

Каргашин П.Е.¹, Новаковский Б.А.², Прасолова А.И.³

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОГО АТЛАСА РЕСУРСОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

АННОТАЦИЯ

Региональный атлас для территории Крымского полуострова призван отразить знания о регионе во всей сложности географических условий, факторов и предпосылок современного состояния и дальнейшего развития энергетики на базе возобновляемых источников. Представление информации и получаемых результатов в виде атласа дает возможность совместного анализа разнородной информации, используемой для изучения отдельных видов возобновляемой энергетики. При разработке содержания карт атласа используются современные научные подходы, преимущественно системный и оценочно-прогнозный. Специфика пространственного размещения наилучшим образом выявляется посредством карт, составляемых в относительно широком диапазоне масштабов и с использованием различных пространственных единиц картографирования. Например, для ветровой энергетики – регулярные сетки и изолинии, для биоэнергетики – единицы административного деления разного уровня и ареалы растениеводства. В качестве материалов при оценке и картографировании используются цифровые модели рельефа (SRTM), доступные данные дистанционного зондирования (Landsat, Sentinel), цифровые карты, картографические веб-ресурсы, а также интернет проекты.

Автоматизация процессов подготовки данных и импорта в базу пространственных данных обусловлена тем, что для изучения потенциала развития возобновляемой энергетики необходима информация за достаточно большой временной период. Подготовка и импорт в базу геоданных осуществлялись на основе написанных на языке Python скриптов, использовались библиотеки *arcpy*, *GDAL*, *numpy* и ряд других. Региональный атлас возобновляемой энергетики для Крымского полуострова включает вводный и три тематических раздела: природные ресурсы возобновляемой энергетики, ресурсы сельского хозяйства для возобновляемой энергетики, факторы развития возобновляемой энергетики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: региональный атлас, возобновляемая энергетика, геоинформационное картографирование, Крымский полуостров.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: p.e.kargashin@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: dcaph@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: prasolova.geo@yandex.ru

Pavel E. Kargashin¹, Boguslav A. Novakovsky², Anna I. Prasolova³

VISUAL INTERPRETATION OF OIL AND GAS CONDENSATE FIELD FACILITIES FROM LANDSAT IMAGES

ABSTRACT

The article describes the result of investigations aimed at the development of regional atlas. The atlas is intended to reflect knowledge of the Crimean Peninsula, to show the complexity of geographical conditions, factors and prerequisites of a modern state and further development of power engineering on the basis of renewable sources. Atlas is the best way to present heterogeneous information about certain types of renewable energy for further joint analysis. There were used modern scientific approaches, mainly systemic and evaluation-forecast ones to develop the content of the particular maps. The main advance of atlas as a way to show the reality is a possibility to describe the specificity of spatial placement. It is usually shown through maps drawn up in a relatively wide range of scales and using different spatial mapping units. For example, regular grids and isolines are usually used for wind power, it is common to apply units of administrative division of different levels and areas of crop production to map values describing bioenergy. There were also utilized digital elevation models (e. g. SRTM), available remote sensing data (e. g. Landsat, Sentinel), digital maps, web mapping resources, and Internet to evaluate our conclusions and show them via maps.

It was critical for the project to use automatization tools and methods for data preparation and import to geodatabase. There were created several Python scripts to process spatial data, to import source data into geodatabase and calculate the required thematic values. Automatization of workflow is vital for researches dealing with renewable energy because it requires to analyze data for a large time range and manual processing is not efficient. There were used Python libraries *arcpy*, *GDAL*, *numpy* and others. The regional atlas of renewable energy for the Crimean Peninsula includes introduction and three thematic sections: natural resources of renewable energy, agricultural resources for renewable energy, factors of renewable energy development.

KEYWORDS: regional atlas, renewable energy, GIS mapping, Crimean peninsula.

ВВЕДЕНИЕ

Возобновляемая энергетика стала востребованной тематикой атласного картографирования на рубеже XX–XXI вв., и до настоящего времени актуальность этой темы только возрастает. Картографические произведения создаются в традиционном или электронном виде и посвящены преимущественно ресурсам возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на уровне государств или крупных регионов. В качестве лучших примеров можно привести Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России [Атлас..., 2015], Карты и данные по ресурсам ВИЭ (Renewable resources map and data), созданные в Национальной лаборатории ВИЭ США, Атлас возобновляемой энергетике Вермонта [<http://www.vtenergyatlas.com>], Интерактивные карты солнечной энергетике [<http://solargis.info>], ГИС ВИЭ [<http://gisre.ru/maps>], Атлас возобновляемых источников энергии Казахстана [<http://energy-atlas.kz/>]. Тематика данных и карт представлена различными типами возобновляемых источников: био-

¹ Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, GSP-1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail*: p.e.kargashin@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, GSP-1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail*: dcaph@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, GSP-1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail*: prasolova.geo@yandex.ru

энергетика, геотермальная энергетика, малая гидроэнергетика, солнечная и ветровая энергетика. Комплексные картографические произведения как в отечественной, так и в зарубежной практике встречаются крайне редко.

