

Отзыв
официального оппонента на диссертационную работу
Горбуновой Татьяны Юрьевны
«Оценка ландшафтного потенциала Юго-Восточного Крыма
для использования систем возобновляемой энергетики –
солнечной и ветровой»,
представленной на соискание учёной степени
кандидата географических наук
по специальности 25.00.36 – Геоэкология (географические науки)

Актуальность темы исследования. Российская, как и вся мировая энергетика на возобновляемых источниках постоянно развивается, преодолевая различные научные, технические, экономические, социальные и экологические трудности, возникающие на её пути. Изучая потенциал возобновляемой энергетики в разных регионах страны, в том числе, в Крыму, который является энергодефицитным, и возможности его использования, она превращается в реальную отрасль отечественной энергетики и способствует развитию новых секторов промышленности, направленных на обеспечение возобновляемой энергетики необходимым оборудованием. Такая картина в целом соответствует мировой тенденции развития энергетики передовых стран в сторону энерго- и ресурсосбережения и повышения качества среды на основе возобновляемой энергетики с учётом особенностей природных условий и специфики развития России и её регионов, включая Крым. Учёными НИЛ возобновляемых источников энергии МГУ подсчитано, что экономический потенциал возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в нашей стране составляет 270-335 млн. т у.т., то есть более 25% современного энергопотребления.

Надо отметить, что предыдущая экономика человеческого общества (так называемое традиционное природопользование) вся базировалась на использовании эффективных самоорганизующихся преобразователей солнечной энергии (лес, природные и окультуренные экосистемы) и низко энергоэффективных методах ведения сельского хозяйства. И мир опять из-за глобального экологического кризиса возвращается к этой энергии, но уже на другой основе и новых правилах производства энергии и энергопотребления.

Теоретическая и практическая значимость работы. Предлагаемая в диссертационной работе методика оценки ландшафтного потенциала на региональном уровне, по мнению автора, является универсальной и может быть применена для оценки потенциалов солнечной и ветровой энергетики других территорий. Результаты исследований могут быть полезными Министерству топлива и энергетики, экономического развития, имущественных и земельных отношений, промышленной политики, экологии и природных ресурсов Республики Крым при принятии решений в сфере энергетической политики.

Генерация электроэнергии непосредственно на территории Юго-Восточного Крыма может снизить, по утверждению автора, энергозависимость региона и создать более благоприятные условия для развития курортно-рекреационного комплекса. Кроме того, результаты исследования могут быть полезны местному

населению при установке солнечных батарей и малых ветрогенераторов для частных целей.

Методология и методы исследования. Диссертационное исследование основано на фундаментальных работах в области физической географии, ландшафтоведения, ландшафтной экологии и геоэкологии. Методологической основой исследований является представление автора о ландшафтном потенциале территории, характеризующимся определённым энергопотенциалом.

В основу исследований легли результаты собственных исследований автора за период с 2012 по 2018 годы. Была разработана методика оценивания ландшафтного потенциала для внедрения систем возобновляемой энергетики на региональном уровне.

Оценка ландшафтного потенциала, его картографирование производилось на основе космических снимков SRTM, Landsat, Google Earth, топографической карты масштаба 1:50000, ландшафтно-типологической карты, тематических карт различных масштабов. Для оценки природных потенциалов использовались данные многолетних наземных измерений на метеостанциях, результаты пространственного метеорологического моделирования базы данных NASA «Surface meteorology and Solar Energy», результаты моделирования поступления солнечной радиации в программе Arc GIS 10.2.

Степень достоверности и апробация результатов.

Исследования по теме диссертационной работы явились составной частью восьми научно-исследовательских работ и грантов, среди которых Международный проект «BSUN Joint Master Degree Study Program On The Management Of Renewable Energy Sources – ARGOS». (Контракт № 1.3.1.66334.127MIS-ETC227 no.44553/8.06.2011) (2011–2013); грант РФФИ № 16-05-01015а «Разработка научных подходов и апробация методов оценки и картографирования потенциала возобновляемых источников энергии на региональном уровне (на примере территории Крымского полуострова)» (2015).

Результаты работы докладывались на 16 научных и научно-практических конференций, 9 из которых имели международный статус. По теме диссертации опубликовано 20 печатных работ, в том числе 1 – в журнале, индексируемом в SCOPUS, 8 – в журналах, рекомендованных ВАК.

