. S.: Ekosi-gidrofizika, 2000. 225 s.
3. Igumnova E. M., Timchenko I. E. Modelirovanie protsessov adaptatsii v ekosistemah. // Morskoy gidrofizicheskiy zhurnal, 2003. № 1. S. 46-57.
4. Eremeev V. N., Igumnova E. M., Timchenko I. I. Modelirovanie ekologo-ekonomicheskikh sistem. S. MGI NANU, 2004. 320 s.
5. Timchenko I. E. Sistemnye metody v gidrofizike okeana. K.: Naukova dumka, 1988. 240 s.
6. Timchenko I. E. Stochastic modeling of ocean dynamics // Chur-London-Paris-New-York. Harwood Acad. Publ. 1984. 240 p.
7. Yakovenko I. M. Rekreatsionnoe prirodopolzovanie: metodologiya i metodika issledovaniy. S. Tavriya, 2003. 335s.
8. Rudenko L. G., Gorlenko I. A. Osnovopolagayushchie printsipy ustoychivogo razvitiya prirodnoy sredy i obschestva. M., 1996. 325 s.
9. Rudenko L. G. Kartograficheskoe obosnovanie territorialnogo planirovaniya. K.: Nauk. dumka, 1984. 168 s.
10. Tikunov V. S., Tsapuk D. A. Ustoychivoe razvitie territoriy: kartografo-geoinformatsionnoe obespechenie. M.-S. : SGU. 1999. 176s.
11. Kotlyakov V. M., Glazovskiy N. F., Rudenko L. G. Geograficheskie podhody k probleme ustoychivogo razvitiya. : RAN. Ser. geogr. 1997. № 6. S. 8-15.
12. Karpenko S. A., Epihin D. V., Pavlova-Dovgan O. A. Ekologicheskie ogranicheniya v planirovanii ustoychivogo territorialnogo razvitiya: regionalnyi ekologicheskiy karkas Kryima // Sbornik tezisov uchastnikov I nauchnoy konferentsii professorsko-prepodavatelskogo sostava, aspirantov, studentov i molodykh uchenykh «Dni nauki KFU im. V. I. Vernadskogo». Simferopol, 2015. S. 279-280.
13. Razvitie ekologicheskogo karkasa // Prostranstvennoe razvitie Respubliki Kryim: sotsialno-ekonomicheskie i prostranstvenno-gradostroitelnye aspekty. M.-S.-Sev., 2015. .S.82-85.
14. Bokov V. A., Karpenko S. A., Lyichak A. I. i dr. Regionalnaya programma formirovaniya natsionalnoy ekologicheskoy seti v Avtonomnoy Respublike Kryim na period do 2015 goda. S: DiAyPi, 2005. 72s.
15. «Razrabotka Shemy regionalnoy ekologicheskoy seti Avtonomnoy Respubliki Kryim» / otchet o NTR // Tavricheskiy natsionalnyi universitet im. V. I. Vernadskogo; nauch. ruk. Karpenko S. A. S., 2008. 321s.

16. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03. Sanitarno-zaschitnyie zonyi i sanitarnaya klassifikatsiya predpriyatiy, sooruzheniy i inyyih ob'ektov. ot 25 sentyabrya 2007 g. № 74 g. FV № 4585 // Rossiyskaya gazeta. 53 s.

Поступила в редакцию 02.11.2015г.