Атлас ресурсов возобновляемой энергетики Крымского полуострова создается как комплексное картографическое произведение научно-справочного и прикладного характера, отражающее знания о регионе во всей сложности географических условий, факторов и предпосылок современного состояния и дальнейшего развития энергетики на базе возобновляемых источников. Общеизвестно, что атлас – свод информации и знаний, накопленных к настоящему времени о территории, инструмент исследования, средство разработки стратегий и путей развития региона.

Одной из важнейших функций атласа, на наш взгляд, является возможность повышения общественного и делового интереса к региону, к его изучению, поиску путей, средств и механизмов развития возобновляемой энергетики.

Содержание атласа должно раскрываться в тематических разделах, обеспечивающих полноту охвата картами и другими материалами ключевой проблематики. При разработке содержания отдельных карт, разделов атласа и произведения уместно использовать современные научные подходы, преимущественно системный и оценочно-прогнозный. При этом объекты картографирования и их состояние, а также отношения между ними должны быть осмыслены и представлены в атласе на трех уровнях обобщения: аналитическом (картографирование отдельных показателей, свойств, аспектов в одной системе единиц), комплексном (картографирование взаимосвязанных объектов и явлений или их сочетаний, каждый в своей системе показателей) и синтетическом (картографирование выделенных районов или интегральных объектов с целостными характеристиками).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представление информации и получаемых результатов в картографическом виде дает возможность совместного анализа разнородной информации, используемой для изучения отдельных видов возобновляемой энергетики. Результаты авторских исследований, посвященных ресурсам и потенциалам разных видов возобновляемой энергетики, показали, что каждый имеет свои источники данных. Ниже приведены наиболее типичные примеры, которые не охватывают весь массив информации, обработанный при подготовке атласа.

Для оценки валового потенциала солнечной энергии используются данные реанализа по материалам Европейской организации спутниковой метеорологии [European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites – https://wui.cmsaf.eu/safira/action/viewProduktHome?menuName=PRODUKT_HOME]. Система спутниковой обработки данных EUMETSAT по мониторингу климата (CM SAF) осуществляет мониторинг состояния и изменчивости климата в течение длительного периода времени. Данные CM SAF получают путем измерений со спутников Meteosat и NOAA. В состав определяемых параметров входят данные о характеристиках облачности, альбедо поверхности, потоках радиации на верхней границе атмосферы и на поверхности Земли, температуре атмосферы и т. д. Данные получены с 1983 по 2015 г.; период осреднения – среднемесячные, среднесуточные и среднечасовые; охватывают область $\pm 65^\circ$ долготы и $\pm 65^\circ$ широты на регулярной сетке $0,05^\circ \times 0,05^\circ$.

Для оценки валового ветрового потенциала была выбрана методика, описанная в работе [Атлас..., 2015]. В качестве исходных данных для расчетов была использована база данных NASA SSE [<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/sse.cgi?skip@larc.nasa.gov>]. Эта база данных является открытой и содержит широкий перечень метеорологических и актинометрических величин, полученных с помощью спутниковых методов зондирования атмосферы и последующих модельных расчетов.

При оценке ресурсов и валового потенциала ветровой энергии последовательно для выбранной территории были рассчитаны следующие показатели: плотность энергии ветрового потока – среднемноголетняя мощность воздушной струи, протекающей в единицу времени через поперечное сечение площадью в 1 м²; удельный валовой потенциал энергии ветра – часть среднемноголетней энергии ветрового потока, которая может быть получена в течение года от идеальной ветроэнергоустановки (далее ВЭУ) в конкретной точке местности; валовой ветроэнергетический потенциал территории – часть среднемноголетней энергии ветрового потока, которая может быть получена на территории в течение года идеальными ВЭУ при условии их максимально плотного равномерного размещения на всей исследуемой территории.