В разделе 1 «Подходы к оценке потенциала возобновляемых энергетических ресурсов» рассматриваются основные представления о возобновляемых энергетических ресурсах, обсуждаются основные понятия возобновляемой энергетики, различия в терминологии, классификации энергетических ресурсов. Представлены положительные и отрицательные стороны использования возобновляемых энергетических ресурсов на современном этапе развития общества. Раскрываются подходы к изучению потенциала возобновляемых источников энергии в мировой практике, описываются основные формы предоставления информации, подходы к оценке, пространственно-территориальный охват этих оценок, выполняемые мировыми энергетическими, научными и экологическими организациями. Дано описание и анализ подходов к оценке потенциала возобновляемых энергетических ресурсов в Российской Федерации.

Проведен детальный анализ исследования потенциалов солнечной и ветровой энергетики в Крыму. На основе анализа публикаций, посвященных исследованию солнечного и ветрового потенциала Крымского полуострова с 1920-х годов до настоящего времени, составлены сравнительные таблицы, обобщающие результаты оценок, представленных в этих работах. Выявлено, что: 1) изучение солнечноэнергетического потенциала Крымского полуострова исторически было связано с независимыми друг от друга исследованиями в области метеорологии, климатологии и энергетики; 2) существует широкий разброс определяемых величин и полученных результатов потенциалов ветровой энергетики при одинаковых значениях потенциала солнечной энергетики; 3) многими авторами не рассматривались особенности территории, которые могут выступать ограничительными факторами для развития солнечной и ветровой энергетики и снижать технический и экономический потенциалы.

В разделе 2 диссертации, посвящённом теории и методике оценки ландшафтного потенциала Юго-Восточного Крыма для использования систем возобновляемой энергетики, предложены теоретико-методологические подходы к оценке ландшафтного потенциала для использования систем возобновляемой энергетики, описаны материалы и методики оценки ландшафтного потенциала для использования систем солнечной и ветровой энергетики.

В основу оценки энерго потенциала положен ландшафтно-экологический подход, в общем виде заключающийся в анализе особенностей компонентов ландшафта и их влияния на перераспределение энергетических потоков в ландшафте, которые в свою очередь, по мнению автора, и формируют потенциал возобновляемых энергетических ресурсов каждого конкретного ландшафтного контура.

В работе вводится довольно сложное и трудно воспринимаемое понятие ландшафтного потенциала для использования систем возобновляемой энергетики – способность ландшафта выполнять функцию энергообеспечения с учетом природных ресурсов, современного уровня технологического развития, а также существующих технических (инженерных) и геоэкологических ограничений использования территории.

Приводится методика оценки ландшафтного потенциала Юго-Восточного Крыма для использования систем возобновляемой энергетики, на основании которой был оценен ландшафтный потенциал Юго-Восточного Крыма для использования систем возобновляемой энергетики – солнечной и ветровой.

В разделе 3 диссертации обсуждается возможность использования потенциала возобновляемой энергетики в Юго-Восточном Крыму.

В разделе 4 диссертации на основе разработанной методики была осуществлена оценка ландшафтов Юго-Восточного Крыма для использования систем солнечной и ветровой энергетики. Рассчитаны природный, технический, геоэкологический и ландшафтный потенциалы Юго-Восточного Крыма с точки зрения использования систем солнечной и ветровой энергетики. Расчет природного солнечноэнергетического потенциала был произведен посредством моделирования поступления солнечной энергии на территорию Крымского полуострова в программе ArcGIS 10.2, а также использования баз данных NASA

«Surface meteorology and Solar Energy» для расчета потенциала ветровой энергетики.

Выявлено, что природный потенциал Юго-Восточного Крыма для использования систем солнечной энергетики изменяется от 1133,36 до 1446,20 кВтч/м². Количество солнечных модулей (компания Hevel Solar, номинальная пиковая мощность 280 Вт, с КПД 20%, размеры 1656 x 991 мм), которые можно разместить на территории Юго-Восточного Крыма, составило 30809260 шт. Ландшафтный солнечноэнергетический потенциал Юго-Восточного Крыма составляет 3792,67 млн. кВтч за год. Значения выработки электроэнергии варьируются от 133,85 млн. кВтч в декабре до 459,44 млн. кВтч в июле.

Рассчитан удельный природный ветроэнергетический потенциал Юго-Восточного Крыма, который изменяется от 2744 до 3704 кВтч/год. Количество ВЭУ, которое можно разместить на территории Юго-Восточного Крыма, составило 3175 шт. Ландшафтный ветроэнергетический потенциал Юго-Восточного Крыма составляет 1030,6 млн. кВтч в год.

