

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ ИСЛАНДИИ

Ялбачева М.М.

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
г. Москва, Российская Федерация, yalbatcheva@geogr.msu.ru*

В данной работе производится оценочная классификация территории Исландии по перспективам развития ветроэнергетики путем математического моделирования с использованием метода построения нечетких классификаций (Тикуннов, 1997). Для начала проводятся физико-географическая и социально-экономическая характеристики выбранного региона исследования (Исландии), а также определяются параметры метеорологического, экологического, геолого-геоморфологического и социально-экономического характера, влияющие на обоснованность размещения ветроэнергоустановок (ВЭУ). Далее Исландия делится на 346 полигонов 20x20 километров, каждый из которых оценивается по 15 показателям природного и социально-экономического характера. В результате получается нормированная матрица, на основе которой проводятся итоговые математические расчеты по методу В.С.Тикуннова и составляются картосхемы оценки территории Исландии по степени пригодности для развития ветроэнергетики. Важным итогом работы становится тот факт, что использованная методика позволяет оценить разноплановые параметры, влияющие на эффективность размещения ВЭУ, не только для Исландии, но и для любой страны мира или отдельно взятого региона.

Ключевые слова: ветроэнергетика; ветроэнергетический потенциал; Исландия; оценка; геоэкология; возобновляемые источники энергии; метод нечетких классификаций.

GEOECOLOGICAL PRECONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF WIND ENERGY OF ICELAND

Yalbatcheva M.M.

*Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation, yalbatcheva@geogr.msu.ru*

In this research we carry out estimation classification of Iceland's territory by possibilities of wind energy development by means of mathematical modelling with fuzzy clustering method (Tikunov, 1997). We characterize chosen region (Iceland) by physical-geographical, socio-economical parameters and we choose meteorological, ecological, geological-geomorphological, socio-economical parameters that influence on windmill placement. We divide Iceland's territory into 346 squares (20km on a side) and evaluate them by 15 natural and social-economical parameters. As a result, we get a normalized matrix, on which we carry out calculations based on Tikunov's method and schematically map Iceland by possibility of development of wind energy. Important outcome is the possibility of using this method of evaluation of diverse parameters that influence on reasonability of windmill placement not only for Iceland's territory but for any country or chosen region.

Key words: wind energy; wind power potential; Iceland; evaluation; geoecology; renewable sources of energy; fuzzy clustering method.

Введение. Быстрые изменения климата, истощение природных ресурсов, включая топливно-энергетические, обуславливают стремление многих стран мира перейти к формированию «зеленой» экономики и устойчивому развитию.

Сегодня экологическая политика многих государств направлена на развитие солнечной, ветряной, геотермальной, волновой энергетики. В этом ряду важное место занимает использование энергии ветра, возможности которой давно известны человечеству (ветряные мельницы).

Новым «игроком» на рынке ветроэнергетики становится Исландия, богатая ветроэнергоресурсами благодаря своему географическому положению. Однако до наших дней в энергопроизводстве страны сохранялась следующая пропорция: 71,03% - гидроэнергетика, 28,91% - геотермальная, 0,04% - ветряная [2]. И только в 2018 году правительство утвердило разработку крупномасштабного проекта по созданию

ветропарков в связи с возрастанием энергопотребления в стране, а также намерением проложить высоковольтный кабель по дну Атлантического океана – для продажи электроэнергии в Европу [9]. Что требует проведения комплексного географического анализа перспективных районов размещения ветроферм, чем и определяется актуальность проводимого исследования.

Ветроэнергопотенциал Исландии. Исландия находится в центре области низкого давления (Исландского минимума), где зарождаются циклоны, что предопределяет интенсивную атмосферную циркуляцию. Поэтому для нее характерны сильные ветры. Многолетние данные Исландского метеорологического агентства демонстрируют высокие среднегодовые скорости ветра – от 5 м/с для большей части территорий. Как территории, находящейся в эпицентре низкого давления, Исландии присуща сильно выраженная амплитуда годового хода скорости ветра с максимальными значениями зимой – когда циклоны наиболее интенсивны. Самым «ветреным» месяцем оказался февраль. Минимальные скорости ветра отмечаются в июне и июле. Наибольших скоростей ветер достигает на побережьях и в среднегорьях [4]. Доминирует восточное направление ветров: В, СВ, ЮВ. Западные и северо-западные ветры редки [3]. Ветроэнергоресурсы сопоставимы с теми, которыми обладают европейские лидеры ветроэнергетики: Дания, Шотландия, северо-западная Ирландия [5].