Доступные данные для изучения потенциала биоэнергетики в основном представлены в материалах статистической службы. Данные характеризуют объемы производства отдельных отраслей сельского хозяйства, разделены по типам хозяйств (сельскохозяйственные организации; крестьянские/фермерские хозяйства, хозяйства индивидуальных предпринимателей; хозяйства населения). Работа со статистическими данными дает ценную информацию, но имеет и существенный недостаток. Информация обобщается по единицам административно-территориального деления, а это не позволяет изучить пространственную дифференциацию энергопотенциала.

Нами разработана и тестируется методика, которая позволяет получать более детальную информацию. Она основана на использовании космических снимков для выделения сельскохозяйственных земель и определения именно тех, которые в исследуемый период используются для выращивания культур. Статистические данные применяются для проверки полученных результатов. В рамках эксперимента для юго-западной части Крымского полуострова по серии снимков Landsat-8 было выполнено дешифрирование использования земель, за основу взята классификация LandUse/LandCover. Далее в период с мая по август одного года были вычислены индексные изображения (NDVI). Анализ серии таких изображений позволил выявить те поля, с которых урожай был собран, а согласно сельскохозяйственным справочникам и новостным лентам, сбор зерновых на данной территории выполняется в июне–июле. Резкое уменьшение значения NDVI на летнем изображении по сравнению с майским позволяет определить поля под зерновыми культурами. Для проверки точности полученного результата производилось сравнение со статистической информацией. Отличие от официальных данных составило 1 %.

Далее на основе методических подходов [Андреевко и др., 2014, 2016] рассчитываются объем отходов и энергопотенциал в тоннах условного топлива в год. Расчет и картографирование тематического показателя выполнялись по различным территориальным единицам. В первом варианте, где в качестве единицы картографирования взяты единицы территориального деления, наибольшие значения валового энергетического потенциала сосредоточены на севере и востоке исследуемой территории. Второй вариант, где потенциал показан только для территорий, непосредственно занятых под растениеводство, показал пространственную дифференциацию использования земель административных единиц. Ареал растениеводства не является сплошным; участки с наибольшими значениями сосредоточены узкой полосой на востоке и северо-западе. Третий вариант отражает валовой энергетический потенциал отходов растениеводства непосредственно по ареалам земледелия. Составленные карты показывают, что картографирование исключительно по административным единицам не дает полной картины и скрывает пространственную дифференциацию показателя, и для углубленного исследования ресурсов биоэнергетики уместно привлекать космические снимки и уточнять данные, используя статистику в качестве контроля точности тематической информации.

Важным нам кажется понимание того, что ресурсы и энергопотенциал – это не только статистическая или физическая величина, для их адекватной оценки необходимо учитывать специфику пространственного размещения, определенную неоднородность. Такого рода закономерности наилучшим образом выявляются посредством карт, но при создании карт следует составлять их в относительно широком диапазоне масштабов и использовать различные пространственные единицы картографирования. Например, для ветровой энергетики – регулярные сетки и изолинии, для биоэнергетики – единицы административного деления разного уровня и ареалы растениеводства. С научной и практической точки зрения не менее важно выявление тех территорий, где этот валовой потенциал может быть реализован и «превращен» в технический и экономический.

В качестве материалов при оценке и картографировании используются цифровые модели рельефа (SRTM), доступные данные дистанционного зондирования (Landsat, Sentinel), цифровые карты, картографические веб-ресурсы, а также интернет проекты (OpenStreetMap, Google Earth, Natural Earth, ФГИС ТП и прочие). Как правило, эти данные представлены в широко используемых форматах данных (шейпфайл, GeoTIFF и т. д.), а пространственная локализация зависит от самой информации (дороги линейные, административные единицы – площадные и т. д.).

Автоматизация процессов подготовки данных и импорта в базу геоданных обусловлена тем, что для изучения потенциала развития возобновляемой энергетики необходимы данные за определенный временной период, то есть достаточно больших объемов исходной информации. Подготовка и импорт в базу геоданных осуществлялись на основе написанных на языке Python скриптов, использовались библиотеки `agru`, `GDAL`, `osr`, `ogr`, `pumpy`, `NETCDF4`, `csv`, `xlrd` и ряд других. Преобразование и импорт табличных данных в форматах Excel осуществлялись путем считывания информации в файл формата `csv`. Далее информация из этого файла локализуется по нужным пространственным объектам. В случае биоэнергетики сопоставление производится по названию административных единиц и результатом является класс пространственных данных, содержащий название административной единицы и показатели для расчета потенциала биоэнергетики. Одновременно выполняется и создание уникального названия для класса пространственных данных.