В этом же разделе для территории Юго-Восточного Крыма впервые дана оценка ландшафтного потенциала для использования систем солнечной и ветровой энергетики как суммы функции природного, технического и геоэкологического потенциалов ландшафта. Система оценок производилась на основе ландшафтно-типологической карты, составленной на уровне групп местностей. Построены карты (рабочий масштаб 1:50000) природного солнечноэнергетического потенциала, удельного природного ветроэнергетического потенциала, перспективных территорий для строительства энергетических установок, а также ландшафтного солнечноэнергетического и ландшафтного ветроэнергетического потенциалов.

Установлено, например, что территории горных массивов Караби и Демерджи обладают наибольшим природным солнечноэнергетическим потенциалом, однако, при учете технического и геоэкологического потенциалов этих ландшафтов, ландшафтный солнечноэнергетический потенциал оказывается нулевым. Возможна и обратная ситуация – ландшафты, расположенные на территории Феодосийского горсовета, обладают низким удельным природным ветроэнергетическим потенциалом, но при учете технической и геоэкологической составляющей ландшафтного потенциала эта территория выделяется как наиболее перспективная для строительства ветровых электростанций, а ландшафты обладают наибольшим ландшафтным ветроэнергетическим потенциалом.

В заключение диссертации приведены основные выводы диссертационного исследования. Из них следует:

1. На данный момент, по мнению автора, нет единой строгой общепринятой методики, не разработаны теоретические и методологические основы оценки потенциала для использования системами возобновляемой энергетики.

2. Сформулировано понятие о ландшафтном потенциале для использования систем возобновляемой энергетики как о сумме трех его составляющих – природной, технической и геоэкологической.

3. Климатические условия региона благоприятны для развития возобновляемой энергетики. Несмотря на то, что значительные площади

занимают территории со сложным геологическим строением и большой крутизной поверхности, при грамотном размещении объектов энергетики исследуемая территория может считаться перспективной для строительства систем солнечной и ветровой энергетики. Показано, что физико-географическое положение региона в целом благоприятствует развитию возобновляемой энергетики.

4. По мнению автора впервые разработана методика оценки ландшафтного потенциала для использования систем солнечной и ветровой энергетики.

5. Определены территории с наибольшим ландшафтным потенциалом для использования систем солнечной энергетики (эрозионное овражно-балочное мелкогорье с выходами коренных пород в виде скал с шибляковыми зарослями и фриганоидами (южная окраина полуострова Меганом), останцово-денудационные овражно-балочные равнины с шибляковыми зарослями и фриганоидами (Арматлукская долина с окрестностями), денудационные и аккумулятивные равнины с зарослями типа «дубки» в комплексе с зарослями типа «шибляк» и разнотравными степями и денудационные мелкогорно-останцовые равнины с зарослями типа «дубки» и лесостепью (равнины в окрестности хребта Хоба-Тепе).

6. Максимальным ландшафтным ветроэнергетическим потенциалом для исследуемой территории, по мнению автора, обладают абразионно-денудационные слабренированные равнины с полынно-типчаковыми, гейнальдиево-эгилопсовыми степями в комплексе с галофитными лугами (северо-восточная часть Феодосийского городского округа, близ поселка Приморское).

С целью выявления геоэкологического эффекта от внедрения систем солнечной и ветровой энергетики на выделенных в Юго-Восточном Крыму перспективных территориях автором были рассчитаны следующие показатели: возможность обеспечения потребностей Республики Крым в электрической энергии и сокращение выбросов CO₂ в атмосферу при использовании систем солнечной и ветровой энергетики вместо традиционных видов топлива (нефть, природный газ и каменный уголь). Автором выявлено, что при условии строительства систем солнечной энергетики на всех территориях, выделенных как благоприятные для строительства, можно обеспечить потребности Республики Крым в электрической энергии на 106,1%.

При строительстве систем ветровой энергетики на всех перспективных территориях, можно обеспечить потребности Крыма в электроэнергии почти на 30%. Максимальные скорости ветра наблюдаются в зимние месяцы. Соответственно, при комплексном использовании систем солнечной и ветровой энергетики по мнению автора возможно практически полное покрытие потребностей Республики Крым в электроэнергии.

Исходя из полученных результатов было выявлено, что использование систем солнечной энергетики на всех выделенных перспективных территориях позволит сократить выбросы CO₂ в атмосферу на 1290 тыс. тонн в год при пересчете на каменный уголь, на 1001 тыс. тонн в год при пересчете на нефть, и на 740,7 тыс. тонн в год при пересчете на природный газ. При использовании систем ветровой энергетики эти цифры соответственно составляют 350,6, 272,2 и 201,3 тыс. тонн в год. К наиболее благоприятным для строительства ветровых

электростанций территориям относится северо-восточная равнинная часть изучаемого региона (Феодосийский городской округ), а также ровная часть полуострова Меганом.