Методика. Для проведения оценки вся Исландия была разбита на полигоны 20x20 километров. Привязка по регулярной квадратной сетке обусловлена тем, что в работе использовались данные как социально-экономического характера, находящиеся в определенных административных границах, так и физико-географического – с привязкой к природным контурам.

Для формирования базы данных моделирования были рассмотрены следующие группы параметров: метеорологические (ветроэнергопотенциал, сезонная изменчивость скорости ветра, повторяемость штилей в течение года (по месяцам)), экологические (наличие особо охраняемых природных территорий, характер земельного покрова, наличие краснокнижных видов, нахождение в рамках изучаемого полигона мест обитания и кормовых баз птиц), социально-экономические (наличие дорог, линий электропередач, туристических объектов, населенных пунктов), геолого-геоморфологические (наличие действующей вулканической системы, высота над уровнем моря, наличие геотермальных станций). В ходе работы использовались данные Международного союза охраны природы [7], частных и государственных энергетических компаний [6], Исландского метеорологического агентства, отчеты государственных структур, данные международных энергетических организаций (International Renewable Energy Agency [8], Global Wind Energy Council [10]). Теоретическую базу исследования составили тематические публикации: The Wind Energy of Iceland (Nawri N. et al.), Climate of Iceland (Einarsson M.), «Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций)» Тикунова В.С [1].

Все полученные данные были нормированы, после чего по методу В.С. Тикунова был создан синтетический показатель, отражающий суммарные значения оценочных характеристик, который показывает отклонение от наилучших значений по ним.

Следующим этапом было ранжирование территориальных единиц с учетом отклонения от наилучших показателей синтетического коэффициента через евклидовы расстояния.

Финальный этап заключался в экспертном выявлении благоприятных и неблагоприятных территорий с точки зрения перспектив развития ветроэнергетики.

Полученные результаты и их анализ. В итоге, все исследуемые полигоны были разбиты сначала на 5 кластеров (по величине синтетического коэффициента, а также с учетом веса отдельных параметров и лимитирующих факторов), им условно были присвоены оценочные названия «наилучшие» (1 кластер), «удачные» (2), «подходящие» (3), «неудачные», (4) «наихудшие» (5 кластер) (см. рисунок 1).

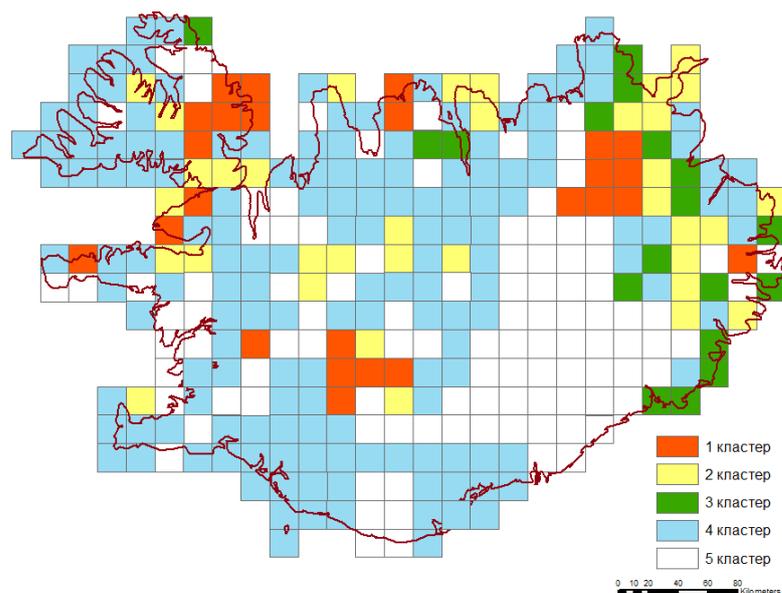


Рис. 1: Оценка территории Исландии по кластерам по степени пригодности для развития ветроэнергетики (составлено автором)

В ходе дальнейшей корректировки они трансформировались в две группы: «благоприятных» для возведения сети ветроэнергоустановок и «неблагоприятных» (см. рисунок 2).