Более сложной задачей является обработка данных реанализа, особенно тех, которые представлены в формате NetCDF4 (данные CM SAF). Такой формат хранит показатели в многомерных массивах, например, в одном файле может быть до 10 тематических показателей. Каждый показатель описан плановыми координатами, временем, а также может иметь локализацию по высоте. Из всего массива данных необходимо взять только территорию Крымского полуострова. Таким образом, задача заключается в выборе нужной тематической характеристики в пределах заданного экстенда. Сложность задачи заключается в том, что обработка только одного файла средствами ArcGIS (Toolbox Multidimensional Tools) занимает более 5 минут. Разработанный скрипт позволяет за то же время обработать более 400 файлов. Результат обработки помещается под уникальным названием в заданные наборы пространственных данных базы геоданных. Эти и ряд других программных решений интегрированы в базу геоданных в виде специального набора инструментов, куда также входят разработанные алгоритмы, направленные на тематическую обработку информации, расчет нужных показателей, согласование контуров.

Тематические инструменты базируются на возможностях ArcToolbox и представляют собой выверенные последовательности применения функций и методов библиотеки `agru`. В качестве примера следует привести расчет NDVI (специальный инструмент ArcGIS появился в более поздней версии), который основан на использовании калькулятора растров. Также написано два скрипта, которые выполняют классификацию факторов, влияющих на размещение

объектов ветроэнергетики, и районирование территории по степени благоприятности. С точки зрения геоинформационных технологий, задача является не очень сложной, но требует подбора конкретных значений и их подстановки в алгоритм. Выполненные работы позволили получить необходимый задел по созданию серии инструментов, использованных при комплексной оценке потенциала развития возобновляемой энергетики территории.

База пространственных данных (БПД) создана и наполняется в рамках работ по созданию атласа в программном продукте ArcGIS. Ключевой подход при формировании БПД – максимальное дробление информации, что в определенной степени соответствует процессу нормализации, описанному в классических работах по реляционным базам данных [Дейт, 2005]. Используемый подход позволяет обращаться к нужному элементу БПД по названию этого элемента, без предварительного анализа его содержания. Это усложняет визуальное изучение содержания созданной БПД, но крайне удобно для автоматизации вычислений и формирования картографических произведений. База данных содержит векторные и растровые данные, а также инструменты для их обработки и совместного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Предлагаемая структура регионального атласа должна включать четыре раздела: вводный и три тематических. Принципиальная структура атласа приведена на рис. 1. Основной масштаб карт атласа – 1 : 1 000 000. Карты динамики отдельных показателей, а также вспомогательные карты разделов составляются в масштабе 1 : 3 000 000. Предполагается включение в атлас крупномасштабных карт (1 : 100 000–1 : 300 000) на отдельные участки.

Вводный раздел раскрывает особенности географического положения Крымского полуострова и содержит 4 карты и геоизображение, составленное из космических снимков, для визуализации географического образа территории. В содержание общегеографической карты входят традиционные элементы: гидрография, населенные пункты, пути сообщения, рельеф, границы растительного покрова, заболоченные территории, географическая сетка. Населенные пункты подразделяются по типам поселений (города, поселки городского типа, сельские поселения) и административному значению (центры единиц административно-территориального деления). Гидрография и транспортная сеть (автомобильные, железные дороги, морские пути, воздушные линии) даются с подробностью, достаточной для отображения внешних и внутренних связей. Карта используется в качестве основного материала для создания всех тематических карт.

Особое внимание уделяется политико-административной карте, которая показывает границы современного административного деления Крымского полуострова, поскольку тематическая информация частично локализована именно по объектам административного деления. Дополнением к карте служат статистические данные о площади Крымского полуострова и единицах административно-территориального значения.

Карта населения характеризует его размещение по территории. Показываются населенные пункты с градацией по количеству жителей. Картограммой дается показатель плотности населения по единицам административного деления. В диаграммах и графиках, дополняющих карту, отображаются показатели динамики численности населения, его естественного и механического прироста.

Экономическая карта дает общее представление о размещении и функционировании отраслей экономики на полуострове, динамике развития основных отраслей. Показываются экономические центры с градацией по объему произведенной продукции и услуг в стоимостном выражении, транспортная инфраструктура, наличие финансовой инфраструктуры. Карта сопровождается диаграммами и графиками, отражающими за последние 5–10 лет динамику объема промышленной и сельскохозяйственной продукции, производства электроэнергии.