7. Денудационные и аккумулятивные равнины с зарослями типа «дубки» в комплексе с зарослями типа «шибляк» и разнотравными степями выделяются как ландшафты, обладающие большим ландшафтным потенциалом как для использования системами солнечной энергетики, так и для использования системами ветровой энергетики.

Замечания и предложения

1. Известно, что величина полезной энергии, полученной из возобновляемых источников, достаточно мала, причина этого в том, что скрытый приток энергии превышает величину полученной энергии. Некоторые формы энергии низки по своему качеству и слишком слабы для того, чтобы быть полезными в работе. Они могут быть сконцентрированы при затрате высокой по стоимости энергии. Например, слабый ветер, прибой и маломощные геотермальные источники, малое количество солнечных дней могут дать небольшое количество возобновляемой энергии.

Солнечную энергию, - этот большой постоянно возобновляемый источник жизни биосферы, - можно использовать только после её концентрации. Большинство гелиотехнических устройств в той или иной степени базируются на привлечении энергии невозобновляемых ресурсов, то есть энергетических потоков, не связанных непосредственно с солнечной энергией.

2. В диссертации рассматривается алгоритм расчёта прихода суммарной радиации в условиях сложного рельефа, необходимого для отображения природного солнечно энергетического потенциала, и методика использования данных анализа для оценки ветрового потенциала.

Автор использует общепризнанный алгоритм расчёта приходящей суммарной радиации в условиях пересечённого рельефа в программе Arc GIS 10.2, позволяющей рассчитать поступление суммарной солнечной радиации на наклонные поверхности склонов с учётом затенения и закрытости, а также учесть вклад облачности в величины инсоляции. Эта программа имеет много дополнительных функций, опций, включая использование космических снимков SRTM и т.д.

Но, изложение этого алгоритма автором не совсем удачное и вызывает дополнительные вопросы. Например, автор пишет, что «поступление солнечной радиации на территорию Юго-Восточного Крыма рассчитывалось с учётом облачности, туманов, затенения и закрытости склонов по месяцам по контурам ландшафта (с.83). Сразу возникает вопрос: солнечная радиация – это суммарная радиация на горизонтальную поверхность внутри ландшафтного контура? Как видно из рисунка 3.5, ландшафтных контуров на ландшафтно-типологической карте Г.Е. Гришанкова более четырёх десятков. Понятно, что в этом случае в вычислении должен быть промежуточный этап. Это подтверждает дальнейшее изложение с уточнением: «Расчёт радиации (какой?) был произведён с использованием космического снимка SRTM в программе Arc GIS 10.2 при помощи функции Area Solar в инструментах Spatial Analyst были построены карты

- Кочуров Б.И., Марунич Н.А. Энергетический подход к изучению геосистем и технологий лесовосстановления Приднестровья// Юг России: экология, развитие. – 2016. - том 11, № 1 (38), с. 159-169;

- Кочуров Б.И., Марунич Н.А., Хазиахметова Ю.А., Краснов Е.В. Экологически сбалансированная структура земель и энергоэффективность ведения лесного хозяйства в Приднестровье//География и природные ресурсы. – 2017. - № 4. – с.197-202;

- Кочуров Б. И., Марунич Н.А., Лобковский В.А., Хазиахметова Ю.А., Фомина Н.В. Геоэнергетическая оценка лесных экосистем Приднестровья// Проблемы непрерывного географического образования и картографии. – 2018.- Вып.28. – с. 54-60;

- Кочуров Б.И., Марунич Н.А. Эколого-энергетический анализ экосистем. – Москва: «Инфра-М», 2016. - 144 с.

5. Внимательно читая текст диссертации, можно отметить, что алгоритм авторской методики оценки энергопотенциала ландшафтов, в целом, включает следующие пункты:

- а) общая характеристика природных условий;
- б) оценка геоэкологического состояния ландшафтов;
- в) эколого-географический и сравнительно географический анализы изучаемой территории (ландшафтов Крыма);
- г) картографическая визуализация;
- д) пространственная типологизация;
- е) геоэнергетическая оценка солнечной энергии и энергии ветра;
- ж) соотношение возможного энергопотенциала ландшафтов к существующему с учётом изменения принципов хозяйствования (в данном случае имеется ввиду внедрение систем экологически чистой возобновляемой энергии);
- з) доля антропогенной энергии, расходуемой для оптимизации функционирования ландшафта (оптимизация энергопотенциала ландшафта с точки зрения внедрения источников возобновляемой энергетики с использованием антропогенной энергетики для их строительства и функционирования).