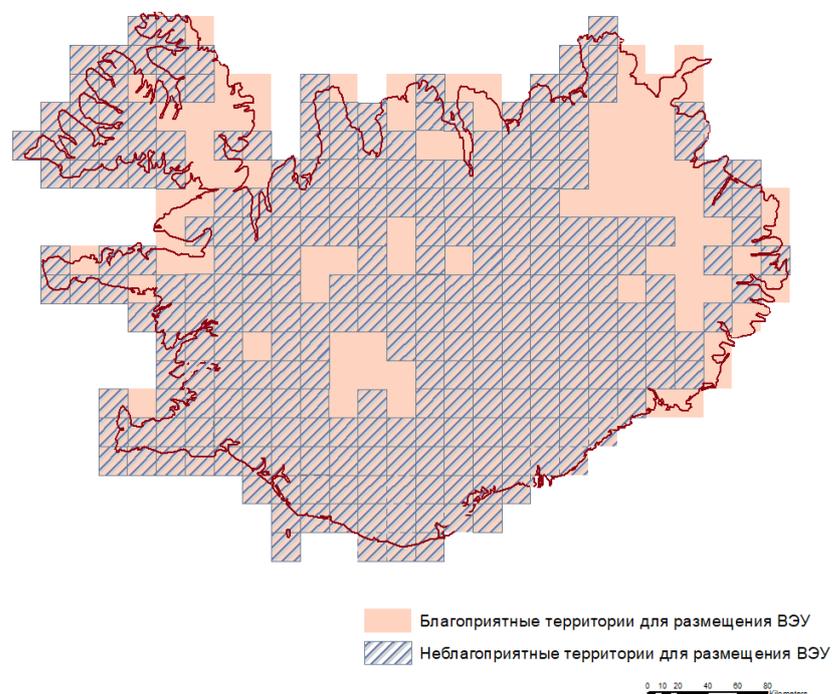


Рис.2: Оценка территории Исландии по степени пригодности для развития ветроэнергетики (итоговая картосхема, составлена автором)

Итоговые результаты после проведенной корректировки стали неожиданными. Самые густонаселенные, обжитые и популярные у туристов районы на юге и юго-западе острова неподалеку от Рейкьявика оказались в ранге наиболее неподходящих для

возведения ветроэнергостановок по совокупности геоэкологических и социально-экономических факторов. Наилучшие для размещения ВЭУ регионы находятся во внутренних районах. Они, как правило, сосредоточены в более защищенных от разрушительного воздействия прохождения циклонов и ветров районах с меньшим количеством осадков, находятся вдали от ООПТ, мест гнездования и кормления птиц, удалены от туристических объектов и представляют собой, как правило, обширные пустоши или скальные выступы. При этом средняя высота над уровнем моря не бывает меньше 250 метров, что предполагает большие скорости ветра и энергопотенциал. Самые большие по площади благоприятные участки приурочены к восточным и юго-восточным областям Западных фьордов, центральной части Исландии между тремя главными ледниками и озером Тингвадлаватн и на границе Северо-восточного и Восточного регионов.

К наименее благоприятным для возведения ветроэнергостановок областям относятся 310 полигонов из 346 – 90% площади островного государства. Это почти вся западная половина Исландии и значительные территории в центре острова, приуроченные к ледникам. Однако даже 10% оставшихся перспективных земель хватит, чтобы построить экономически выгодные и экологически безопасные ветрофермы для обеспечения дешевой энергией не только самой Исландии, но и континентальной Европы и Великобритании.

Заключение. Проведенное исследование позволило установить следующее:

- 10% территорий страны располагают хорошими для размещения ветроферм предпосылками как с физико-географической, так и с социально-экономической и экологической точек зрения;

- развитие ветроэнергетики позволит не только полностью удовлетворить растущий спрос на энергию в стране, но и обеспечит экономические выгоды от продажи излишков энергии в европейские страны;

- использованная методика, позволяющая оценить разноплановые параметры, влияющие на эффективность размещения ВЭУ, применима не только для Исландии, но и для любой страны мира или отдельно взятого региона.

Библиографические ссылки

1. Тикунов В. С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций) / М.- Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. С. 367.
2. Development of electricity production in Iceland (2016) / Orkustofnun (The National Energy Authority). Reykjavik, 2017. P. 4.
3. Einarsson M. Climate of Iceland // World Survey of Climatology, 1984. Vol.15, p. 673-697.
4. Icelandic Meteorological Office. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.vedur.is/>. – (Дата обращения: 12.01.2019).
5. Nawri N. et al. The Wind Energy of Iceland // Renewable Energy, 2014. Vol.69, p. 290-299.
6. Orkustofnun. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://orkustofnun.is/>. – (Дата обращения: 10.02.2019).
7. RedList. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iucnredlist.org/>. – (Дата обращения: 19.01.2019).
8. Renewable Power Generation Costs in 2017 / International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi, 2018. P. 160.
9. Visir, Nýting vindorku er nýtt viðfangsefni í skipulagsgerð hér á landi. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.visir.is/g/2018180129609>. – (Дата обращения: 23.11.2018).
10. World Energy Issues Monitor / Global Wind Energy Council. London, 2017. P. 156.