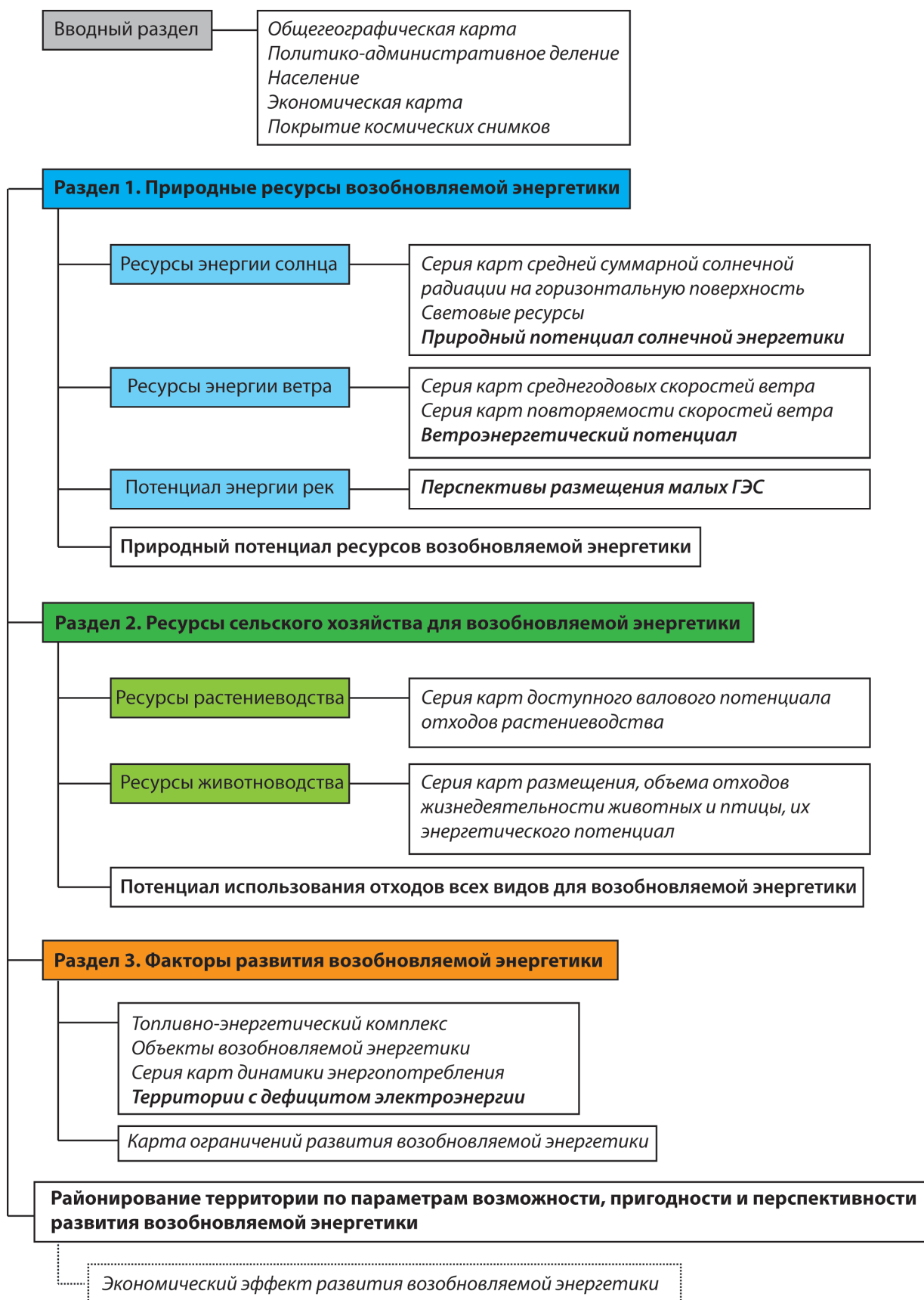


Рис. 1. Структура Атласа ресурсов возобновляемой энергетики Крымского полуострова
Fig. 1. The structure of the Atlas of renewable energy resources of the Crimean Peninsula

Первый тематический раздел посвящен природным ресурсам возобновляемой энергетики и структурирован по источникам возобновляемой энергетики. Ресурсы энергии солнца отображаются в виде серии карт средней суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность ($\text{кВтч}/\text{м}^2$ в день): среднегодовая и отдельно за теплый сезон года. Также в подразделе характеризуются световые ресурсы территории и отображается способом изолиний общее среднее число дней без солнца за год. На карте по пунктам наблюдений также показываются наибольшее и наименьшее число дней без солнца (за год) за период наблюдений и локализованными диаграммами – годовой ход (по месяцам) среднего числа дней без солнца. Завершающая подраздел карта – природный потенциал солнечной энергетики – показывает дифференциацию территорий с благоприятными и неблагоприятными условиями для развития солнечной энергетики.