Автор приводит новое понятие: «понятие о ландшафтном потенциале для использования систем возобновляемой энергетики как об интегральной функции природного, технического и геоэкологического потенциала ландшафтов. Под ландшафтным потенциалом для использования систем возобновляемой энергетики мы понимаем способность ландшафта выполнять функцию энергообеспечения с учётом природных ресурсов, современного уровня технологического развития, а также существующих технических и геоэкологических ограничений использования территорий».

Далее автор конкретизирует: «Ландшафтный потенциал для использования систем возобновляемой энергетики включает природную, техническую и геоэкологическую составляющие и является их суммой».

Следует отметить, что это крайне неудачное определение. Речь идёт в диссертационной работе не о ландшафтном потенциале, а об энергопотенциале ландшафтов (ландшафтных комплексов) Юго-Восточного Крыма, а его

использование в свою очередь предполагает ряд технологических, технических, организационных и других мероприятий и экологических ограничений. По сути дела, чтобы получить энергию от возобновляемых источников, необходимо затратить энергию уже существующую (назовём её антропогенной), полученную от ТЭЦ, ГРЭС и т.п. В диссертации видно, что речь всё таки, идёт о потенциале мест размещения объектов возобновляемой энергетики по ландшафтным выделам и видам землепользования. Но, это уже совсем другой аспект. Надо было бы в работе более чётко разделить энергопотенциал ландшафтов и потенциал мест размещения объектов возобновляемой энергетики.

И вообще, правильно говорить: потенциал «чего», а не «для чего»!

6. Теперь об экологическом воздействии установок возобновляемой энергетики на ландшафты. В диссертации только говорится о пейзажно-эстетической оценке. А где влияние установок на изменение микроклимата, затенение поверхности и растительности?

7. В отличие от энергетического подхода Б.И. Кочурова и Н.А. Марунича, где единой единицей энергии выступает джоуль, Т.Ю. Горбунова приводит разнородные энергетические показатели (Дж, Вт, тонны угля и т.д.), что резко усложняет сравнение количественных показателей. Безусловно, облегчило бы восприятие полученных результатов использование единой единицы энергии – джоуль.

8. Примененная методика определения типов наземного покрова представляется не совсем корректной. Определение таких видов наземного покрова, как сельскохозяйственные угодья и населённые пункты, очевидно, должно происходить через ручное дешифрирование космических снимков, так как автоматическое дешифрирование не даёт необходимой точности. В указанной же методике корректировка ручным дешифрированием описана крайне расплывчато. Участки земной поверхности без растительности не были выделены? Очевидно, что по экологическим причинам они больше подходят для установки энергетических объектов (с. 88).

9. В результате расчётов были получены растры для каждого месяца, представляющие собой суммарное количество поступающей солнечной радиации для каждого местоположения водной поверхности.

И далее автор пишет «выходные данные измеряются в ваттах в час». Как это понимать? Выходные данные какие?

10. Результирующие карты скорее разделяют ландшафты по перспективности использования для строительства энергетических станций (одни более перспективны, другие – менее), чем представляют реальные значения энергетического потенциала территорий, на которые автор претендует.

Заключение. Несмотря на сделанные замечания и предложения, в диссертационной работе Т.Ю. Горбуновой на соискание учёной степени кандидата географических наук по теме «Оценка ландшафтного потенциала Юго-Восточного Крыма для использования систем возобновляемой энергетики – солнечной и ветровой» в значительной степени решена важная научная проблема, имеющая прикладное народно-хозяйственное значение. Работа удовлетворяет требованиям к диссертации, предъявляемым ВАК РФ (п.9 положение о порядке

присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства от 24 сентября 2013 года), а её автор Т.Ю. Горбунова заслуживает присуждения учёной степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

Официальный оппонент:
Ведущий научный сотрудник
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт географии
Российской академии наук,
профессор (специальность 25.00.36)
Кочуров Борис Иванович

Я, Кочуров Борис Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись руки тов. _____
заверяю

Зав. канцелярией
Федеральное государственное
учреждение науки Институт географии
Российской академии наук



14 июля 2020 г.

Адрес ФГБУН Институт географии РАН
119017, Москва, Старомонетный переулок, дом 29
+7(495)959-00-22 (канцелярия)
E-mail: direct@igras.ru