Ресурсы энергии ветра предполагается дать серией карт среднегодовых скоростей ветра способом изолиний, которая показывает распределение скоростей (в м/с) в среднем за год и по сезонам года на высоте 50 м. Среднегодовые карты дополняются диаграммами («розами ветров») распределения сильных ветров по направлениям за год. Также в подразделе важное место занимает серия аналитических карт повторяемости скоростей ветра менее 3 м/с и более 24 м/с (в % от числа дней в году). Карта ветроэнергетического потенциала дает оценку территорий, перспективных с точки зрения размещения ветроэнергетических установок (рис. 2). Карта потенциала энергии рек способом линейных знаков отображает участки водотоков, перспективные с точки зрения размещения малых ГЭС.

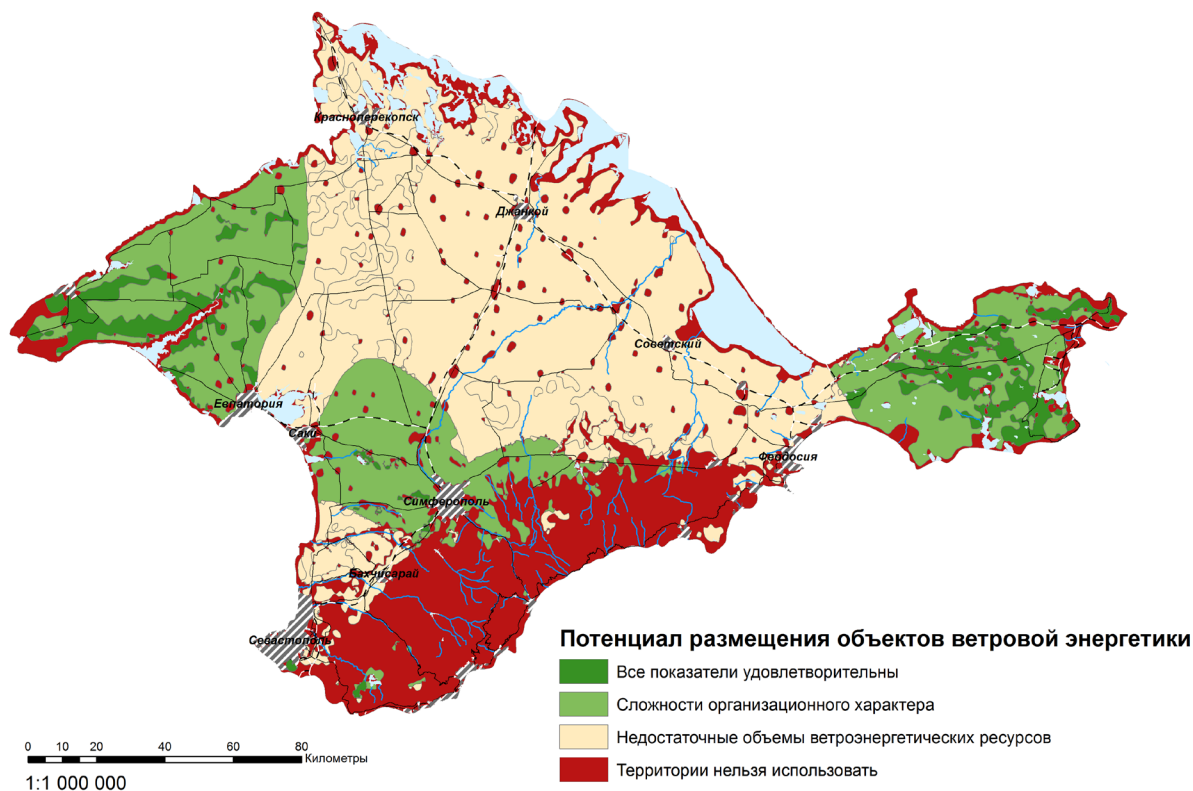


Рис. 2. Перспективные участки для строительства ВЭС и их валовый потенциал (полученные по результатам обработки данных с метеостанций; составлено С.С. Филиным под руководством П.Е. Каргашина, с дополнениями авторов)
Fig. 2. Prospective sites for the construction of wind farms and their gross potential (obtained from the processing of data from weather stations; compiled by S.S. Filin under the direction of P.E. Kargashin, with additions by the authors)

Важным звеном исследования является идея об оценке потенциала территории для развития возобновляемой энергетики. В этом аспекте необходимо рассматривать потенциал солнечной, ветровой, био- и гидроэнергетики не отдельно, а в комплексе, что позволит не только определять перспективные территории, но также и выбирать оптимальные виды энергетики или их сочетания.

Поэтому завершает первый раздел синтетическая карта – природный потенциал ресурсов возобновляемой энергетики, соединяющая районирование территории по всем видам природных ресурсов энергетики: солнечной, ветровой и энергии рек.

Второй тематический раздел посвящен ресурсам сельского хозяйства для возобновляемой энергетики. Карта растениеводства отражает структуру сельскохозяйственного использования земель: пахотные земли, естественные кормовые угодья, пастбища и их сочетания. Серия карт доступного валового потенциала отходов растениеводства показывает способом уточненной картодиаграммы потенциал органических отходов, образующихся в производственном секторе сельского хозяйства – в сельскохозяйственных организациях и крестьянско-фермерских хозяйствах, кроме отходов хозяйств населения. Серия отображает объемы производства и образующиеся при этом отходы следующих растительных культур: зерновые, подсолнечник и виноград. Ресурсы животноводства представлены двумя картами, первая из которых показывает точечным способом размещение поголовья скота и объем отходов жизнедеятельности животных, вторая – размещение птицефабрик и энергетический потенциал образующихся на них отходов. Завершающая раздел карта показывает районирование территории полуострова по потенциалу использования отходов всех видов для возобновляемой энергетики.

Представляющий наибольший с картографической точки зрения интерес третий раздел посвящен факторам развития возобновляемой энергетики. Прежде всего, при выборе территорий, оптимальных для размещения объектов возобновляемой энергетики, необходима оценка существующего топливно-энергетического комплекса. Поэтому первая карта раздела показывает размещение всех действующих и строящихся электростанций и линий электропередач, что позволяет выявить энергообеспеченные территории. Подробное отображение сети линий электропередач необходимо для определения экономической целесообразности передачи электроэнергии, поскольку размещение объектов возобновляемой энергетики при внедрении их в общую сеть при удалении от путей на 25–30 км считается экономически неоправданным.

На карте объектов возобновляемой энергетики показываются действующие, строящиеся и проектируемые солнечные, солнечно-ветровые, ветровые и геотермальные электростанции на территории Крымского полуострова с подробными характеристиками. Карта динамики энергопотребления по муниципальным образованиям показывает рост или снижение потребления электроэнергии в целом для единицы административного деления и в расчете на душу населения за последние годы. Карта территорий с дефицитом электроэнергии составляется путем синтеза информации трех предыдущих карт раздела, а также карт вводного раздела (населения и экономической). Для анализа ограничений развития возобновляемой энергетики на отдельной карте отображаются территории, где строительство электростанций запрещено или сопряжено с высоким риском: особо охраняемые природные территории, высокогорья, районы с развитой инфраструктурой туризма и пр.

Итоговая карта атласа аккумулирует всю представленную в нем информацию и представляет собой классификацию территории по параметрам возможности, пригодности и перспективности развития возобновляемой энергетики.

Предполагается, что завершать атлас будет карта прикладного характера – экономический эффект развития возобновляемой энергетики, где в качестве показателя экономической эффективности используются значения минимальной, средней и максимальной нормируемой себестоимости электрической энергии, вырабатываемой различными видами электростанций.

Технологические аспекты создания и оформления карт атласа находятся в стадии согласования, также обсуждаются возможности публикации. Электронная версия атласа может быть представлена в разных формах, как в виде простой визуализации растровых карт, так и в виде интерактивной версии с возможностями пространственного анализа данных. В современной картографии опыт разработки региональных электронных атласов достаточно разнообразен. В качестве примеров можно привести атласные информационные системы управления природопользованием в Байкальском регионе [Тикунов, Яблоков, 2013], Азиатской России [Батуев и др., 2015], «Большого Алтая» [Ефремов, Ротанова, 2017], опасными гидрометеорологическими явлениями Уральского Прикамья [Пьянков и др., 2017]. В любом случае сбор и обобщение материала в виде базы пространственных данных обеспечит как подготовку карт и всего атласа для печати, так и для интернет-представления.

ВЫВОДЫ

На региональном уровне особенно важна оценочная информация о перспективности разных участков для развития возобновляемой энергетики. Выявлено, что значительная часть территорий, которые имеют достаточные значения валового потенциала, в действительности не может быть использована. Таким образом, при изучении возобновляемой энергетики на региональном уровне важно не только выполнить работы по стандартной схеме: валовой потенциал – технический потенциал – экономический потенциал, но и учесть географические особенности территории, а оценку технического и экономического потенциала выполнять не для всей исследуемой территории, а только для тех участков, где его можно реализовать.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект № 16-05-01015_а.

ACKNOWLEDGEMENTS

The reported study was funded by RFBR according to the research No 16-05-01015.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Т.И., Киселёва С.В., Рафикова Ю.Ю. Оценка энергетического потенциала отходов растениеводства Крымского Федерального округа // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 5 (20). С. 449–455.
2. Андреев Т.И., Киселева С.В., Шакунов В.П. К оценке энергетического потенциала отходов растениеводства: зерновое хозяйство // Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 12. С. 84–95.
3. Атлас ресурсов возобновляемой энергетики на территории России. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 160 с.
4. Батуев А.Р., Ермошин В.В., Конева И.В., Лопаткин Д.А., Петрищев В.П. Азиатская Россия: от серии карт к атласной информационной системе // Атласное картографирование: традиции и инновации: Материалы X научн. конф. по тематической картографии. Иркутск, 2015. С. 5–8.

5. Дейт К. Введение в системы баз данных. 8-е изд. М.: Вильямс, 2005. 1328 с.
6. Ефремов Г.А., Ротанова И.Н. Атласное геоинформационное картографирование и его реализация на примере атласа «Большой Алтай: природа, история, культура» / В сб. «Вопросы географии. Сб. 144: Картография в цифровую эпоху» / Отв. ред. В.М. Котляков. М.: Изд. дом «Кодекс», 2017. С. 98–121.
7. Пьянков С.В., Шихов А.Н., Абдуллин Р.К. Современные методы и технологии в тематическом атласном картографировании (на примере АИС «Опасные гидрометеорологические явления Уральского Прикамья») / В сб. «Вопросы географии. Сб. 144: Картография в цифровую эпоху» / Отв. ред. В.М. Котляков [и др.]. М.: Изд. дом «Кодекс», 2017. С. 208–226.
8. Тикуннов В.С., Яблоков В.М. Атласная информационная система для Байкальского региона // ИнтерКарто/ИнтерГИС: Материалы Междунар. конф. 2013. Т. 1 (19). С. 197–202.

REFERENCES

1. Andreenko T.I., Kiselyova S.V., Rafikova Yu.Yu. Evaluation of the energy potential of waste of plant industry of the Crimean Federal district Innovation in agriculture. 2016. No 5 (20). P. 449–455 (in Russian).
2. Andreenko T.I., Kiseleva S.V., Shakun V.P. To assessing the energy potential of waste from crop: grain farming. Alternative energy and ecology. 2014. No 12. P. 84–95 (in Russian).
3. Atlas of renewable energy resources in Russia. M. RKhTU named after D.I. Mendeleev, 2015. 160 p. (in Russian).
4. Batuev A.R., Ermoshin V.V., Koneva I.V., Lopatkin D.A., Petrishev V.P. Asian Russia: from the map series to the Atlas information system // Atlas mapping: tradition and innovation. Proceedings of the X scientific conference on thematic cartography. Irkutsk, 2015. P. 5–8 (in Russian).
5. Deit K. Introduction to database systems. 8th edition. M.: Williams, 2005. P. 1328 (in Russian).
6. Efremov G.A., Rotanova I.N. Atlas geoinformation mapping and its implementation on the example of the Atlas "Big Altai: nature, history, culture". In "Geography issues. SB. 144: Cartography in the digital age" / Edited by V.M. Kotlyakov. M.: Publishing house "Kodeks", 2017. P. 98–121 (in Russian).
7. Pyankov S.V., Shikhov A.N., Abdullin R.K. Modern methods and technologies in thematic Atlas mapping (on the example of AIS "Dangerous hydrometeorological phenomena of the Ural Kama region") / In "Geography issues. SB. 144: Cartography in the digital age" / Edited by V.M. Kotlyakov. M.: Publishing house "Kodeks", 2017. P. 208–226 (in Russian).
8. Tikunov V.S., Yablokov V.M. Atlas information system for the Baikal region. InterCarto/ InterGIS: Proceedings of the international conference 2013. T. 1 (19). P. 197–202 (in Russian).